

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
EN MECATRÓNICA**

TEMA:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA BASE PORTÁTIL PARA UN
DISPOSITIVO PARA TRASLADO DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD
MOTRIZ ENTRE SILLAS DE RUEDAS Y AUTOMÓVILES”**

AUTOR: ERICK RAÚL CONTERÓN CARRANCO

DIRECTOR: Dr. MARCO CIACCIA

Ibarra, Octubre 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1.- IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión universitaria.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004482236		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Erick Raúl Conterón Carranco		
DIRECCIÓN:	Otavalo, Bolívar Nro. 200		
EMAIL:	erconteronc@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	06 292-1218	TELÉFONO MÓVIL:	0939241924

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA BASE PORTÁTIL PARA UN DISPOSITIVO PARA TRASLADO DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTRIZ ENTRE SILLAS DE RUEDAS Y AUTOMÓVILES.
AUTOR:	Erick Raúl Conterón Carranco
FECHA:	20/10/2016
PROGRAMA:	Pregrado
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mecatrónica
DIRECTOR:	Dr. Marco Ciaccia

2.- AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Erick Raúl Conterón Carranco con cédula de identidad Nro. 1004482236, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3.- CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo sin violar derechos de autores de terceros, por lo tanto la obra es original, y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 20 días del mes de octubre de 2016

EL AUTOR:



Firma

Nombre: Erick Raúl Conterón Carranco

Cédula: 1004482236



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Erick Raúl Conterón Carranco, con cédula de identidad Nro. 1004482236, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA BASE PORTÁTIL PARA UN DISPOSITIVO PARA TRASLADO DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTRIZ ENTRE SILLAS DE RUEDAS Y AUTOMÓVILES”, que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero en Mecatrónica, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 20 días del mes de octubre de 2016

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Erick Raúl Conterón Carranco', is written over a horizontal line.

Firma

Nombre: Erick Raúl Conterón Carranco

Cédula: 1004482236

DECLARACIÓN

Yo, **Erick Raúl Conterón Carranco**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte – Ibarra, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

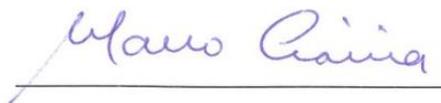


Nombre: Erick Raúl Conterón Carranco

Cédula: 1004482236

CERTIFICACIÓN

En calidad de tutor del trabajo de grado titulado: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA BASE PORTÁTIL PARA UN DISPOSITIVO PARA TRASLADO DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTRIZ ENTRE SILLAS DE RUEDAS Y AUTOMÓVILES”, certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el señor Erick Raúl Conterón Carranco, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in blue ink, reading "Marco Ciaccia", is written over a horizontal line.

Dr. Marco Ciaccia

DIRECTOR

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Técnica del Norte, por su aporte invaluable en el desarrollo de mi formación como persona y profesional en diferentes ámbitos.

Al Dr. Marco Ciaccia por su importante y valiosa asesoría en el desarrollo del presente trabajo de grado.

Daniela,

Compañera y amiga, por su paciencia, apoyo y sobre todo su alegría y optimismo en los momentos que compartimos durante todo el desarrollo del presente trabajo.

De igual forma doy las gracias a todas aquellas personas que fueron mis compañeros y amigos durante toda mi vida universitaria, por todos los momentos compartidos, por las palabras de aliento y su gran apoyo.

Raúl Conterón.

DEDICATORIA

A mis padres Edison Conterón y Anabel Carranco por ser mi apoyo incondicional, por sus palabras de aliento y ejemplo de trabajo y superación, además de siempre velar por mi bien y guiarme por un camino de perseverancia, y en especial a mi madre quien siempre me brindaba su compañía y preocupación en todo momento.

A mis hermanas Jennifer y Sofía, quienes en todo momento me brindaron su cariño y afecto, siempre han estado apoyándome y sobre todo porque creyeron en mí, sin importar los momentos difíciles.

Raúl Conterón.

RESUMEN

Este proyecto presenta el diseño y construcción de una base portátil para un dispositivo para traslado de personas con discapacidad motriz entre sillas de ruedas y automóviles.

Para lograr el objetivo propuesto se especifican características de diseño considerando las limitaciones bajo las cuales debe operar y de funcionamiento para el cual se está diseñando el dispositivo, siendo este evaluado mediante un programa basado en el Método de Elemento Finitos (MEF). Posteriormente, se lleva a cabo un modelo computacional, con el fin de analizar los esfuerzos y desplazamientos a las cuales se someterá la base portátil.

La base está constituida por un gato mecánico de elevación que será fijado bajo el chasis del vehículo, con el fin de obtener la fuerza necesaria para contrarrestar los momentos generados por la grúa. Para medir dicha fuerza se emplea una celda de carga, la cual envía una señal al controlador que detiene el avance del gato mecánico de elevación, una vez alcanzada la fuerza requerida para obtener el contra momento necesario. De esta forma se genera estabilidad y funcionalidad en la grúa de traslado.

Finalizada la construcción, se realizó pruebas de validación del dispositivo y corrección de errores, de esta manera con la implementación y construcción de este prototipo, se presenta una solución que beneficiaría a la comunidad.

ABSTRACT

This work presents the design and construction of a portable base for a device for moving people with motor disabilities between wheelchairs and automobiles.

To achieve the objective, design features are specified considering the limitations under which they must operate and running for which you are designing the device, this being evaluated by a model based on the Finite Element Method (FEM) program. Subsequently performs a computational model, in order to analyze the efforts and displacements which will undergo the laptop base.

The base consists of a mechanical lift jack to be fixed under the vehicle chassis, in order to obtain the necessary force to counteract the momentum generated by the crane. To measure the force load cell is used, which sends a signal to the driver that stops the advance of mechanical lifting jack, once reached the force required to obtain the necessary counter-time. In this way stability and functionality is generated in the transfer crane.

After the construction, testing and validation error correction device, so with the implementation and construction of this prototype, was made a solution that would benefit the community is presented.

TABLA DE CONTENIDO

CONTENIDO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	I
1.- IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	II
AGRADECIMIENTOS	VII
DEDICATORIA	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT.....	X
TABLA DE CONTENIDO.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
ÍNDICE DE TABLAS	XVII
INTRODUCCIÓN	1
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
OBJETIVO GENERAL.....	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
ANTECEDENTES	2
JUSTIFICACIÓN	6
ALCANCE.....	7
CAPÍTULO I	8
1.1 BASES DE GRÚAS PARA PERSONAS DISCAPACITADAS	8
1.2 TIPOS DE BASES DE ACUERDO A LA CONFIGURACIÓN DE LAS GRÚAS.....	8

1.2.1	GRÚAS FIJAS.....	9
1.2.2	GRÚAS DE TECHO	9
1.2.3	GRÚAS MÓVILES	10
1.3	VEHÍCULOS TIPO SEDÁN.....	11
1.4	ACTUADORES.....	12
1.4.1	GATO MECÁNICO	12
1.4.2	MOTOR DC.....	13
1.5	CELDA DE CARGA	14
1.6	BATERÍA	15
1.7	SISTEMA DE CONTROL	16
1.7.1	SISTEMA DE CONTROL EN LAZO ABIERTO	16
1.7.2	SISTEMA DE CONTROL EN LAZO CERRADO	17
CAPÍTULO II.....		18
2.1	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	18
2.2	GEOMETRÍA DE LOS VEHÍCULOS.....	18
2.3	PESO Y DISTRIBUCIÓN DEL MISMO EN VEHÍCULOS TIPO SEDÁN	20
2.4	REQUERIMIENTOS DE CARGA PARA EL FUNCIONAMIENTO ESTABLE DE LA GRÚA 20	
2.5	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	21
2.6	PARÁMETROS DE SELECCIÓN	21
2.7	MODELADO Y SIMULACIÓN DE LA SOLUCIÓN	21
2.8	DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO Y DE CONTROL	22
2.9	CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLAJE DE LA SOLUCIÓN	22
2.10	PRUEBAS.....	22

CAPÍTULO III.....	23
3.1 GEOMETRÍA DEL VEHÍCULO.....	23
3.2 REQUISITOS DE DISEÑO	24
3.3 REQUISITOS CINEMÁTICOS	25
3.4 DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE.....	27
3.5 PLANTEAMIENTO DE LAS PROPUESTAS DE SOLUCIÓN.....	30
3.5.1 PROPUESTA DE SOLUCIÓN N°1	30
3.5.2 PROPUESTA DE SOLUCIÓN N°2.....	31
3.5.3 PROPUESTA DE SOLUCIÓN N°3.....	31
3.5.4 SELECCIÓN DE LA MEJOR SOLUCIÓN.....	32
3.6 MODELOS GEOMÉTRICOS Y CONDICIONES DE BORDE DE LA SOLUCIÓN	33
3.7 ANÁLISIS DE ELEMENTOS FINITOS	41
3.8 FACTOR DE SEGURIDAD	42
3.9 DESPLAZAMIENTO.....	43
3.10 MÁXIMO ESFUERZO	44
3.11 ANÁLISIS DE COSTOS DEL PROYECTO.....	45
3.11.1 COSTOS DIRECTOS DE FABRICACIÓN DEL DISPOSITIVO	45
3.11.2 COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN	46
3.11.3 COSTO TOTAL	46
3.12 VALIDACIÓN DEL DISPOSITVO	46
CAPÍTULO IV.....	50
4.1 CONCLUSIONES	50
4.2 RECOMENDACIONES.....	51
REFERENCIAS.....	52

ANEXOS	53
GATO MECÁNICO	53
CELDA DE CARGA	54
MANUAL DE USO.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN Y TRASLADO DE DISCAPACITADOS.	3
FIGURA 2. DISPOSITIVO MÓVIL DE TRANSPORTE DE DISCAPACITADOS.	4
FIGURA 3. APARATO DE SOPORTE Y TRANSFERENCIA PARA EL TRANSPORTE DE UN DISCAPACITADO.	4
FIGURA 4. SISTEMA MOTRIZ PARA TRASLADO DE DISCAPACITADOS.....	5
FIGURA 1.1. GRÚA FIJA EMPOTRADA A LA PARED.	9
FIGURA 1.2. GRÚA DE TECHO.....	10
FIGURA 1.3. GRÚA MÓVIL.	11
FIGURA 1.4. REPARTO DE CARGAS EN EL VEHÍCULO.	12
FIGURA 1.5. GATO MECÁNICO.	13
FIGURA 1.6. MOTOR DC.....	14
FIGURA 1.7. PUENTE DE WHEATSTONE PARA LA CELDA DE CARGA.	15
FIGURA 1.8. ELEMENTOS DE UNA BATERÍA.....	15
FIGURA 1.9. SISTEMA DE CONTROL EN LAZO ABIERTO.	17

FIGURA 1.10. SISTEMA DE CONTROL EN LAZO CERRADO.	17
FIGURA 2.1. DISTANCIA ENTRE LA UBICACIÓN DE LA GATA Y EL DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN.....	19
FIGURA 2.2. DISTANCIA ENTRE EL PISO Y EL CHASIS DEL VEHÍCULO.....	19
FIGURA 2.3. ÁNGULO ENTRE EL CHASIS DEL VEHÍCULO Y EL DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN.	20
FIGURA 3.1. UBICACIÓN DE LA BASE PORTÁTIL.	25
FIGURA 3.2. VISTA SUPERIOR DE LA UBICACIÓN DE LA BASE.	25
FIGURA 3.3. VISTA LATERAL DE LA UBICACIÓN DE LA BASE.	26
FIGURA 3.4. DISEÑO DE LA BASE PORTÁTIL.	26
FIGURA 3.5. DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE, PRIMERA POSICIÓN CRÍTICA.	28
FIGURA 3.6. DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE, SEGUNDA POSICIÓN CRÍTICA.....	29
FIGURA 3.7. VISTA ISOMÉTRICA DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN N°1.	30
FIGURA 3.8. VISTA ISOMÉTRICA DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN N°2.	31
FIGURA 3.9. VISTA ISOMÉTRICA DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN N°3.	32
FIGURA 3.10. MODELO GEOMÉTRICO Y CONDICIONES DE BORDE DEL PARANTE EN LA PRIMERA POSICIÓN CRÍTICA.	33
FIGURA 3.11. DIRECCIÓN Y ZONA DE APLICACIÓN DE F1.	34
FIGURA 3.12. DIRECCIÓN Y ZONA DE APLICACIÓN DE F2.	34
FIGURA 3.13. DIRECCIÓN Y ZONA DE APLICACIÓN DE F3.	35
FIGURA 3.14. DIRECCIÓN Y ZONA DE APLICACIÓN DE F4.	35
FIGURA 3.15. DIRECCIÓN Y ZONA DE APLICACIÓN DE F5.	36

FIGURA 3.16. MODELO GEOMÉTRICO Y CONDICIONES DE BORDE DE LA BASE PORTÁTIL EN LA PRIMERA POSICIÓN CRÍTICA.....	37
FIGURA 3.17. MODELO GEOMÉTRICO Y CONDICIONES DE BORDE DEL PARANTE EN LA SEGUNDA POSICIÓN CRÍTICA.	38
FIGURA 3.18. DIRECCIÓN Y ZONA DE APLICACIÓN DE F1.	38
FIGURA 3.19. DIRECCIÓN Y ZONA DE APLICACIÓN DE F2.	39
FIGURA 3.20. DIRECCIÓN Y ZONA DE APLICACIÓN DE F3.	39
FIGURA 3.21. DIRECCIÓN Y ZONA DE APLICACIÓN DE F4.	40
FIGURA 3.22. DIRECCIÓN Y ZONA DE APLICACIÓN DE F5.	40
FIGURA 3.23. MODELO GEOMÉTRICO Y CONDICIONES DE BORDE DE LA BASE PORTÁTIL EN LA SEGUNDA POSICIÓN CRÍTICA.	41
FIGURA 3.24. FACTOR DE SEGURIDAD MÍNIMO DE LA BASE PORTÁTIL.	42
FIGURA 3.25. DISTRIBUCIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DE LA BASE PORTÁTIL EN LA ZONA CRÍTICA.	43
FIGURA 3.26. DESPLAZAMIENTO DE LA BASE PORTÁTIL.....	44
FIGURA 3.27. MÁXIMO ESFUERZO EN LA BASE PORTÁTIL.	45
FIGURA 3.28. BASE PORTATIL SITUADA EN EL VEHÍCULO CORRECTAMENTE.	47
FIGURA 3.29. DISPOSITIVO DE TRASLADO ENSAMBLADO Y ENGANCHADO AL VEHÍCULO CORRECTAMENTE.	47
FIGURA 3.30. PERSONA 1 CON ARNÉS ENGANCHADA AL DISPOSITIVO DE TRASLADO	48
FIGURA 3.31. PERSONA 2 CON ARNÉS ENGANCHADA AL DISPOSITIVO DE TRASLADO	48
FIGURA 3.32. PERSONA 3 CON ARNÉS ENGANCHADA AL DISPOSITIVO DE TRASLADO.	49
FIGURA 3.33. USUARIO FUERA DEL AUTOMÓVIL EN SU SITIO DE DESTINO.	49

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 3.1. GEOMETRÍA INTERACCIÓN BASE – VEHÍCULO	23
TABLA 3.2 COSTOS DIRECTOS DE FABRICACIÓN	45
TABLA 3.3. COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN	46
TABLA 3.4. COSTO TOTAL	46

INTRODUCCIÓN

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

A partir del año 2007, el Estado Ecuatoriano marca cambios para la garantía de derechos de las personas con discapacidad con la generación de un marco normativo especializado, y es ratificada el 4 de marzo de 2008, cuyo propósito es promover, proteger y asegurar el goce pleno y en condiciones de igualdad de todos los derechos humanos y libertades fundamentales de las personas con discapacidad, así como promover el respeto a su dignidad inherente (Valarezo, 2013).

