

Diseño de un mecanismo desacoplable para brindar ayuda en el proceso de movilidad al subir y bajar de un vehículo tipo sedan para personas discapacitadas



Design of a detachable mechanism to assist in the mobility process when getting on and off a sedan-type vehicle for disabled people

Edison Patricio Abarca Pérez.¹, Víctor David Bravo Morocho.², Edgar Javier Loor Solórzano.³ & Ianni Mera Angelo Salvatore.⁴

Recibido: 23-04-2020 / Revisado: 12-05-2020 / Aceptado: 23-06-2020 / Publicado: 03-07-2020

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1351>

This work was carried out with the firm purpose of designing and building a detachable mechanism to provide assistance in the mobility process when getting on and off a sedan-type vehicle for disabled people at AFAPECH, a centre located in the Riobamba canton, Chimborazo Province, Ecuador; attending to the evident need in the mentioned centre for special equipment that provides help in the process of moving people with disabilities into or out of the vehicle, who, due to their condition, find it difficult to do so on their own. In the same way, reduce the effort that it causes to the people in charge of this daily task, thus avoiding possible injuries due to repetitive movements. Based on the collection of information on the requirements that should be reflected on the design, a design was made of a detachable mechanism that is mounted on the hinges of the front doors of the vehicle, whose operation is based on using an electric linear actuator commanded by joystick control, to facilitate its handling. In the same way, a hospital harness was used, which transports the disabled person from one point to another. For the subsequent construction of the mechanism, it was thought to use ASTM A500 carbon steel, whose mechanical property values were used

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica. Riobamba, Ecuador. edison.abarca@epoch.edu.ec

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica. Riobamba, Ecuador. victor.bravo@epoch.edu.ec

³ Investigador Independiente, Riobamba, Ecuador, edgar.loor@epoch.edu.ec

⁴ Investigador Independiente, Riobamba, Ecuador, angeloanni_95@outlook.es

to carry out the design validation in ANSYS; analyzing the efforts, deformations and safety factor, in order to guarantee the required reliability. After conducting the respective analyzes, it was observed that the parameters established at the beginning are met, its functionality being corroborated after its construction and use, since the people who used the system in the beginning, showed agreement; In addition, it was evidenced that the components did not suffer any damage during or after use.

Keywords: mechanism, mobility, disability, AFAPECH, vehicle.

Resumen.

El presente trabajo se realizó con el firme propósito de diseñar y construir un mecanismo desacoplable para brindar ayuda en el proceso de movilidad al subir y bajar de un vehículo tipo sedán para personas discapacitadas en AFAPECH, centro ubicado en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, Ecuador; atendiendo a la evidente necesidad en dicho centro de un equipo especial que brinde ayuda en el proceso de movilizar hacia el interior o exterior del vehículo a las personas con discapacidad, que por su estado, se les dificultar realizarlo por sus propios medios. De igual manera, reducir el esfuerzo que provoca a las personas encargadas de esta tarea diariamente, evitando así que se puedan producir posibles lesiones por movimientos repetitivos. En base a la recolección de información de los requerimientos que debían plasmarse en el diseño, se procedió a realizar un diseño de un mecanismo desacoplable que se monta en las bisagras de las puertas delanteras del vehículo, cuyo funcionamiento se basa en usar un actuador lineal eléctrico comandado por un mando joystick, para facilitar su manejabilidad. Del mismo modo, se utilizó un arnés hospitalario, que traslada a la persona discapacitada desde un punto a otro. Para la posterior construcción del mecanismo, se pensó en usar acero al carbono ASTM A500, cuyos valores de propiedades mecánicas fueron utilizados para realizar la validación del diseño en ANSYS; analizando los esfuerzos, deformaciones y factor de seguridad, con el fin de garantizar la fiabilidad requerida. Realizadas los respectivos análisis, se observó que se cumple con los parámetros establecidos en un inicio, corroborándose su funcionalidad luego de su construcción y uso, ya que las personas que usaron el sistema en un principio mostraron conformidad; además de que se evidencio que los componentes no sufrieron daño alguno durante o después de su uso.

Palabras claves: mecanismo, movilidad, discapacidad, AFAPECH, vehículo.

Introducción.

El simple hecho para una persona con discapacidad de realizar ciertas tareas, puede resultar en una tarea difícil para ellos. Mientras una persona con ningún tipo de impedimento físico o intelectual, podría realizar una tarea simple sin el menor esfuerzo posible, una persona

discapacitada podría necesitar la ayuda de terceros o algún sistema o herramienta especial (Observatori de la Discapacitat Física, s.f.).

Hoy en día la calidad de vida de las personas discapacidades ha mejorado notablemente, en comparación a otros tiempos. Con el fin de brindar ayuda, tanto a ellos, como a su núcleo familiar, existen centros capacitados de apoyo que ofrecen sus servicios, muchas veces de forma gratuita, mostrándoles que la condición que les aqueja no es impedimento para disfrutar de una vida a plenitud.

Ya que en su mayoría, dichos centros funcionan sin fines de lucro, la falta de ayuda externa dificulta la adquisición de equipos necesarios, que las personas discapacitadas utilizan en su día a día, ya sea para terapias u otras actividades.

Un ejemplo claro de estos centros, se encuentra en la ciudad de Riobamba, en la provincia de Chimborazo, Ecuador, que lleva por nombre AFAPECH, que brinda servicios de ayuda a alrededor de veinte persona con diferentes tipos de discapacidad.

El hecho de que algunos de ellos sean trasladados diariamente al centro, en vehículos particulares de sus familiares, de tipo sedán en su mayoría, ocasiona que se torne un poco difícil la tarea de bajarlos o subirlos de los vehículos, hasta el punto de que a veces las personas encargadas de dicha tarea sufran lesiones producto de movimientos repetitivos (Simoneau, et al., s.f.).

Con base en lo descrito, claramente se puede notar que es necesario que el centro debe contar con un equipo especializado para realizar la tarea expuesta en cuestión.

Este trabajo, enfocado en ese fin, buscar desarrollar un diseño óptimo que satisfaga las necesidades latentes en el problema. Partiendo desde la recolección de información en base a un estudio metodológico, se busca la culminación exitosa de este trabajo, y que sirva de base para futuros trabajos a desarrollarse en este mismo ámbito.

Metodología.

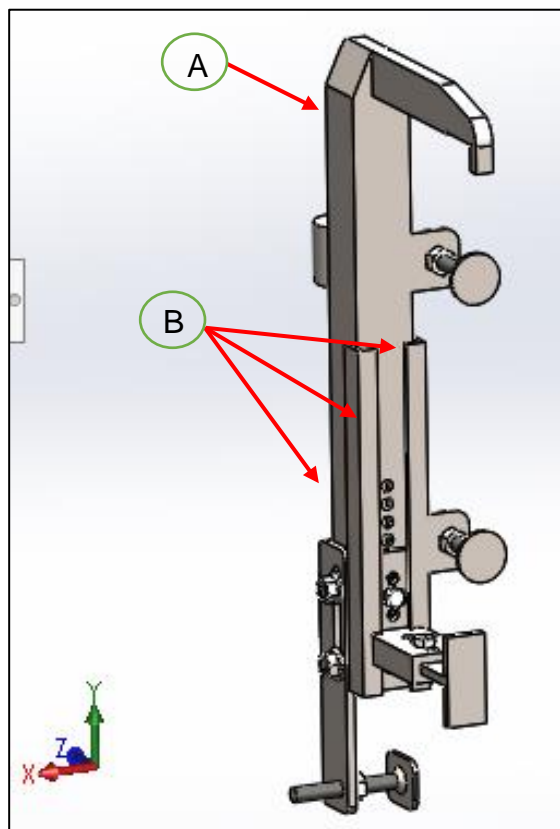
La recolección de datos como parte del proceso inicial investigativo para el diseño en ingeniería, es un pilar fundamental en la obtención de resultados satisfactorios. Para llevar a cabo el diseño preliminar fue necesario recolectar la información del peso de las personas con discapacidad de AFAPECH, en donde tres de ellos presentaron cualidades importantes al momento de desarrollarse el diseño: dos poseían un grado de discapacidad mayor al 85%, y la tercera, un cierto grado de sobrepeso en comparación con el resto (CONADIS, 2019;).