Los resultados obtenidos en el censo realizado por el Ministerio de Salud Pública en abril de 2015, en donde se señala que existen 202.880 discapacitados a nivel nacional, en Imbabura 4.916, y en el cantón Ibarra 2.494 ("Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades," 2015).

En referencia a los acompañantes que facilitan el traslado de los discapacitados, existen diversos factores de riesgo que hacen peligrosa la manipulación manual del peso de la persona y, por tanto, aumentan la probabilidad de que se produzca una lesión, concretamente, en la espalda.

La mayoría de los dispositivos de traslado para vehículos requieren que el mismo sea modificado para cumplir su objetivo, tienen costos elevados y algunos tienen requisitos específicos, por ejemplo, es necesario que sus puertas abran 90° para que el pasajero salga del automóvil, un elevador de sillas o grúa pesada. La adquisición de este dispositivo incrementará la independencia de los discapacitados, ya que este mecanismo es independiente del vehículo y fácil de utilizar por parte del acompañante.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir una base portátil para un dispositivo para el traslado de personas con discapacidad motriz entre sillas de ruedas y automóviles, en la provincia de Imbabura.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los requerimientos mecánicos para la estabilidad y funcionalidad del dispositivo.
- Diseñar la base portátil adaptable a vehículos tipo sedán.
- Construir un prototipo de la base.
- Validar el funcionamiento del dispositivo.

ANTECEDENTES

El dispositivo para elevar y transportar discapacitados, con el número de patente US3,914,808 fue elaborado en octubre de 1975 por Merle Woods. Este invento se refiere a un dispositivo de elevación y transporte capaz de levantar y transportar una persona discapacitada, más particularmente, este invento se refiere a un dispositivo de elevación y transporte que se moviliza gracias a sus ruedas, el cual cuenta con un mástil de elevación vertical expandible accionado hidráulicamente, teniendo como soporte barras fijadas que dependen de un cabestrillo. Para incrementar la movilidad del dispositivo, el mástil es giratorio con respecto a las ruedas a través de un arco limitado.

El dispositivo es capaz de colocar una persona con discapacidad en lugares comúnmente necesarios tales como una cama, un auto, una silla o una silla de ruedas, en la figura 1 se puede observar.

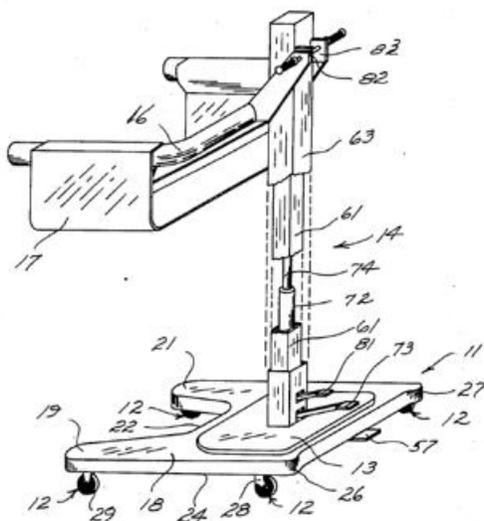


Figura 1. Dispositivo de elevación y traslado de discapacitados.

El dispositivo móvil para el transporte de discapacitados fue realizado por Sanitätshaus Kraus, en junio de 1990, con el número de patente EP0390003A1. Se indica que el dispositivo puede ser utilizado para la elevación, descenso y procesos horizontales de las personas con discapacidad.

Las ventajas logradas con este dispositivo consisten en particular en que, solamente es necesario un equipo de transporte, en lugar de múltiples dispositivos de transporte individuales que están conectados a puntos estacionarios de uso.

El dispositivo de transporte para discapacitados puede ser utilizado universalmente en diversos lugares, como en la residencia o en vehículos, ya que sólo se requiere un único dispositivo de transporte, rápido, fácil y compacto; funciona empotrado en la pared o columna y con motores de corriente continua para permitir el desplazamiento horizontal del paciente, a través de una corredera dentada accionada por un carro de rodillos, en la figura 2 se puede observar el dispositivo.

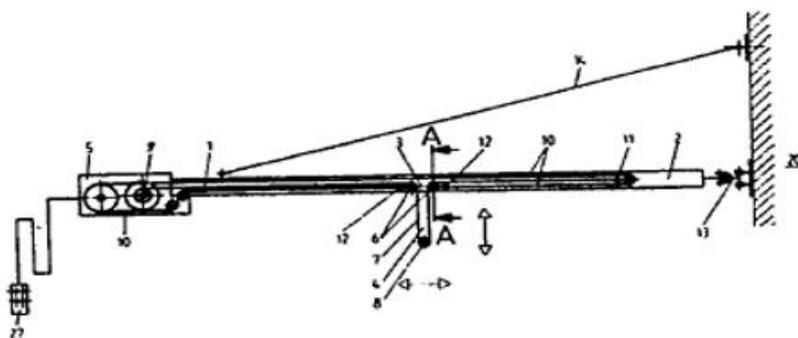


Figura 2. Dispositivo móvil de transporte de discapacitados.

El siguiente trabajo de Kevin L. efectuado en febrero de 2010 en la patente US 7,657,951 B2 denominada Aparato de soporte y transferencia para el transporte de un individuo discapacitado, en un aspecto principal, la presente grúa permite pasar a la persona, de una posición generalmente sentada en una silla de ruedas, dentro y fuera de un vehículo.

El aparato a diferencia de la patente anterior dispone de ruedas que se pueden bloquear para impedir que se mueva la grúa con el paciente. Este diseño es una estructura rígida y de grandes dimensiones la misma que necesita un área de gran amplitud para poder movilizar al paciente a diferentes lugares, como se muestra en la figura 3.

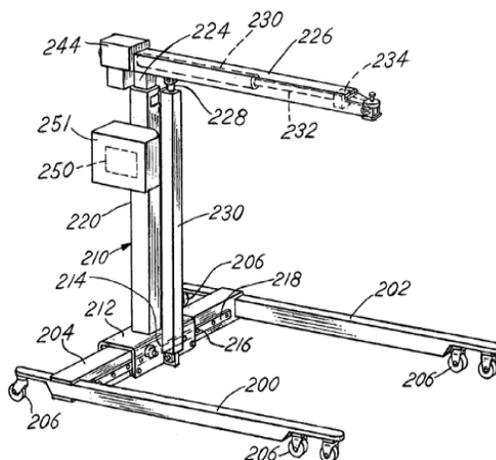


Figura 3. Aparato de soporte y transferencia para el transporte de un discapacitado.

La siguiente investigación encontrada es el trabajo de Herrera Sofía, Enríquez Gloria y Urrea Claudio, del grupo de Automática del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Santiago de Chile, en noviembre del 2012, indica el Diseño e implementación de un nuevo sistema motriz para traslado de discapacitados.

Es el diseño e implementación de un nuevo dispositivo mecánico, tipo grúa, que permita realizar el desplazamiento cama-silla-vehículo de un paciente. Este dispositivo permitirá movilizarlo de manera fácil y segura, ya que es una grúa fija con ruedas como la patente anterior, pero con un modelo ergonómico, con una completa automatización para comodidad del usuario y del acompañante, indicado en la figura 4.

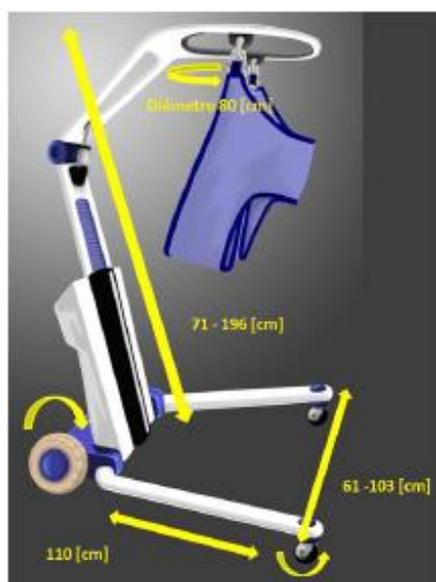


Figura 4. Sistema motriz para traslado de discapacitados.

El último trabajo realizado en septiembre de 2013 por la empresa Autochair Ltd. con la patente (PA 18643-2694) indica que es un dispositivo de elevación desarmable para el traslado de personas discapacitadas de una sillas de ruedas al vehículo, para lo cual se necesita colocar una pieza empotrada a la parte delantera derecha del automóvil, para que soporte todo el mecanismo de elevación; de igual manera se deben realizar las conexiones necesarias para instalar la alimentación al motor desde la batería del vehículo.

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad las personas con algún tipo de discapacidad motora pueden encontrar en la tecnología el apoyo perfecto para llevar una vida más plena e independiente, gracias a dispositivos especializados que le permitirán independizarse, permitiéndole efectuar actividades que de otro modo estarían fuera de su alcance.

El plan de buen vivir, en el objetivo 4.3 garantiza el cumplimiento de estándares de construcción y adecuación de facilidades físicas para el acceso a personas con discapacidad y/o necesidades especiales en los espacios no formales de intercambio de conocimientos y saberes; dando lugar a que se vuelva un ente productivo relacionándose con las actividades de la vida diaria, contribuyendo a la mejora del sistema y sin incurrir en un grave riesgo para su salud y de la persona que le asiste.

Se genera la tecnología para construcción de este tipo de dispositivos, de esta manera se aprovecha la materia prima existente en el país, reduciendo los costos de fabricación y por ende se tendrá mayor accesibilidad al producto, siendo además innovador ya que no se ha encontrado la oferta comercial de este producto en el mercado ecuatoriano.

ALCANCE

El dispositivo estará compuesto de dos partes, la grúa y la base, las mismas que se separan para facilitar su portabilidad en el automóvil, este dispositivo será ensamblado y operado por un adulto acompañante, el cual asistirá al discapacitado en la operación de transferencia. En este trabajo de grado se diseñará y construirá únicamente la base portátil del dispositivo de transferencia.

Las dimensiones de la base portátil del dispositivo de transferencia de personas con discapacidad, serán estandarizadas de acuerdo a los requerimientos mecánicos necesarios para la estabilidad y funcionalidad del dispositivo, ya que el dispositivo de transferencia será estandarizado según las características antropométricas de la población latinoamericana, que de acuerdo a las investigaciones realizadas por la Universidad Autónoma de México señala que la estatura máxima equivalente entre personas de 18 a 30 años es de 1,82 m de estatura, y una masa corporal de 86 kg aproximadamente (Pérez Lafragua, 2012).

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 BASES DE GRÚAS PARA PERSONAS DISCAPACITADAS

En muchos países del mundo existen dispositivos que permiten realizar labores de movimiento y traslado de enfermos desde una cama a una silla de ruedas, y viceversa, además de combinaciones de éstas con inodoros, sillas, vehículos, etc. Algunos de estos dispositivos también incluyen la posibilidad de desplazamiento entre diferentes ambientes.

En particular, existen dispositivos tipo grúa que permiten cubrir las necesidades de los pacientes y cuidadores, pero la gran mayoría de éstos tiene un inconveniente general, que es la dependencia y supervisión de un tercero.

Los modelos de grúas actuales emplean sistemas de varias piezas con la finalidad de ayudar al cuidador en el traslado, mantenimiento y ejecución de su función. Estos sistemas están constituidos en la mayoría de los casos por una base y la grúa, dependiendo el tipo de grúa se ha diseñado una base que cumpla con los requerimientos más funcionales, siendo está empotrada ya sea al piso, pared, techo, etc., de acuerdo a la necesidad de usuario. Con la finalidad de ampliar el campo de aplicación, existen modelos de grúas con bases móviles o portátiles que aportan versatilidad al sistema, ampliando su utilidad en diversas situaciones.

1.2 TIPOS DE BASES DE ACUERDO A LA CONFIGURACIÓN DE LAS GRÚAS

De acuerdo al tipo de movilidad y sistema de sujeción se determinan tres tipos: grúa fija, grúa de techo y grúa móvil.

1.2.1 GRÚAS FIJAS

La base de una grúa fija está fijada al suelo o una pared y permite realizar el traslado de los discapacitados de la cama a la silla y viceversa. Aunque la base de la grúa se fija, un brazo de soporte gira para transferir la persona de lado a lado siendo un gran limitante ya que solo puede realizar dicho movimiento en un espacio pequeño, con la ventaja que se puede mover 360° sobre su brazo principal (Assistireland.ie, 2014).

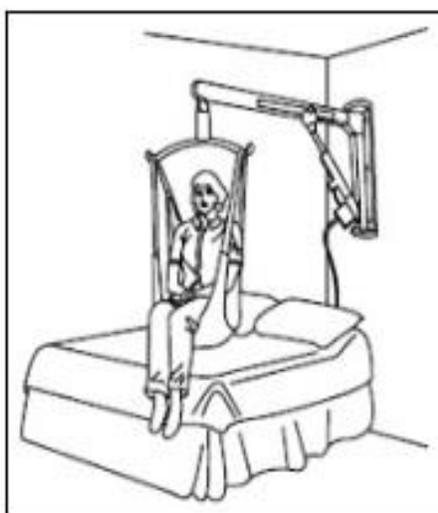


Figura 1.1. Grúa fija empotrada a la pared.

(Mortgage & Corporation, 2010)

1.2.2 GRÚAS DE TECHO

Una grúa de techo es el término más común para un tipo de elevador que consiste en una unidad de elevación montado en una pista en el techo. Este tipo de elevador permite a una persona que se levante y se movió a través de una habitación y entre las habitaciones. Una grúa de techo es generalmente alimentado eléctricamente, pero hay unidades manuales.

La consideración primordial en la elección y la instalación de una grúa de techo montado en pista es la resistencia estructural de los soportes en el techo. Al instalar una grúa de techo, un

ingeniero estructural debe ser consultado. También debe proporcionar un camino claro de los viajes a lo largo de la ruta de la pista, sobre todo en los marcos de puerta, para un sistema que conecta dos o más habitaciones (Mortgage & Corporation, 2010).



Figura 1.2. Grúa de techo.

(Mortgage & Corporation, 2010)

1.2.3 GRÚAS MÓVILES

Algunas grúas móviles disponen de una base con ruedas, la base puede ser de ancho fija o variable la cual permite una mayor movilidad en áreas reducidas y de esta manera permita aproximarse lo máximo posible al usuario a su sitio de transferencia.

En un aspecto principal, la presente invención comprende diversas formas de realización de un aparato para el transporte de una persona, de una posición generalmente sentado en un cabestrillo, dentro y fuera de un vehículo. El aparato incluye de ruedas que se pueden bloquear que impida la rodadura del conjunto y desbloqueado para permitir el movimiento del aparato y el paciente.

Otras grúas utilizan un mecanismo de 4 barras nos permite variar el ángulo y la ubicación de las barras para realizar los movimientos necesarios del dispositivo con el usuario y de esta

manera no jalar ni empujar al usuario en el momento de ser levantado de la silla de ruedas y dejado en el asiento delantero derecho del vehículo.



Figura 1.3. Grúa móvil.

(Mortgage & Corporation, 2010)

1.3 VEHÍCULOS TIPO SEDÁN

Los vehículos tipo sedán reciben este nombre por el tipo de carrocería que los conforma. Se les denomina de tres volúmenes por estar constituidos de motor, habitáculo y cajuela y su configuración es usualmente de dos o cuatro puertas. El maletero se extiende horizontalmente desde la parte inferior del vidrio trasero algunas decenas de centímetros hacia atrás obteniendo su forma característica.

El reparto de cargas en los vehículos está en función del lugar donde se encuentra situado el motor, clasificándoles en tres tipos: tracción delantera, trasera o a las cuatro ruedas. La tracción en los vehículos varía en función de las ruedas encargadas de transmitir al suelo la potencia procedente del motor. La tracción delantera es la más utilizada ya que le confiere al vehículo

mucha estabilidad y reacciones previsibles en la marcha, con este sistema la potencia se transmite al eje delantero (Borja, Fenoll, & Seco de Herrera, 2009).

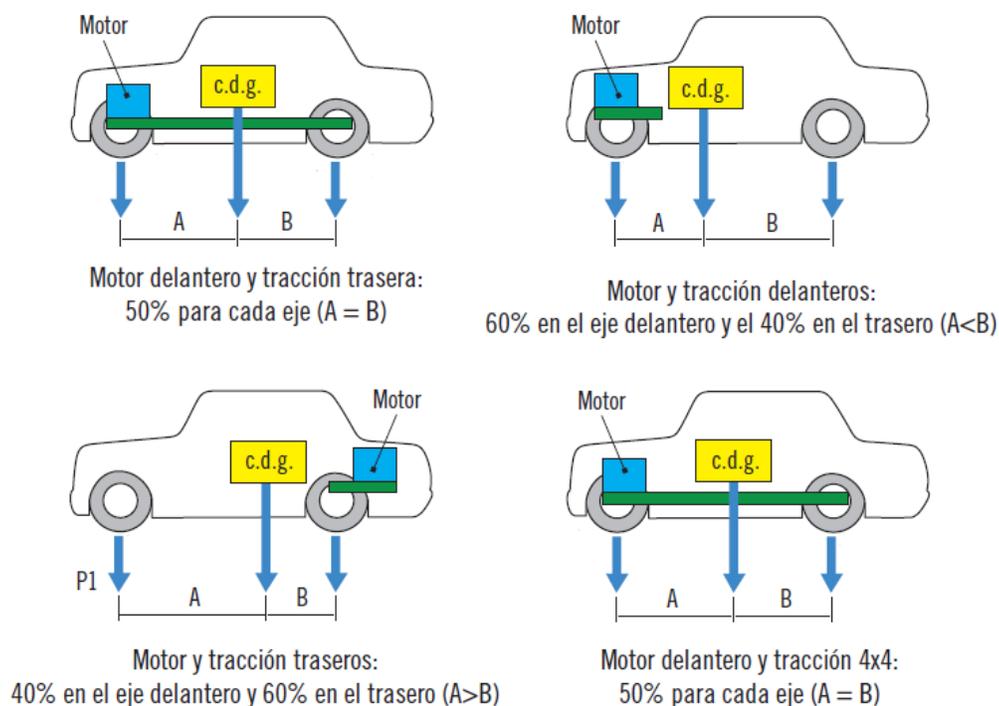


Figura 1.4. Reparto de cargas en el vehículo.

(Jiménez Padilla, 2012)

Los vehículos tipo sedán son de tracción delantera, por tanto la distribución del peso se concentra en un 60% en el eje delantero del vehículo y el 40% del peso en el eje trasero. Se procede a escoger los vehículos tipo sedán para el desarrollo de este trabajo en base a sus características técnicas y a su alta comercialización en el país.

1.4 ACTUADORES

1.4.1 GATO MECÁNICO

Un gato mecánico es una máquina dotada de un eje cremallera como mecanismo elevador, el cual es accionado mediante una rueda dentada que es el engranaje impulsor, la corona de los

gatos mecánicos está apoyado sobre rodamientos axiales que se montan sobre una carcasa diseñada para soportar grandes esfuerzos en movimientos de elevación y descenso.

Los gatos mecánicos están diseñados específicamente para soportar y transmitir esfuerzos de tracción y compresión que se generan a partir de movimientos lineales de un husillo o una tuerca colocados como elemento transmisor de par de dicho reductor.

Los gatos mecánicos pueden ser accionados ya sea de manera manual, por medios mecánicos o motorizados. Se puede realizar la conexión de varios gatos mecánicos accionados simultáneamente por un único equipo motriz, con el objetivo de aumentar la fuerza de elevación en el caso de grandes plataformas.

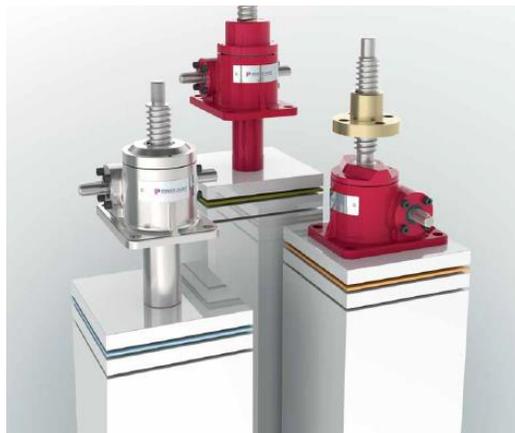


Figura 1.5. Gato mecánico.

1.4.2 MOTOR DC

Los motores dc se usan para convertir la energía dc en energía mecánica. Son muy adecuados para usarse como motores de velocidad constante o de velocidad ajustable. Los tipos disponibles de motores dc proporcionan la variedad de características par-velocidad en las aplicaciones que requieren:

- Aceleración suave, retardo o desaceleración
- Cambios de velocidad controlados en variedades grandes o pequeñas
- Acoplamiento preciso y efectivo de la velocidad
- Control o límite de par

Unas de las principales desventajas son el poco torque que poseen y las elevadas velocidades de giro, aunque esto se puede solucionar añadiendo cajas reductoras que permiten reducir la velocidad e incrementar el torque del motor(Alliezpres, 2015).



Figura 1.6. Motor DC.

(Motores eléctricos: selección, mantenimiento y reparación (2a ed.), 2009)

1.5 CELDA DE CARGA

Una celda de carga es un transductor utilizado para convertir una fuerza en una señal eléctrica, mediante medidores de deformación (galgas) obtenemos una señal eléctrica con la cual podemos obtener el valor de la fuerza.

La medición se realiza con pequeños patrones de resistencias que son usados como indicadores de tensión con eficiencia denominados medidores. Los medidores están unidos a una viga o elemento estructural que se deforma cuando se aplica peso, a su vez, deformando el indicador de tensión. Cuando se deforma el medidor de deformación la resistencia eléctrica cambia en proporción a la carga (Germán Corona Ramírez, Abarca Jiménez, & Mares Carreño, 2014).

Esto se logra por medio de un puente Wheastone, el cual se utiliza para medir resistencias desconocidas mediante el equilibrio de “brazos” del puente. Estos están contruidos por cuatro resistencias que forman un circuito cerrado. En el caso de las celdas de carga las resistencias son los medidores de deformación.

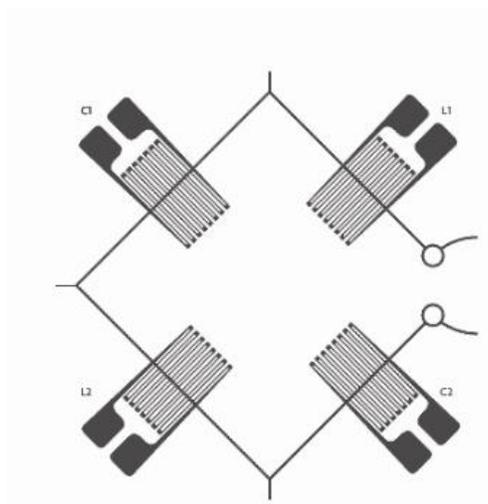


Figura 1.7. Puente de Wheatstone para la celda de carga.

(Germán Corona Ramírez et al., 2014)

1.6 BATERÍA

Es un acumulador de electricidad a partir del cual se toma la corriente que se utiliza en todo el vehículo. Los propios mecanismos del vehículo se encargan de recargarla con el movimiento mismo, pero es necesaria siempre para iniciar el arranque y el movimiento del vehículo (Molina Mengíbar, 2013).

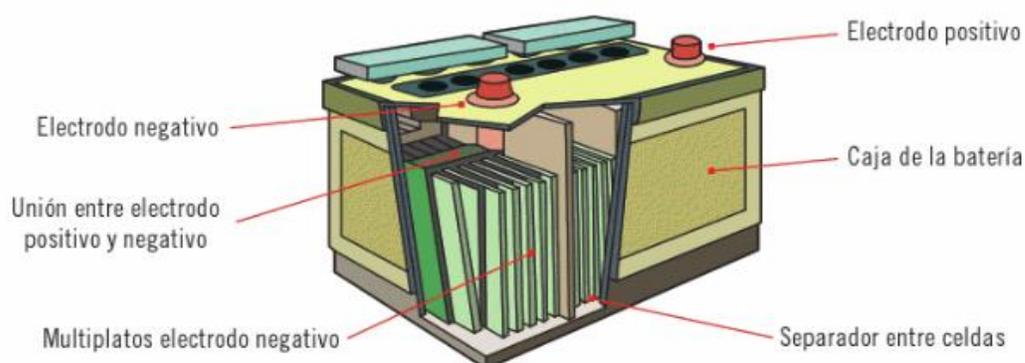


Figura 1.8. Elementos de una batería.

(Molina Mengíbar, 2013)

Las características que definen una batería son:

- Tensión nominal: 6 o 12 V.
- Capacidad: se mide en amperios/hora e indica los amperios hora que puede suministrar.
- Intensidad: es la corriente máxima que suministra en un instante para accionar el motor de arranque sin que la tensión descienda por debajo de 10.5 V.

1.7 SISTEMA DE CONTROL

Un sistema de control es un conjunto de dispositivos que permite manejar el comportamiento de un sistema, parametrizando según nuestros requerimientos, reduciendo sus fallas e indicando que trabaje de forma deseada.

1.7.1 SISTEMA DE CONTROL EN LAZO ABIERTO

Es aquel sistema en el cual la acción de control es, en cierto modo, independiente de la salida, por tanto la salida del sistema no es medida o retroalimentada para comparar su valor con la entrada.

En cualquier sistema de control en lazo abierto la salida no es comparada con la señal de referencia o entrada, entonces, para cada referencia de entrada corresponde una condición de operación fija; como resultado el flujo del sistema depende de una calibración. Ante la presencia de perturbaciones un sistema de control en lazo abierto no realiza la tarea deseada. El control en lazo abierto puede ser usado, en la práctica, solo si la relación entre la entrada y la salida es conocida y si no existe ninguna perturbación interna o externa (Ogata, 2010).



Figura 1.9. Sistema de control en lazo abierto.

(Carrillo & Moy, 2009)

1.7.2 SISTEMA DE CONTROL EN LAZO CERRADO

Es aquel sistema en el cual la acción de control depende de la salida. Dicho sistema utiliza un sensor que detecta la respuesta real para compararla, con una referencia a manera de entrada. Los sistemas de control de lazo cerrado a menudo son referidos también como sistemas de control por retroalimentación (Gaviño, 2010).

En un sistema de control de lazo cerrado la señal de error, la cual es la diferencia entre la señal de entrada y la señal de retroalimentación (la cual puede ser la señal de salida como tal o una función de la señal de salida y ser derivativas y/o integrales), es alimentado por el controlador para reducir el error y llevar la salida del sistema al valor deseado. El termino control lazo cerrado siempre implica el uso de una acción de control de retroalimentación con el fin de reducir el error del sistema (Ogata, 2010).

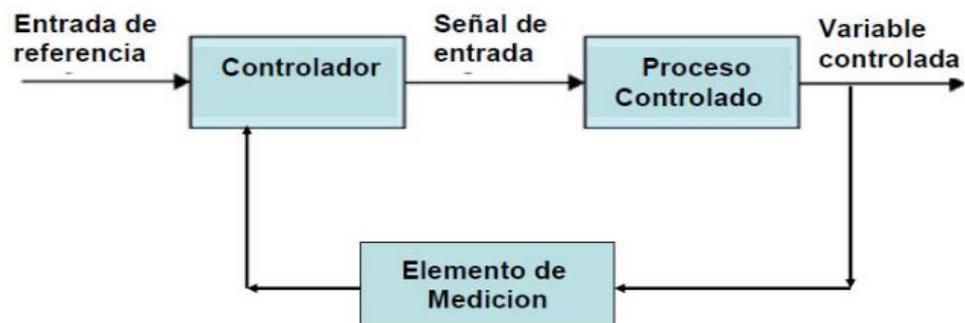


Figura 1.10. Sistema de control en lazo cerrado.

(Carrillo & Moy, 2009)

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

El desarrollo de este proyecto inicia con una revisión bibliográfica basada en publicaciones, trabajos de grado e investigaciones afines de diferentes dispositivos usados para el traslado de personas con discapacidad motriz, a manera de comprender los principios empleados para el diseño y construcción de los mismos.

Específicamente, en esta fase se recopila información acerca de los sistemas empleados para proporcionar soporte, estabilidad y movilidad de las personas al ser trasladadas. Se tomará en cuenta la portabilidad para el diseño de la base, características que faciliten un óptimo funcionamiento, y a su vez la utilización de materiales de comercialización nacional que permitan la fabricación.

2.2 GEOMETRÍA DE LOS VEHÍCULOS

La base estará diseñada de acuerdo a la geométrica de los vehículos tipo sedán debido a que estos son los más utilizados en el país. Los datos que se tomaron a consideración son la distancia entre el piso y el chasis, la distancia entre la ubicación de la gata y el dispositivo de elevación, y el ángulo entre el chasis del vehículo y el dispositivo de elevación.