Dado que se obtuvieron rangos de peso por debajo de los 100 kg (220.5 lb), se optó por un diseño conservador, en donde se llegó a la concordancia de que el diseño del mecanismo

contemplará una capacidad de resistencia de hasta 100 kg sumado aparte el peso del dispositivo luego de su construcción además debe ser compacto y desmontable, para que facilitar su instalación o acople a los vehículos de tipo sedán, en los que se tiene pensado su uso.

Ya que el mecanismo en cuestión estaba planeado ser utilizado principalmente en vehículos tipo sedán, y dado a las características de estos (Arias, 2016), bajo dicha directriz se implementó el diseño de un soporte base, anclado en las bisagras del vehículo, cuyo ajuste en el marco de la puerta se maneja regulando unos apoyos en su parte frontal y lateral como se muestra en la figura 1, con el fin de que se pueda acoplar en la mayoría de vehículos del tipo mencionado.

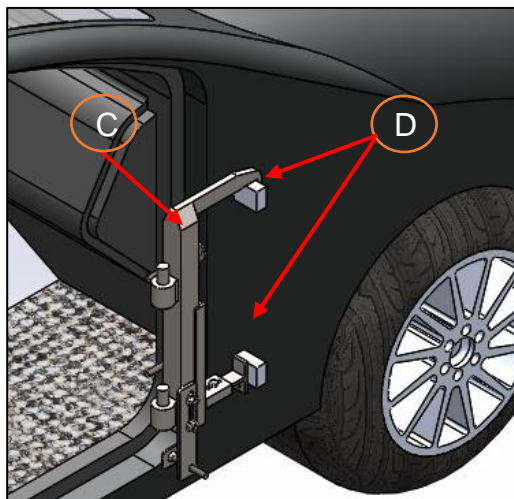
Figura 1. Diseño de soporte regulable (A. Soporte; B. Apoyos regulables)



Fuente: Elaboración propia.

Tal como se aprecia en la figura 2, los apoyos de regulación permitieron aportar mayor estabilidad en el mecanismo al momento de usarlo, con lo que se evitó de igual manera accidentes de cualquier índole durante su manipulación.

Figura 2. Soporte regulable anclado (C. Soporte; D. Bisagras del automóvil)

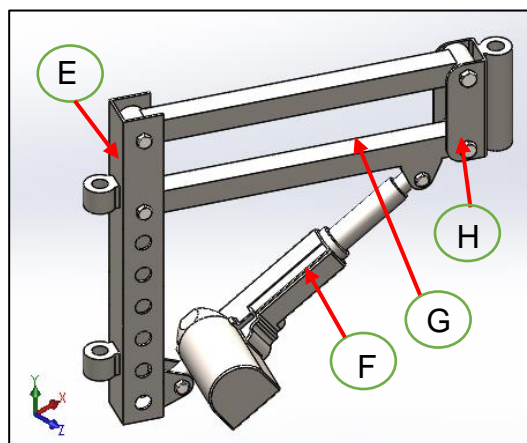


Fuente: Elaboración propia

La parte móvil del mecanismo estuvo distribuida por dos conjuntos esenciales que permiten adecuadamente su funcionamiento. El primer conjunto, figura 3, lo compone un soporte giratorio (E), que se anclaba al soporte regulable mencionado anteriormente. A este soporte se instaló un actuador lineal eléctrico (F), que controlando con un mando proporcionaba un movimiento lineal a dos tubos huecos de sección cuadrada (G), con lo que se podía levantar a la persona desde el asiento del vehículo o de la silla de ruedas

Un conector hueco (H) en el extremo final del conjunto permitía dar paso a la instalación del segundo conjunto, constituido por un brazo (I) y un agarre (J), como se detalla en la figura 4, donde se colocaba el arnés hospitalario que levantaría a la persona en cuestión (Tekvo Bioingeniería, 2019).