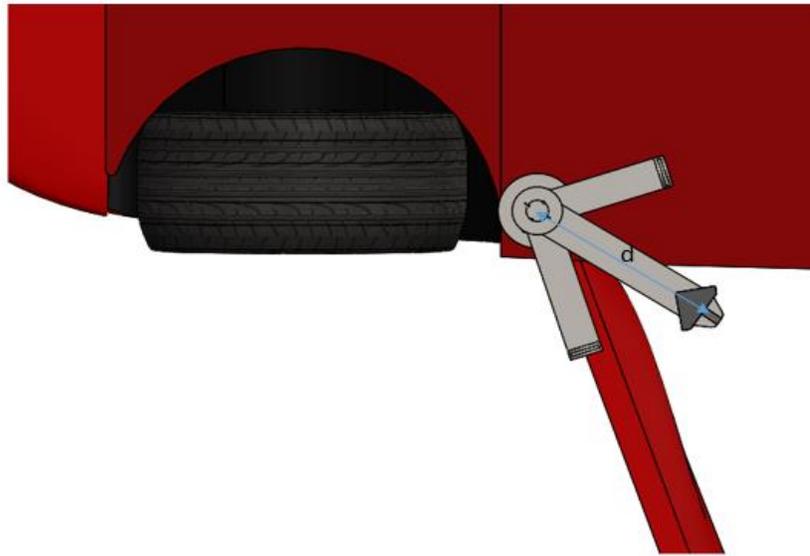


Figura 2.1. Distancia entre la ubicación de la gata y el dispositivo de elevación.

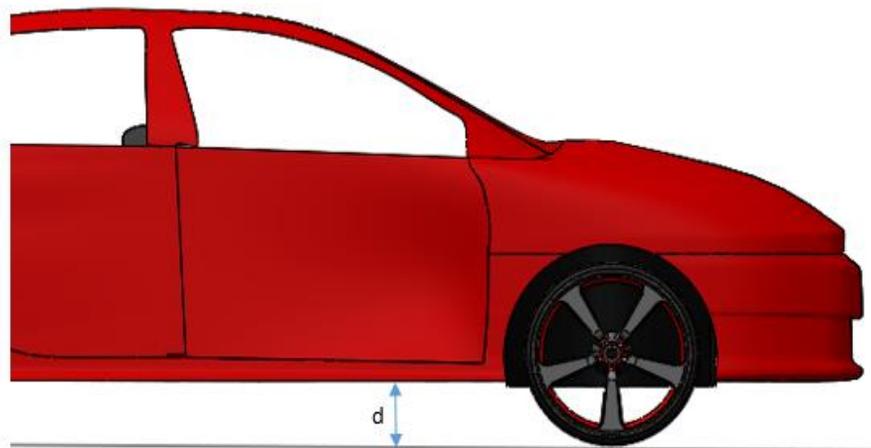


Figura 2.2. Distancia entre el piso y el chasis del vehículo.

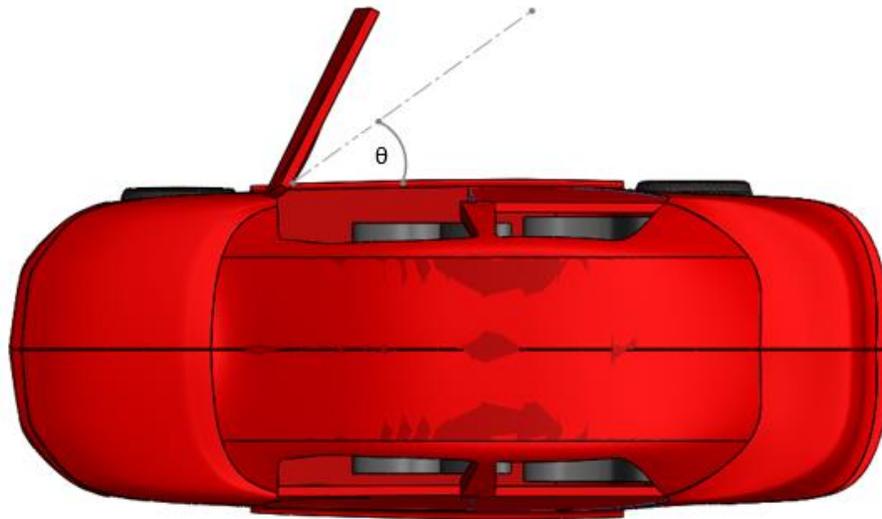


Figura 2.3. Ángulo entre el chasis del vehículo y el dispositivo de elevación.

2.3 PESO Y DISTRIBUCIÓN DEL MISMO EN VEHÍCULOS TIPO SEDÁN

Se requiere conocer los pesos de los vehículos tipo sedán para determinar la carga necesaria que originará la fuerza con la cual se contrarresta el momento producido por el dispositivo de elevación.

Los tipos de tracción en los vehículos varían en función de las ruedas encargadas de transmitir al suelo la potencia procedente del motor, en los vehículos con tracción delantera la potencia del motor se transmite al eje delantero. La distribución del peso teórico de los vehículos con tracción delantera es aproximadamente de 60% en la parte delantera y el 40% en la parte trasera.

2.4 REQUERIMIENTOS DE CARGA PARA EL FUNCIONAMIENTO ESTABLE DE LA GRÚA

En base a los resultados del trabajo de grado titulado “Diseño y construcción de un dispositivo portátil para traslado de personas con discapacidad motriz entre sillas de ruedas y

automóviles”, autoría de Daniela Pineda; se obtuvo las fuerzas y momentos máximos para analizar y considerar las posiciones críticas en las que la grúa generará los mayores momentos y esfuerzos que tendrá que soportar la base portátil.

2.5 PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Se presentan tres modelos para los cuales se consideran las características deseadas y las restricciones para la base portátil bajo las que debe ser construida. Para determinar una solución viable, esta debe cumplir con parámetros de diseño a manera de lograr un óptimo funcionamiento y uso por parte de los operarios, acorde a las dimensiones de los vehículos tipo sedán.

Es preciso analizar los movimientos de la grúa para brindar estabilidad y soporte al dispositivo de elevación. Además, se realiza el diseño bajo carga estática de los elementos simples de la base y se establece las dimensiones del dispositivo.

2.6 PARÁMETROS DE SELECCIÓN

El estudio preliminar de los materiales a considerar para la fabricación de la base portátil es de mucha importancia para la pre-selección de los mismos, por lo que se busca en catálogos de proveedores nacionales, de igual manera se consulta la disponibilidad y costos de los materiales en diferentes locales de la ciudad de Ibarra.

La herramienta computacional a utilizar contiene las características de una amplia variedad de materiales comerciales para la selección del material más apropiado, en función del límite de fluencia, el factor de seguridad y el desplazamiento máximo de la base portátil.

2.7 MODELADO Y SIMULACIÓN DE LA SOLUCIÓN

Una vez definida la solución se desarrollan cálculos preliminares usando teoría de mecánica de materiales y posteriormente una herramienta computacional basada en el Método de

Elementos Finitos (SolidWorks®). Esta herramienta se empleara para realizar un análisis minucioso de las piezas, atribuyéndoles mayor complejidad para determinar las zonas críticas de la base y así evaluar el factor de seguridad en dichos lugares, considerando también las máximas deformaciones.

2.8 DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO Y DE CONTROL

El sistema electrónico se basa en la selección del actuador, el cual se determina según la geometría de los vehículos tipo sedán. El vehículo determina la carga del actuador y permite seleccionar el tipo de control necesario; para realizar el control del movimiento del actuador se procede a diseñar el sistema de alimentación eléctrica, el sistema de control y de potencia para los cuales se creará una tarjeta de control que integre cada uno de ellos.

2.9 CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLAJE DE LA SOLUCIÓN

Finalizado el diseño, se elaboran los planos que permitirán la compra de los materiales para el mecanizado de las piezas y el posterior ensamblaje de la estructura; también se adquieren los materiales de la parte eléctrica y de la placa de control, es decir, un puente H el cual permite controlar el giro del actuador, un controlador para ingresar la programación del control de giro de dicho motor.

2.10 PRUEBAS

Para las pruebas de la base portátil se selecciona un vehículo tipo sedán, donde se colocará la base bajo su chasis. Se procederá a accionar el motor del gato mecánico de elevación hasta conseguir la fuerza necesaria para producir el contra momento que brinde estabilidad y soporte a la grúa de elevación, una vez obtenida esta fuerza se instalará la grúa sobre la base para proceder a trasladar al usuario.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1 GEOMETRÍA DEL VEHÍCULO

Mediante la metodología de la sección 2.2 se recolectaron los datos para siete modelos distintos de vehículos tipo sedán más comercializados en el país, en la tabla 3.1 se muestra el resultado de las mediciones.

Tabla 3.1. Geometría interacción base – vehículo.

Marcas y modelo	Peso bruto vehicular (kg)	Profundidad de ubicación (cm)	Distancia entre el piso y el chasis (cm)	Distancia entre la ubicación de la gata y el dispositivo de elevación (cm)	Ángulo entre el chasis del vehículo y el dispositivo de elevación (°)	Fuerza (N)
Chevrolet Aveo Activo	1535	15	19	19,52	50,19	4518
Chevrolet Sail	1435	15	18	20,88	45,90	4223
Chevrolet Corsa	1463	15	18	20,48	47,07	4306
Hyundai Accent	1600	15	19	18,73	53,20	4709
Kia Rio	1066	15	18	28,11	32,24	3137
Chevrolet Aveo Family	1455	15	18	20,59	46,73	4282
Renault Logan	1098	15	18	27,29	33,33	3231

Se obtuvo como resultado de la toma de datos que el menor peso de trabajo es de 1066 kg referente a un Kia Rio, con el cual se calculó la distancia mínima necesaria entre la ubicación de la gata y el dispositivo de elevación para contrarrestar en momento máximo producido por la grúa de elevación.

DATOS CRÍTICOS:

- Menor peso de trabajo vehicular es 1066 kg.
- Profundidad de ubicación entre el chasis del vehículo y el dispositivo de elevación es de 15 cm.
- Distancia entre el piso y el chasis del vehículo es de 18 cm.
- Distancia entre la ubicación de la gata y el dispositivo de elevación es de aproximadamente 28 cm.
- Ángulo entre el chasis del vehículo y el dispositivo de elevación de aproximadamente 32°.

3.2 REQUISITOS DE DISEÑO

- Contrarrestar el momento máximo producido por la grúa de elevación en todas las posiciones críticas analizadas.
- Debe tener todas las normas de seguridad, entre ellos indicar si el dispositivo está listo para ser utilizado.
- El equipo puede ser desarmable para fácil manejo y portabilidad del acompañante.
- Debe ser de fácil manejo para que el usuario pueda desarmar y armar el equipo.
- El costo del producto debe ser moderado.
- La base portátil soportará una grúa de elevación producto del trabajo de grado titulado “Diseño y construcción de un dispositivo portátil para traslado de personas con discapacidad motriz entre sillas de ruedas y automóviles”, autoría de Daniela Pineda.

3.3 REQUISITOS CINEMÁTICOS

La base portátil está ajustada para colocarse bajo el chasis de un vehículo tipo sedán, esta se ubicará bajo el asiento del copiloto en la parte delantera del vehículo (figura 3.1); una vez que se coloca la base portátil se debe situar el parante sobre el bastidor de la base procurando que este quede entre la puerta y el chasis de vehículo, como se puede apreciar en la figura 3.2. Concluida la colocación de la base se procede a activar el gato mecánico para fijar y asegurar la base bajo el vehículo en la cual posteriormente se colocará el dispositivo de elevación (figura 3.3).

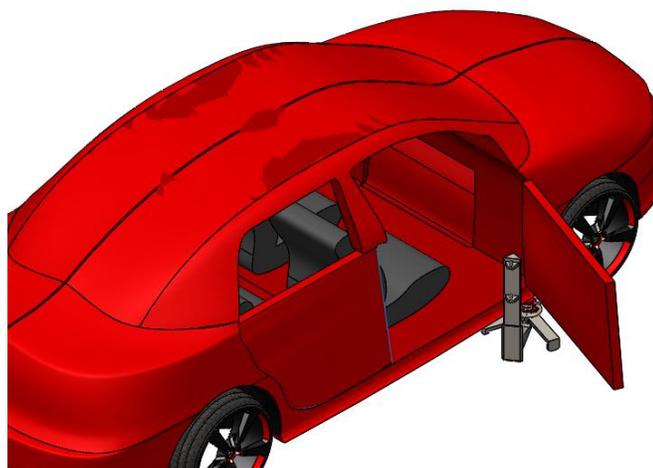


Figura 3.1. Ubicación de la base portátil.

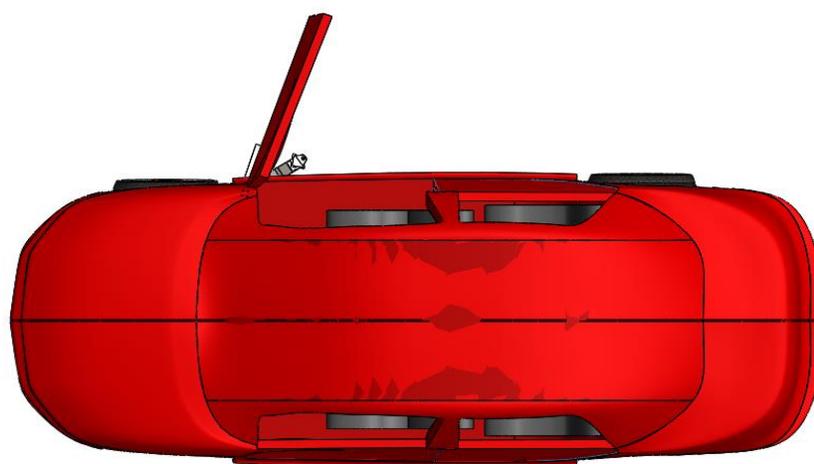


Figura 3.2 Vista superior de la ubicación de la base.

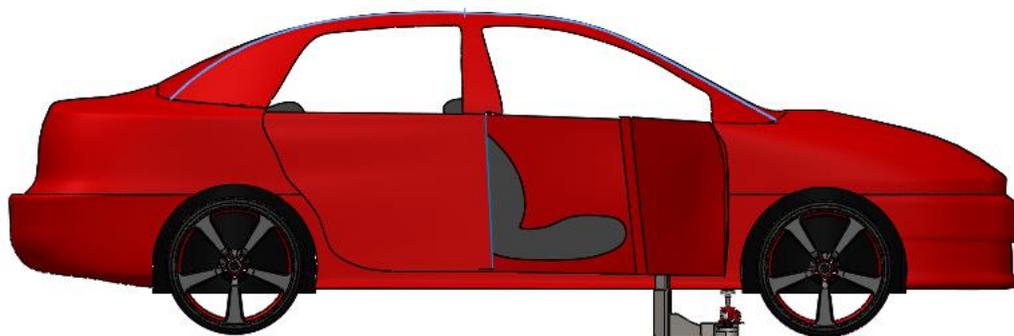


Figura 3.3. Vista lateral de la ubicación de la base.

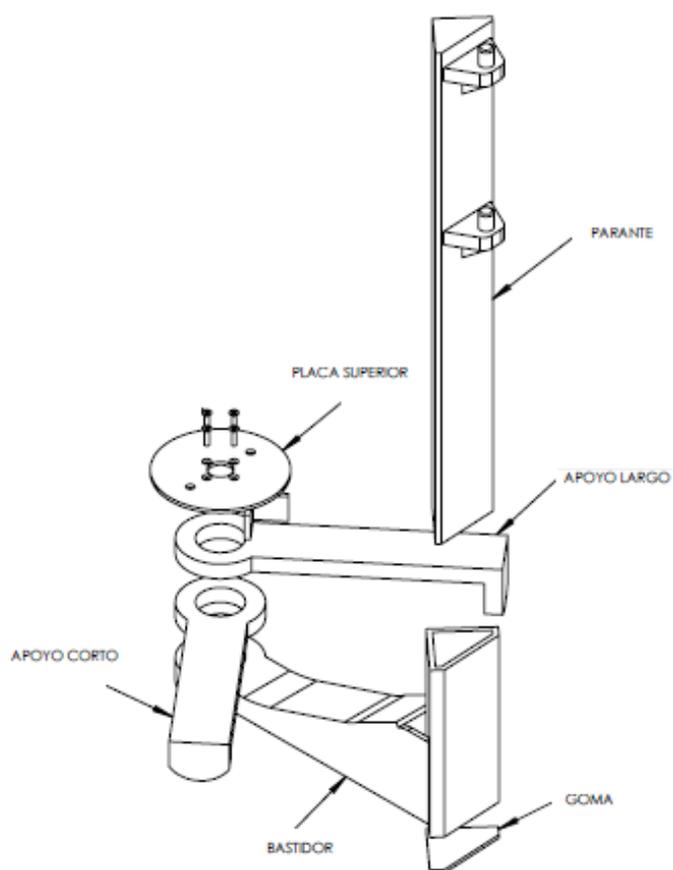


Figura 3.4. Diseño de la base portátil.

- **Soporte para enganche:** permiten enganchar la grúa en la base portátil, al tiempo que permite su rotación alrededor del eje vertical.
- **Bastidor:** estructura en la cual se colocan los apoyos para brindar estabilidad a la grúa de elevación y permitir la rotación de los mismos para su transporte y portabilidad, también se encuentra el soporte para el parante.
- **Parante:** estructura en la cual se encuentran los soportes de enganche para la sujeción y soporte de la grúa, el parante se fija en el bastidor para de esta manera conseguir que la grúa quede enganchada a toda la estructura de la base.
- **Apoyo largo:** estructura que se fija a su vez en el bastidor y su función es la de brindar apoyo a la base cuando se produce el máximo momento en la primera posición crítica analizada.
- **Apoyo corto:** estructura que se fija a su vez en el bastidor y su función es la de brindar apoyo a la base cuando se produce el máximo momento en la segunda posición crítica analizada.
- **Placa superior:** base que brinda soporte a los apoyos de la base, también sirve para el montaje del gato mecánico.
- **Goma de estabilización:** goma de alta densidad que sirve para evitar la fatiga del bastidor cuando se producen los máximos momentos en la base, además de evitar el deslizamiento de la base.

3.4 DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE

En la figura 3.5 se muestra el diagrama de cuerpo libre de la base en la primera posición crítica analizada en la cual la grúa se encuentra alineada a la silla de ruedas por lo que la fuerza P del usuario es $P = 882 \text{ N}$. Aplicando las ecuaciones de equilibrio se obtuvo las siguientes reacciones:

$$C_z = 681 \text{ N}$$

$$B_z = -2681 \text{ N}$$

$$C_x = 2414 \text{ N}$$

$$B_x = -2414 \text{ N}$$

La vinculación de la grúa la convierte en un sistema hiperestático en dirección Y. Para facilitar el cálculo se asumió $B_y = C_y$, de donde se obtiene el valor para $B_y = C_y = 441 \text{ N}$. En conclusión, para esta posición crítica analizada se diseñó el apoyo largo para brindar soporte a la base al generarse un momento máximo de 882Nm.

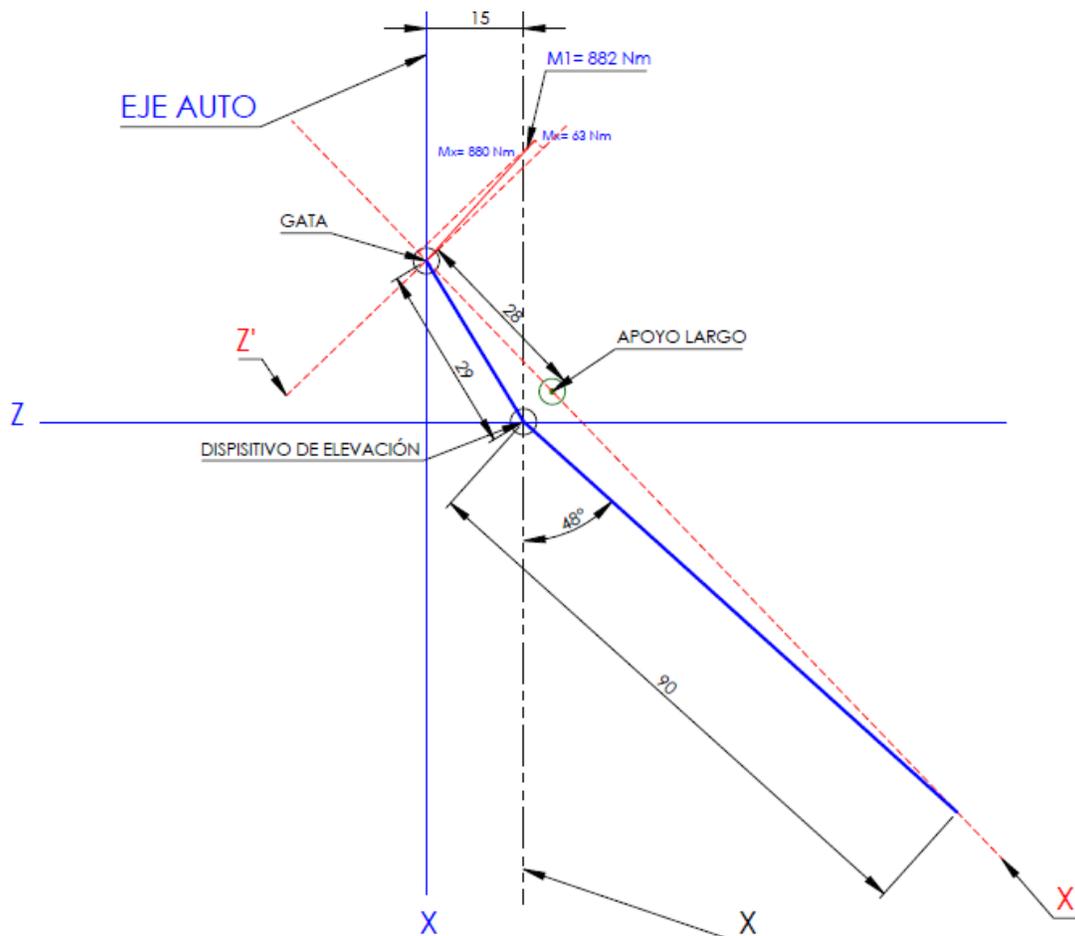


Figura 3.5. Diagrama de cuerpo libre, primera posición crítica.

En la figura 3.6 se muestra el diagrama de cuerpo libre de la base en la segunda posición crítica analizada. En esta posición la grúa se encuentra paralela al eje del chasis del vehículo. Las reacciones correspondientes son:

$$RCz = 1203 \text{ N}$$

$$RBz = -1203 \text{ N}$$

$$RCx = 2085 \text{ N}$$

$$RBx = -2085 \text{ N}$$

$$By = Cy = 441 \text{ N}$$

Las reacciones obtenidas son las cargas de trabajo para la base por tanto para la segunda posición crítica analizada se diseñó el apoyo corto para brindar soporte a la base al generar un momento máximo de 588Nm.

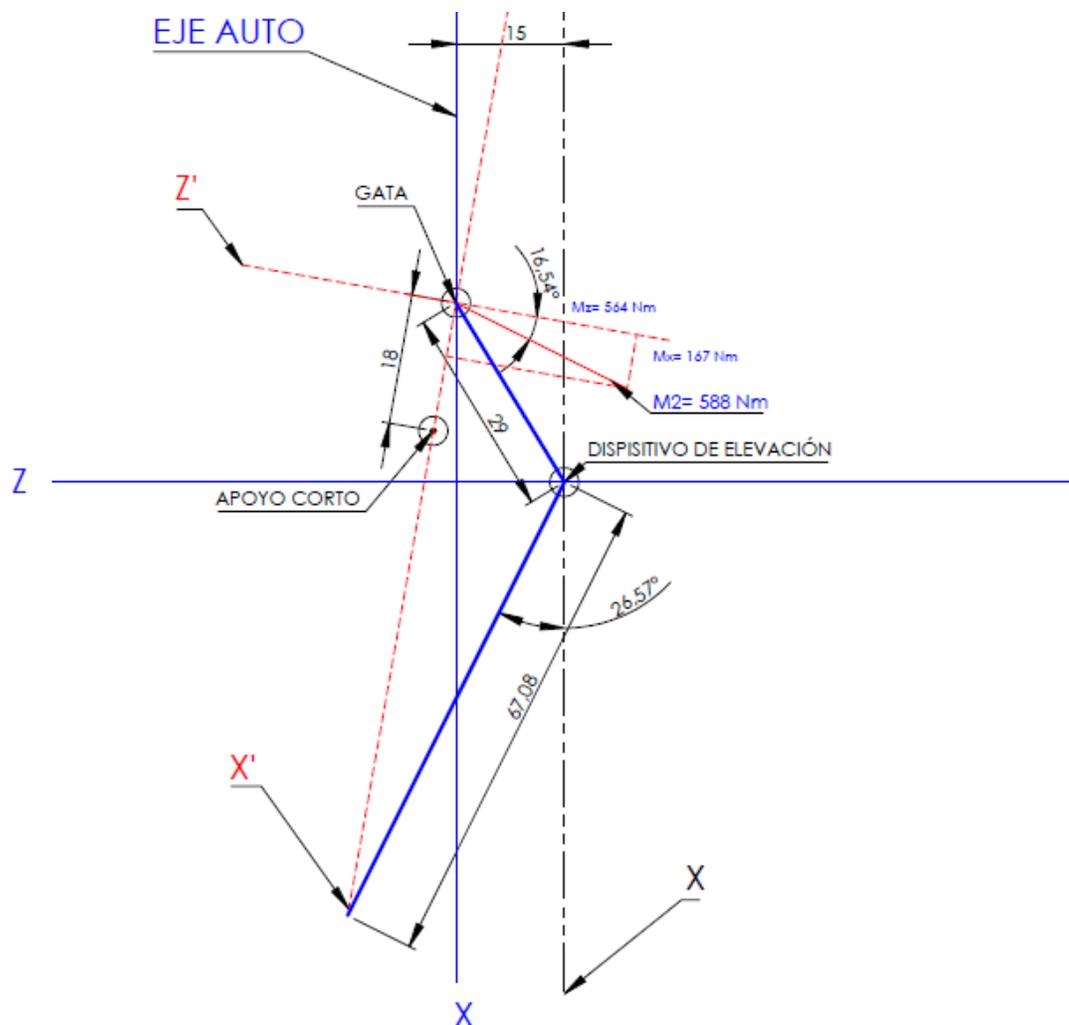


Figura 3.6. Diagrama de cuerpo libre, segunda posición crítica.

3.5 PLANTEAMIENTO DE LAS PROPUESTAS DE SOLUCIÓN

A partir de la situación problemática y de los requerimientos de diseño y cinemáticos, se proponen tres posibles soluciones que se presentan a continuación.

3.5.1 PROPUESTA DE SOLUCIÓN N°1

La estructura de la base está formada por perfiles rectangulares y un bastidor central (figura 3.7), la estructura está compuesta por 5 piezas para completar el ensamblaje de la misma. Presenta un bastidor central donde encajan los dos apoyos de la base, además el parante es un perfil rectangular en donde se colocan los dos soportes de enganche para el dispositivo de elevación. Además presenta dos partes móviles que dan soporte a todo el dispositivo cuando la grúa de elevación genera los máximos momentos.

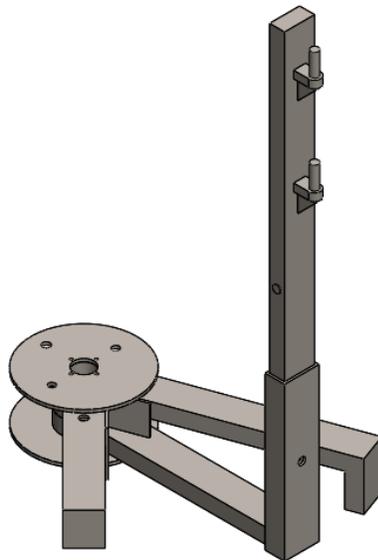


Figura 3.7. Vista isométrica de la propuesta de solución N°1.

3.5.2 PROPUESTA DE SOLUCIÓN N°2

Los apoyos de la base están formados por perfiles rectangulares y un bastidor central que une el parante y los apoyos para brindar estabilidad (figura 3.8), la estructura está compuesta por 5 piezas para completar el ensamblaje de la misma. Presenta un bastidor central que posee una nervadura para reforzar la estructura, además el parante es una columna triangular en donde se colocan los dos soportes de enganche para el dispositivo de elevación.

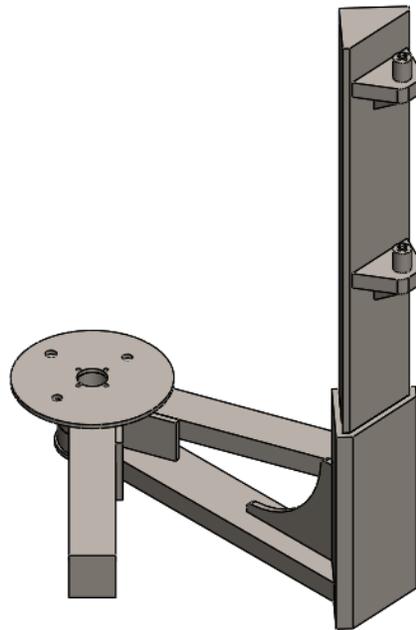


Figura 3.8. Vista isométrica de la propuesta de solución N°2.

3.5.3 PROPUESTA DE SOLUCIÓN N°3

La estructura de la base posee un bastidor central reforzado para unir los apoyos y el parante, está compuesta por 6 piezas para completar el ensamblaje de la misma (figura 3.9). Los apoyos están formados por perfiles rectangulares que presentan una forma redonda en sus extremos y un parante el cual es una columna triangular en donde se colocan los dos soportes de enganche para el dispositivo de elevación, además de una goma de alta densidad para estabilizar la base y evitar que se deslice.

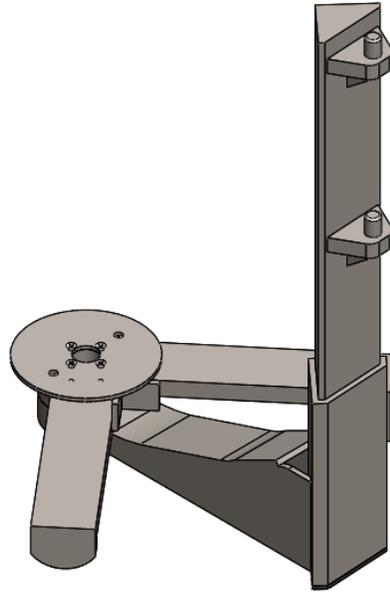


Figura 3.9. Vista isométrica de la propuesta de solución N°3.

3.5.4 SELECCIÓN DE LA MEJOR SOLUCIÓN

Considerando las restricciones y criterios planteados, se lleva a cabo la evaluación de las tres propuestas de solución planteadas mediante el Método de Elementos Finitos (MEF), analizando además las ventajas y desventajas que ofrece cada una de las opciones. De acuerdo a estos criterios, se selecciona la alternativa N°3 debido a que:

- Son estéticamente parecidas pero al analizar cada una mediante el MEF los mejores resultados con respecto a esfuerzos y deformaciones las presentan la solución N°3.
- La propuesta de solución posee un parante que está constituido por una columna triangular en la cual la cara se encuentra orientada hacia la línea de acción de la grúa para evitar grandes deformaciones en dicho parante.
- La propuesta de solución posee un bastidor central que brinda estabilidad al parante, distribuyendo el esfuerzo máximo en toda la estructura.
- Esta propuesta posee dos apoyos, los cuales tienen una forma redondeada en los extremos para evitar la concentración de esfuerzos en cada posición crítica.
- Es un diseño estable, rígido, ofreciendo seguridad y un mejor rendimiento frente a las condiciones de trabajo.

3.6 MODELOS GEOMÉTRICOS Y CONDICIONES DE BORDE DE LA SOLUCIÓN

En la figura 3.10 se muestra el modelo geométrico del parante y las condiciones de borde impuestas para la primera posición crítica. Las fuerzas aplicadas por la grúa, de color violeta son:

$$F1 = 980 \text{ N}$$

$$F2 = 3277 \text{ N}$$

$$F3 = 2950 \text{ N}$$

$$F4 = -3277 \text{ N}$$

$$F5 = -2950 \text{ N}$$

El empotramiento se realiza en la parte inferior del parante, únicamente en la zona de contacto con el bastidor. Las fuerzas se encuentran aplicadas en los ganchos de soporte en donde se ubica la grúa de elevación.

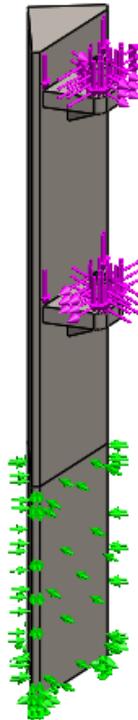


Figura 3.10. Modelo geométrico y condiciones de borde del parante en la primera posición crítica.

En la figura 3.11 se muestra la dirección y la zona de aplicación de F_1 , esta fuerza se distribuye sobre los dos apoyos de los ganchos.



Figura 3.11. Dirección y zona de aplicación de F_1 .

En la figura 3.12 se muestra la dirección y la zona de aplicación de F_2 , esta fuerza se aplica sobre el área del gancho de soporte superior.

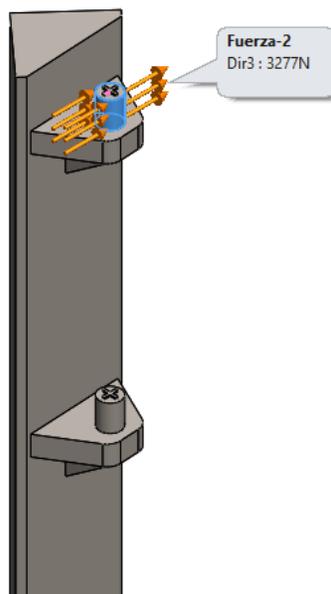


Figura 3.12. Dirección y zona de aplicación de F_2 .

En la figura 3.13 se muestra la dirección y la zona de aplicación de F_3 , esta fuerza se aplica sobre el área del gancho de soporte superior.

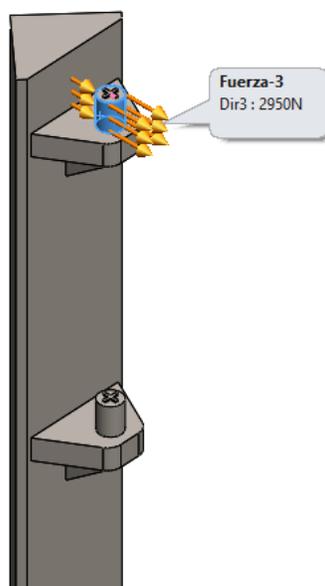


Figura 3.13. Dirección y zona de aplicación de F_3 .

En la figura 3.14 se muestra la dirección y la zona de aplicación de F_4 , esta fuerza se aplica sobre el área del gancho de soporte inferior.

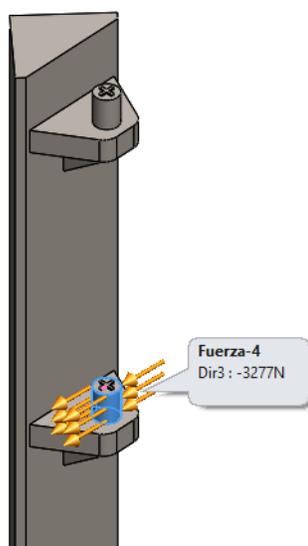


Figura 3.14. Dirección y zona de aplicación de F_4 .

En la figura 3.15 se muestra la dirección y la zona de aplicación de F_5 , esta fuerza se aplica sobre el área del gancho de soporte inferior.

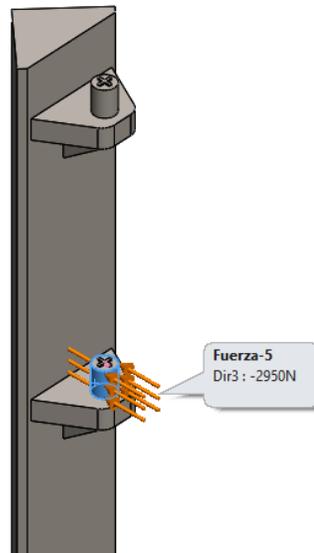


Figura 3.15. Dirección y zona de aplicación de F_5 .

En la base portátil el empotramiento se realiza en los apoyos correspondientes de acuerdo a la posición crítica tratada. En la primera posición crítica la base tiene que soportar el máximo momento producido por la grúa de elevación en donde esta se encuentra totalmente extendida hacia la silla de ruedas. Las fuerzas se colocan en los ganchos de soporte localizados en el parante y la fuerza mínima de contra momento con un valor de 3041 N se sitúa en la columna central del bastidor (figura 3.16).

Para las condiciones de borde de la base portátil se empotró el extremo del apoyo largo, este soportará y brindará estabilidad a la base al producirse el mayor momento que genere la grúa de elevación. La columna central del bastidor, el apoyo corto y la goma de estabilización se encuentran simplemente como puntos de apoyo sobre una pared virtual.

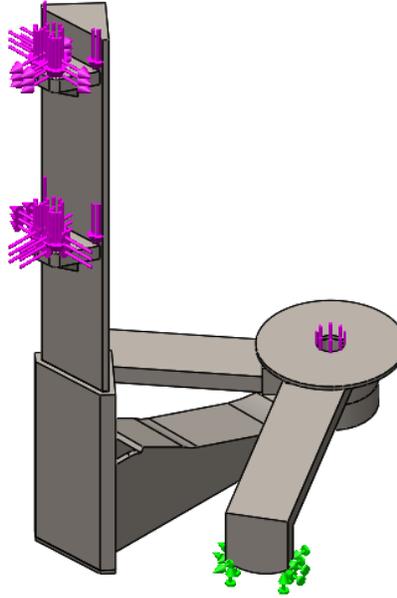


Figura 3.16. Modelo geométrico y condiciones de borde de la base portátil en la primera posición crítica.

En la figura 3.17 se muestran las condiciones de borde impuestas para la segunda posición crítica analizada. Las fuerzas aplicadas por la grúa, de color violeta son:

$$F1 = 980 \text{ N}$$

$$F2 = -1470 \text{ N}$$

$$F3 = 2548 \text{ N}$$

$$F4 = 1470 \text{ N}$$

$$F5 = -2548 \text{ N}$$

El empotramiento se realiza al igual que en la primera posición crítica en la parte inferior del parante, únicamente en la zona de contacto con el bastidor.

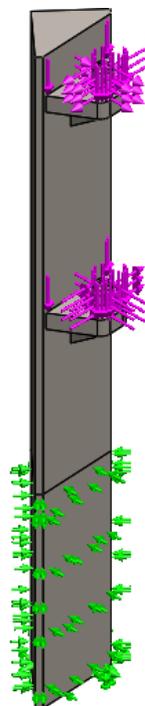


Figura 3.17. Modelo geométrico y condiciones de borde del parante en la segunda posición crítica.

En la figura 3.18 se muestra la dirección y la zona de aplicación de F_1 , esta fuerza se distribuye sobre los dos apoyos de los ganchos.

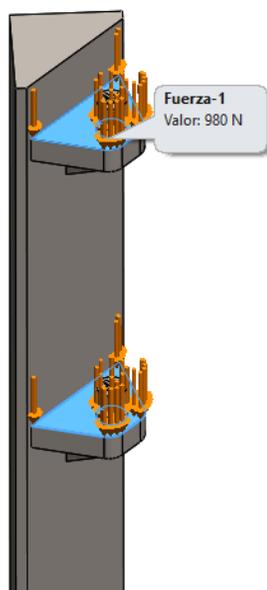


Figura 3.18. Dirección y zona de aplicación de F_1 .

En la figura 3.19 se muestra la dirección y la zona de aplicación de F2, esta fuerza se aplica sobre el área del gancho de soporte superior.

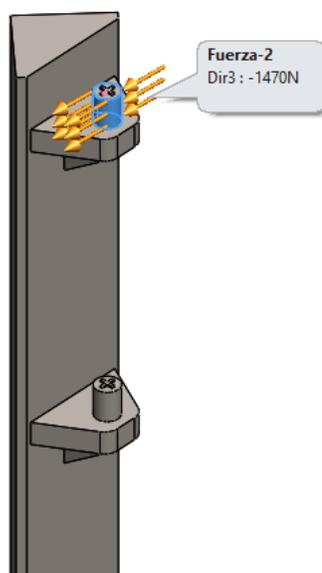


Figura 3.19. Dirección y zona de aplicación de F2.

En la figura 3.20 se muestra la dirección y la zona de aplicación de F3, esta fuerza se aplica sobre el área del gancho de soporte superior.

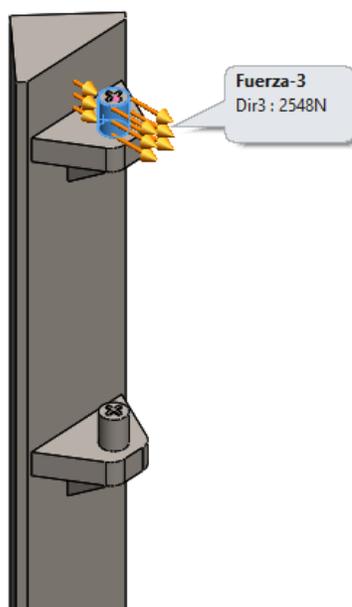


Figura 3.20. Dirección y zona de aplicación de F3.

En la figura 3.21 se muestra la dirección y la zona de aplicación de F4, esta fuerza se aplica sobre el área del gancho de soporte inferior.

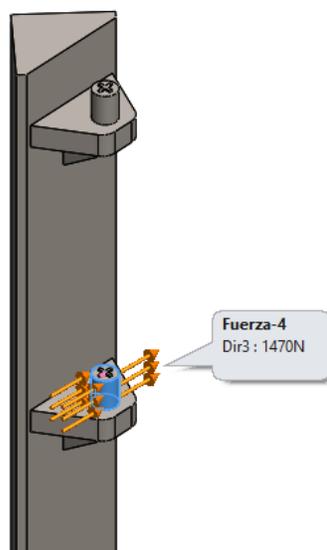


Figura 3.21. Dirección y zona de aplicación de F4.

En la figura 3.22 se muestra la dirección y la zona de aplicación de F5, esta fuerza se aplica sobre el área del gancho de soporte inferior.



Figura 3.22. Dirección y zona de aplicación de F5.

En la segunda posición crítica la base tiene que soportar el máximo momento producido por la grúa de elevación. En dicha posición el dispositivo está paralelo al chasis del vehículo cuando el usuario se encuentra dentro de este. Las fuerzas se colocan en los ganchos de soporte localizados en el parante y la fuerza se sitúa en la columna central del bastidor (figura 3.23).

Para las condiciones de borde de la base portátil se empotró el extremo del apoyo corto, este soportará y brindará estabilidad a la base al producirse el mayor momento que genere la grúa de elevación en la segunda posición crítica. La columna central del bastidor, el apoyo largo y la goma de estabilización se encuentran simplemente como puntos de apoyo sobre una pared virtual.

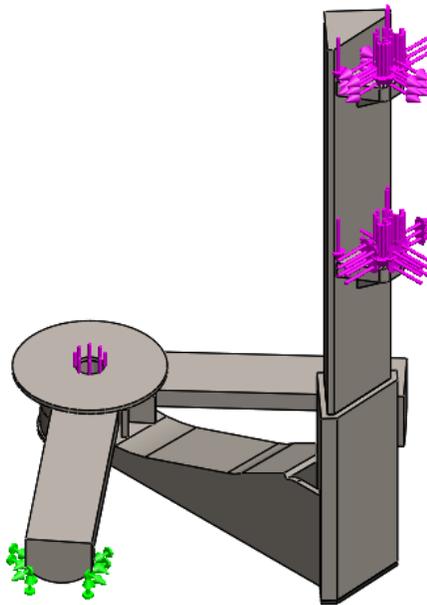


Figura 3.23. Modelo geométrico y condiciones de borde de la base portátil en la segunda posición crítica.

3.7 ANÁLISIS DE ELEMENTOS FINITOS

Al realizar la simulación de la base portátil se determina los esfuerzos combinados de Von Mises, dicha teoría es la más precisa para materiales dúctiles. El modelo falla cuando los esfuerzos superan el límite elástico del material y es fácilmente comprobable a través del factor de seguridad. Con una confianza promedio en todos los datos del diseño, el factor de seguridad puede ser de 2 a

2,2. El límite de desplazamiento fijado en los requerimientos de diseño es de cinco milímetros como máximo, y esto influye en la confianza del usuario al momento de usar el dispositivo.

Al realizar el mecanismo, se usa un análisis estático aplicando cargas de compresión y tracción correspondientes a las cargas que generen la grúa de elevación sobre la base portátil.

3.8 FACTOR DE SEGURIDAD

El factor de seguridad considera las diferentes resistencias de los aceros empleados con sus esfuerzos máximos admisibles por lo que se obtuvo un factor de seguridad mínimo de 2,2 en la primera posición crítica analizada, este se produce en la columna del parante.

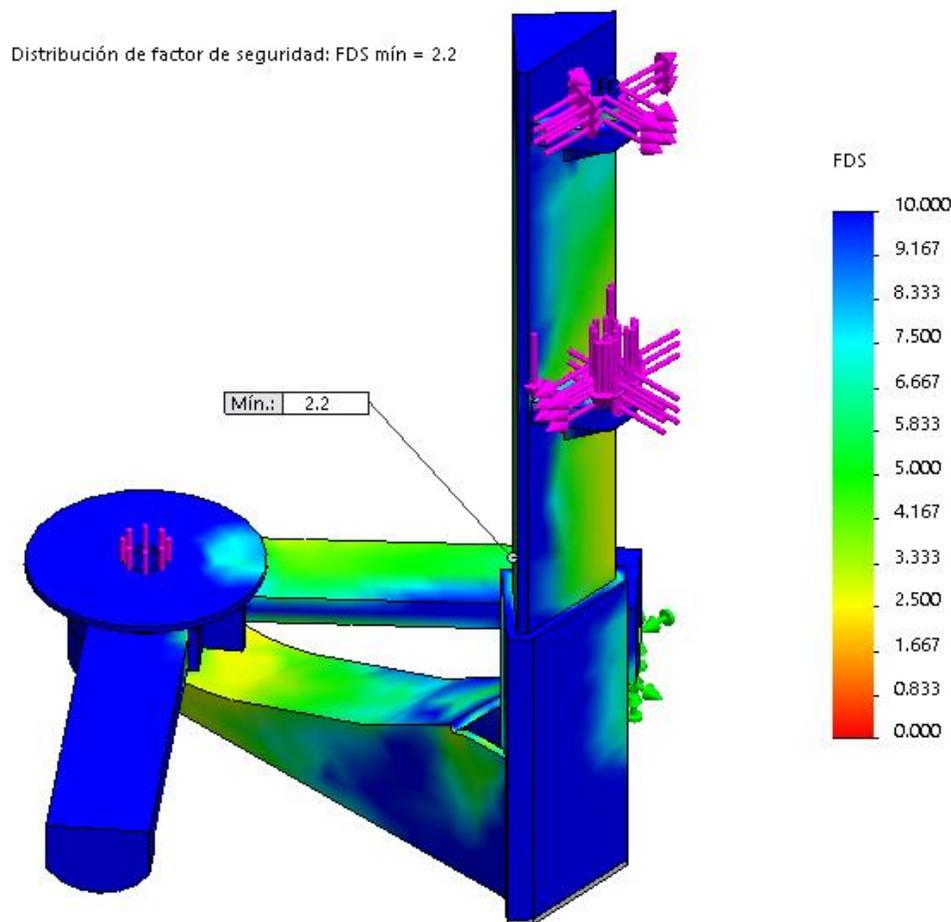


Figura 3.24. Factor de seguridad mínimo de la base portátil.

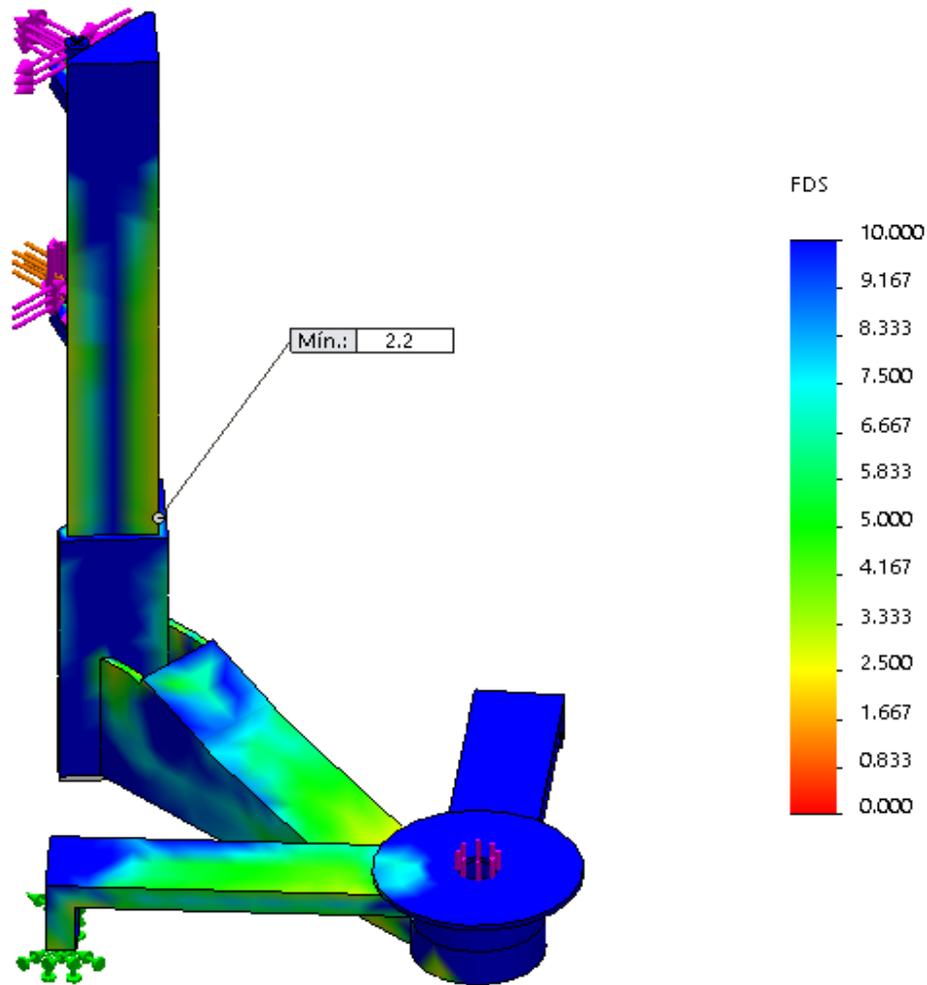


Figura 3.25. Distribución del factor de seguridad de la base portátil en la zona crítica.

3.9 DESPLAZAMIENTO

En la figura 3.26 se puede observar que de acuerdo a la simulación se obtuvo un desplazamiento máximo de 4.17 mm, indicando el punto crítico que se encuentra en el parante donde se engancha el dispositivo de elevación, se consideró que el desplazamiento no sea mayor a 5mm para seguridad del usuario como había indicado anteriormente.

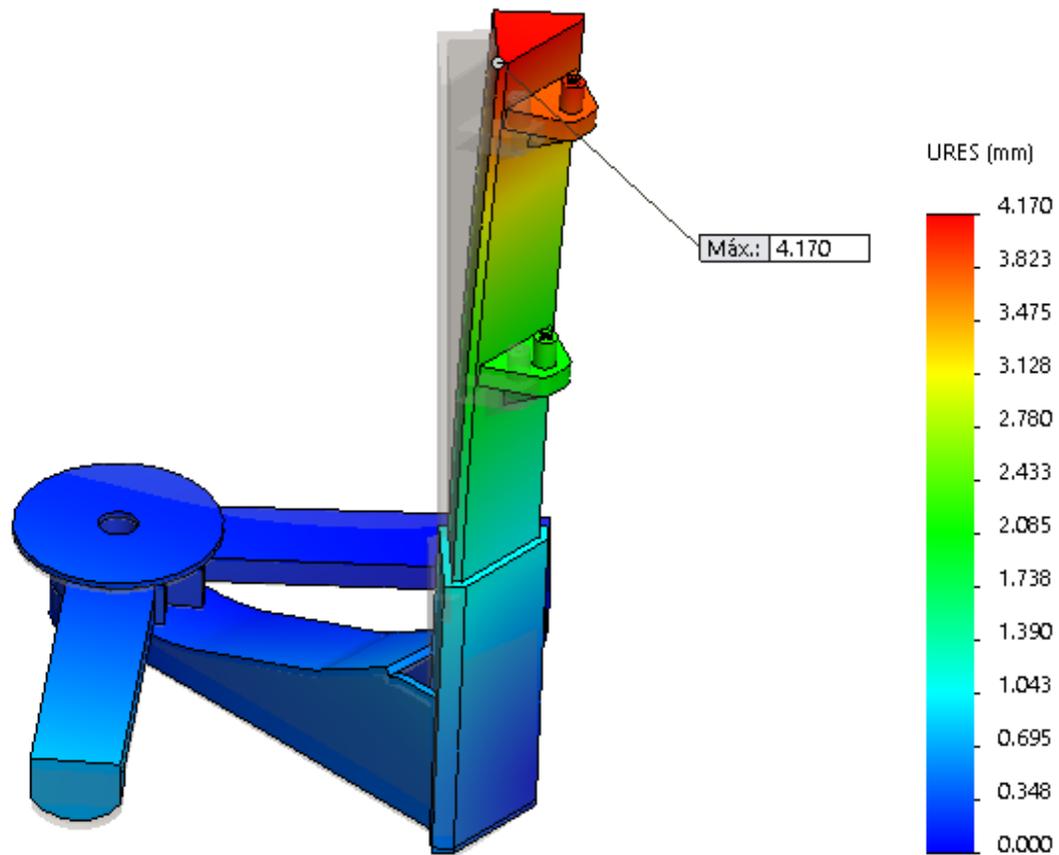


Figura 3.26. Desplazamiento de la base portátil.

3.10 MÁXIMO ESFUERZO

Como se muestra en la figura 3.27 el máximo esfuerzo de la base portátil se encuentra ubicado en la columna del parante. Este esfuerzo se produce en esta zona del parante debido a que en la primera posición crítica la grúa se encuentra totalmente extendida en dirección a la silla de ruedas para levantar al usuario. El esfuerzo máximo en la columna es de 115.8 MPa y con esto podemos concluir que es menor al esfuerzo admisible y está dentro de los límites.

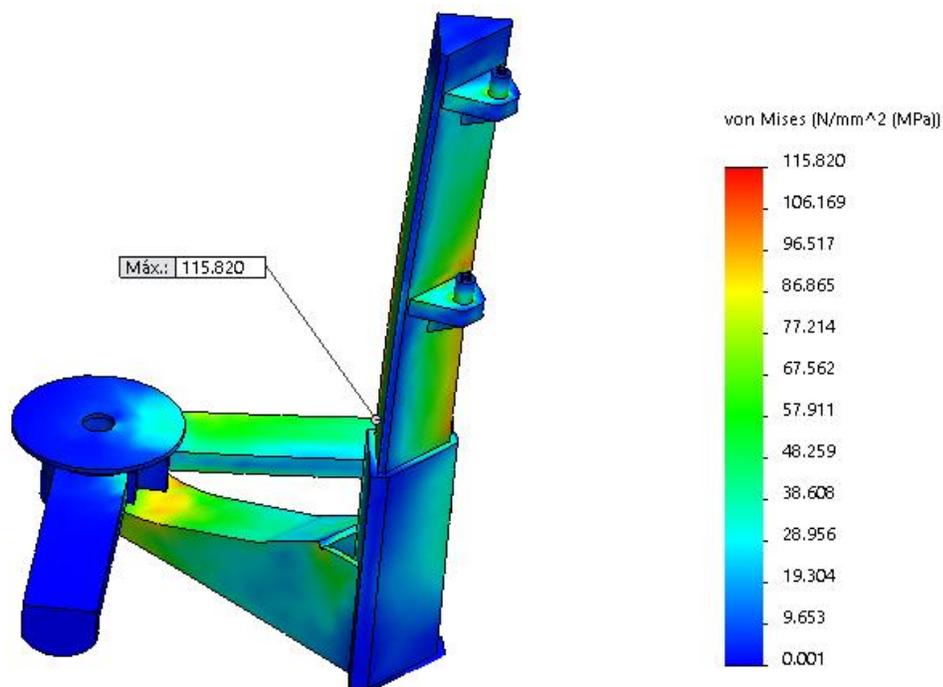


Figura 3.27. Máximo esfuerzo en la base portátil.

3.11 ANÁLISIS DE COSTOS DEL PROYECTO

3.11.1 COSTOS DIRECTOS DE FABRICACIÓN DEL DISPOSITIVO

Costos que intervinieron directamente en la fabricación de la base del dispositivo portátil para traslado de personas con discapacidad motriz entre sillas de ruedas y automóviles.

Tabla 3.2 Costos directos de fabricación.

<i>DETALLE</i>	<i>COSTOS</i>
<i>Actuador</i>	\$ 900
<i>Materiales</i>	\$ 250
<i>Mano de Obra</i>	\$ 200
<i>Insumos Eléctricos</i>	\$ 250
<i>TOTAL</i>	\$ 1600

3.11.2 COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN

Costos que no intervinieron directamente en la fabricación de la base portátil.

Tabla 3.3. Costos indirectos de fabricación.

<i>Detalle</i>	<i>Costos</i>
<i>Material de oficina</i>	<i>\$ 40</i>
<i>Internet</i>	<i>\$ 20</i>
<i>Transporte</i>	<i>\$ 80</i>
<i>TOTAL</i>	<i>\$ 140</i>

3.11.3 COSTO TOTAL

Suma de costos directos y costos indirectos de fabricación del dispositivo.

Tabla 3.4. Costo Total.

<i>Detalle</i>	<i>Costos</i>
<i>Costos directos</i>	<i>\$ 1600</i>
<i>Costos indirectos</i>	<i>\$ 140</i>
<i>TOTAL</i>	<i>\$ 1740</i>

3.12 VALIDACIÓN DEL DISPOSITIVO

Con el dispositivo correctamente ensamblado se procede a enganchar el arnés al usuario, se realizaron pruebas con diferentes personas, en donde se demostró que base portátil para un dispositivo para traslado de personas con discapacidad motriz entre sillas de ruedas y automóviles cumple con su función satisfactoriamente sin problema alguno, como se muestra en las figuras 3.28 - 3.26.



Figura 3.28. Base portatil situada en el vehículo correctamente.



Figura 3.29. Dispositivo de traslado ensamblado y enganchado al vehículo correctamente.



Figura 3.30. Persona 1 con arnés enganchada al dispositivo de traslado.



Figura 3.31. Persona 2 con arnés enganchada al dispositivo de traslado.



Figura 3.32. Persona 3 con arnés enganchada al dispositivo de traslado.



Figura 3.33. Usuario fuera del automóvil en su sitio de destino.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Se realizó la construcción de una base portátil para un dispositivo para el traslado de personas con discapacidad motriz entre sillas de ruedas y automóviles que cumpla con los requerimientos de diseño y funcionalidad.
- La base portátil cumple con las condiciones de operación para un óptimo desempeño en los vehículos tipo sedán.
- Una vez construido el prototipo de la base se determinó que la cinemática del sistema es apropiada tanto para su portabilidad como para su correcta instalación en los vehículos considerados en la investigación.
- Se seleccionó como material de fabricación para la base portátil acero ASTM A36 dado que el mismo ofrece la resistencia requerida para las condiciones de operación de la base de manera segura y adicionalmente ofrece como ventaja su disponibilidad en el país.
- Mediante una herramienta computacional basada en el Método de Elementos Finitos se obtuvo a partir del modelo analizado las máximas concentraciones de esfuerzos producidas en el parante de la base portátil, para ello se estableció un análisis considerando las dos posiciones críticas de la grúa de elevación, de lo cual resultó que en ninguno de los casos el material supera su límite elástico, por tanto el diseño presenta un óptimo desempeño para las condiciones de cargas establecidas validando el factor de seguridad $N \geq 2$.
- El dispositivo presenta alta estabilidad y soporte ya que al sujetarse bajo el chasis del vehículo se consigue la fuerza necesaria para contrarrestar los momentos producidos por la grúa de elevación siendo el sistema confiable para el usuario.

4.2 RECOMENDACIONES

- En trabajos futuros se recomienda continuar la línea de investigación enfocada en los diferentes tipos de materiales, acentuando la relación peso-costos de la base para mayores beneficios.
- Se plantea realizar un rediseño en vehículos con distinta configuración geométrica para así tener un mayor alcance de mercado y aplicación.
- Dado que el diseño fue sometido al análisis estático mediante el MEF, empleando el criterio de falla estática de Von Mises, entonces es recomendable comprobar el diseño sometiéndolo a un análisis dinámico para comprobar el buen funcionamiento del dispositivo.
- En base al control, se sugiere brindar un manual de usuario para especificaciones técnicas y de funcionamiento acordes al accionamiento fijo e inalámbrico de la base portátil para un dispositivo para el traslado de personas con discapacidad motriz.

REFERENCIAS

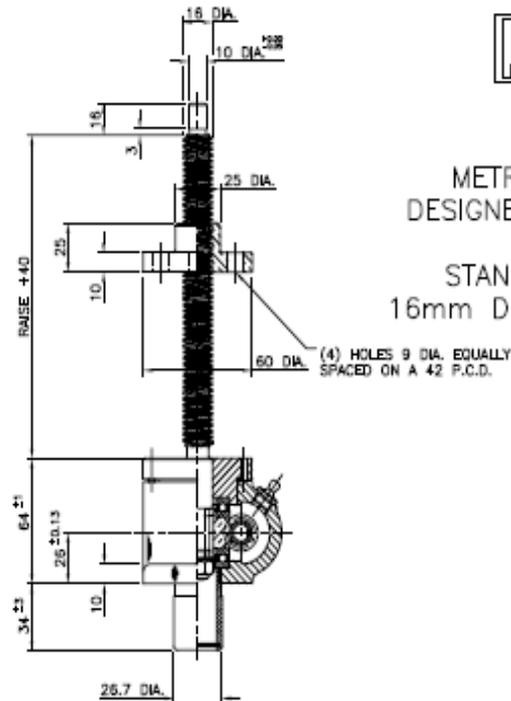
- Alliezpres (Producer). (2015, 05 28). Alliezpres. Retrieved from <http://es.aliexpress.com/item/775-High-Torque-High-Speed-12V-15600rpm-Micro-DC-Motor-for-Hair-Dryer-Fan-Electric-power/607639460.html>
- Assistireland.ie. (2014). Choosing an Overhead Hoist. Retrieved from http://www.assistireland.ie/eng/information/information_sheets/choosing_an_overhead_hoist.html
- Borja, J. C., Fenoll, J., & Seco de Herrera, J. (2009). *Sistema de transmisión y frenado*. Madrid, ES: Macmillan Iberia, S.A.
- Carrillo, P., & Moy, K. (2009). MODELO DIDÁCTICO PARA EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN LOS SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE CONTROL (Edición 7 ed.). Maracaibo. Estado Zulia. Venezuela.: REDHECS.
- Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades. (2015). Retrieved from http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2015/04/registro_nacional_discapacidades.pdf
- Gaviño, R. H. (2010). *Introducción a los sistemas de control: Conceptos, aplicaciones y simulación con MATLAB*. Mexico: PEARSON EDUCACIÓN.
- Germán Corona Ramírez, L., Abarca Jiménez, G. S., & Mares Carreño, J. (2014). *Sensores y actuadores: aplicaciones con Arduino*. Distrito Federal, MÉXICO: Grupo Editorial Patria.
- Jiménez Padilla, B. (2012). *Técnicas básicas de mecánica de vehículos (MF0623_1)*. Málaga, ES: IC Editorial.
- Molina Mengíbar, J. M. (2013). *Electricidad, electromagnetismo y electrónica aplicados al automóvil: mantenimiento de los sistemas eléctricos y electrónicos de vehículos (UF1039)*. Madrid, ESPAÑA: IC Editorial.
- Mortgage, C., & Corporation, a. H. (2010). Accessible Housing by Design. Retrieved from https://www.cmhc-schl.gc.ca/en/co/acho/acho_009.cfm
- Motores eléctricos: selección, mantenimiento y reparación (2a ed.)*. (2009). México, D.F., MX: McGraw-Hill Interamericana.
- Ogata, K. (2010). *Ingeniería de control moderna* (Quinta edición ed.). Madrid: PEARSON EDUCACIÓN, S.A.
- Pérez Lafragua, N. R. (2012). *Diseño de órtesis activa de codo para rehabilitación de pacientes espásticos*. (Tesis para obtener el grado de Ingeniero Mecatrónico), Universidad Nacional Autónoma de México México.
- Valarezo, M. C. (2013). Propuesta de atención integral para personas con discapacidad. Retrieved from <http://www.inclusion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/Modelo-de-Atenci%C3%B3n-deDiscapacidades.pdf>

ANEXOS

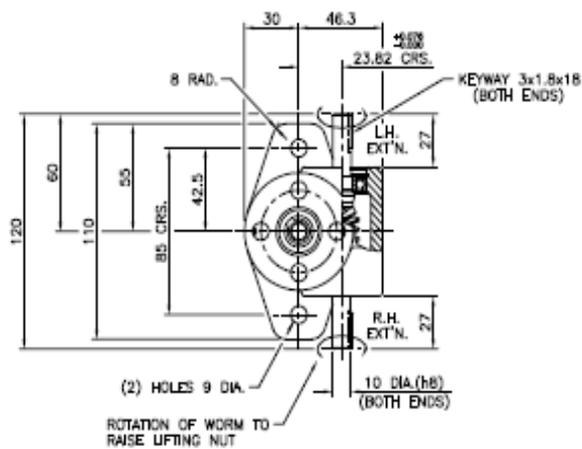
GATO MECÁNICO



POWER JACKS LTD.
 METRIC MACHINE SCREW ACTUATORS
 DESIGNED AND MANUFACTURED IN THE UK
 5 KN RATED CAPACITY
 STANDARD UPRIGHT ROTATING SCREW
 16mm DIA. X 3mm PITCH MACHINE SCREW



DESIGNATION OF TYPE		No. OF TURNS OF WORM TO GIVE 1mm TRAVEL	
* DENOTES RAISE REQUIRED		5:1 RATIO	20:1 RATIO
UE2626-*	UE2626-+1	1 2/3	6 2/3

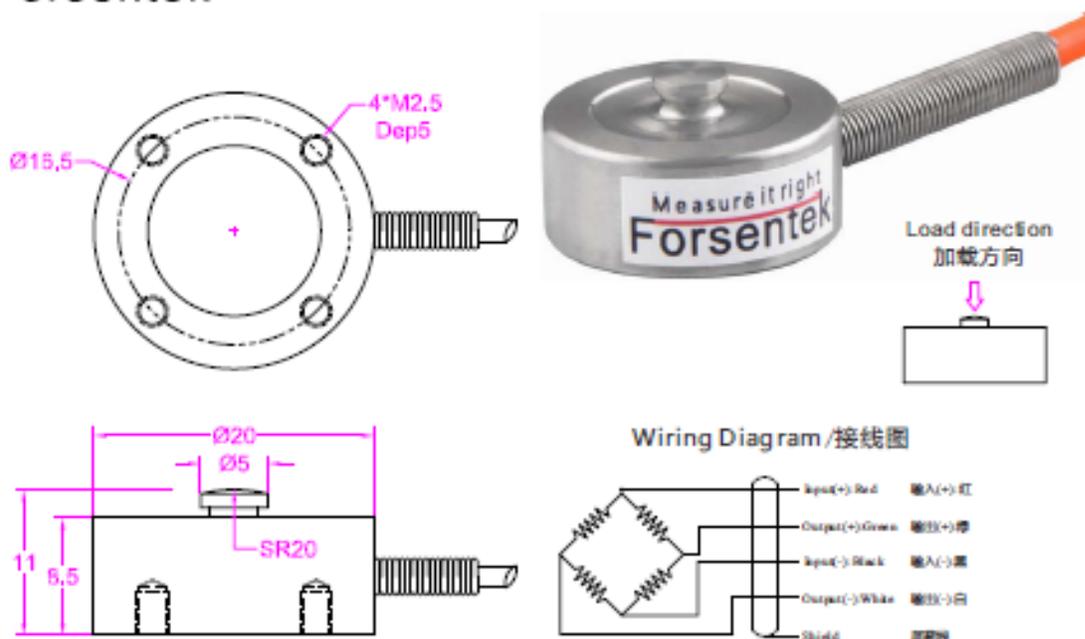


CELDA DE CARGA

Measure it right
Forsentek

Weighing || Measuring || Controlling

Model:FC20



--- Specifications / 规格参数 ---

Capacity/量程	5/ 10/20/30/50/100/200/ 300/500/1000/2000kg		
Rated Output 额定输出	1.2~1.8mV/V	Compensated Temp. 温度补偿范围	-10...+40℃
Excitation 激励电压	5~12V	Operating Temp. 工作温度范围	-20...+60℃
Zero Balance 零点输出	±3% of R.O.	Temp. Shift Zero 零点温度漂移	±0.01% of R.O./℃
Nonlinearity 非线性	±0.3% of R.O.	Temp. Shift Span 灵敏度温度漂移	±0.01% of R.O./℃
Hysteresis 滞后	±0.3% of R.O.	Input Resistance 输入阻抗	350±30Ω
Nonrepeatability 非重复性	±0.2% of R.O.	Output Resistance 输出阻抗	350±3Ω
Creep(30min) 蠕变	±0.1% of R.O.	Insulation Resistance 绝缘阻抗	>5000MΩ(50V)
Safe Overload 安全过载	150% of F.S.	Ingress Protection 防护等级	IP65
Ultimate Overload 极限过载	200% of F.S.	Material of Element 弹性体材料	Stainless steel 不锈钢
Cable 导线	Ø3*1000mm 4-core shielded cable Ø3*1000mm 4芯屏蔽线		
R.O.→Rated Output/额定输出 F.S.→Full Scale/满量程			

MANUAL DE USO

1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

La base portátil para un dispositivo para traslado de personas con discapacidad motriz entre sillas de ruedas y automóviles es una base móvil, versátil, manejable y está diseñada para que pueda ser rápida y fácilmente recogido y almacenado cuando no esté en uso para facilitar su transporte.

La base portátil está conformada de perfiles de acero en toda su estructura. Se ha considerado este diseño para eliminar el exceso de peso. El peso total de la base es de 18.75 kg (41.25 libras).

Se puede desmontar en dos piezas; el bastidor en conjunto con las patas móviles y el parante, la unidad eléctrica y de control está sujeta al bastidor.

Para desmontar el dispositivo no es necesario una persona cualificada y competente ya que no requiere mayor conocimiento técnico.

Está destinado para la transferencia de una persona desde una silla de ruedas a un automóvil y viceversa. Sus características incluyen elevación y descenso mediante un control manual y remoto.

La base portátil sólo está pensado para su uso en conjunción con la grúa de elevación para traslado de personas con discapacidad motriz entre sillas de ruedas y automóviles.

2. DATOS TÉCNICOS

Peso dispositivo de traslado:	41.75 lb (18.75 Kg)
Peso máximo elevación:	198,42 lb (90 Kg)
Fuente de alimentación:	12 V DC
Máximo consumo de corriente:	4 A
Materiales del producto:	ASTM A36 AISI 1045 VITON
Baterías:	12V 80Ah

Gato mecánico:	500 N de capacidad
Motor DC:	12 V, 18000 rpm con caja reductora
Peso del bastidor:	12.79 Kg
Peso del parante:	5.96 Kg

3. MONTAJE DEL DISPOSITIVO

- ✓ Sacar la maleta del vehículo con los componentes del dispositivo para ser instalados.
- ✓ Se recomienda verificar el correcto estado de las piezas después del transporte en el vehículo.
- ✓ Tomar el bastidor del compartimiento de la maleta y colocarlo bajo el chasis del vehículo bajo el asiento del copiloto.



- ✓ Abrir la puerta del copiloto y bloquear la misma con el pasador para evitar golpes.



- ✓ Fijar el gato mecánico al chasis del vehículo.



- ✓ Una vez situado el bastidor en la posición asignada, proceder a colocar el parante en el lugar determinado, procurando que este quede entre la puerta y el chasis del vehículo.
- ✓ Conectar el dispositivo al suministro energética, en este caso, la toma para encender los cigarrillos en el vehículo.



- ✓ Esperar que el dispositivo encienda la luz piloto roja la cual indica que el sistema está energizado pero aún no está listo para instalar la grúa de elevación.



- ✓ Vincular el teléfono del usuario, previamente instalada la aplicación de control para manejar el dispositivo vía bluetooth la cual nos permite elevar o descender la grúa y el gato mecánico.



- ✓ El control de elevación y descenso también puede ser accionado mediante el pulsador situado en la parte frontal del bastidor.



- ✓ Elevar el gato mecánico ya sea mediante control manual o remoto hasta obtener la fuerza necesaria, la luz piloto verde indicará que se obtuvo la fuerza y está lista para instalar la grúa de elevación.