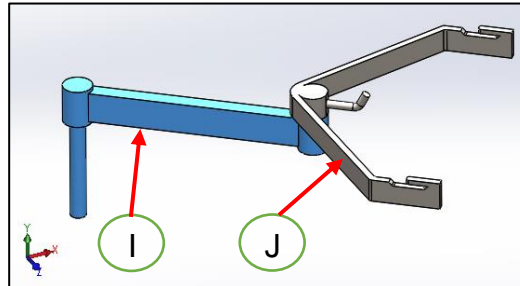
Figura 3. Conjunto 1 (E. Soporte giratorio; F. Actuador; G. Tubos cuadrados; H. Conector)



Fuente: Elaboración propia.

Este segundo conjunto integraba una parte primordial del sistema, lo cual su diseño jugaba un papel importante en lo relacionado con la seguridad que se buscaba brindar, sobre todo el brazo soporte del arnés.

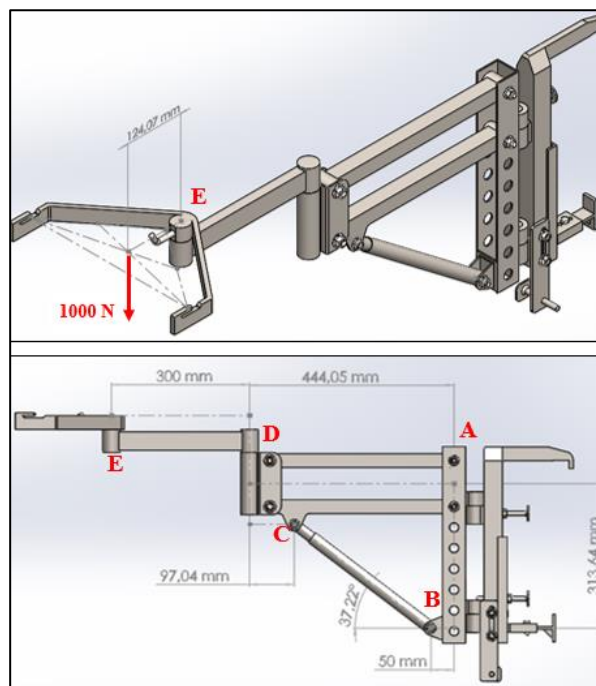
Figura 4. Conjunto 2 (I. Brazo del arnés; J. Agarre del arnés)



Fuente: Elaboración propia.

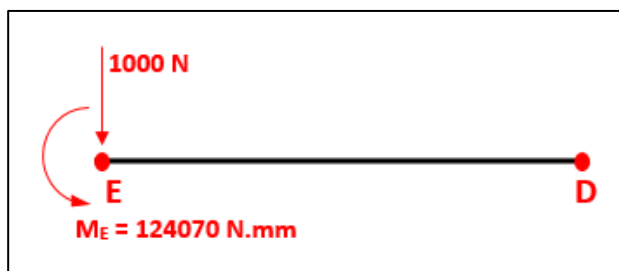
Por otra parte, para la selección del tipo de actuador lineal eléctrico a utilizarse, se debía conocer la fuerza que este necesita vencer en el instante en que se procede con el levantamiento de la persona desde su punto de reposo. Para tal fin era necesario obtener los valores de las fuerzas que se ejercen en el sistema durante la fase de trabajo, requiriendo así las respectivas medidas usadas en el diseño, figura 5.

Figura 5. Dimensiones del diseño



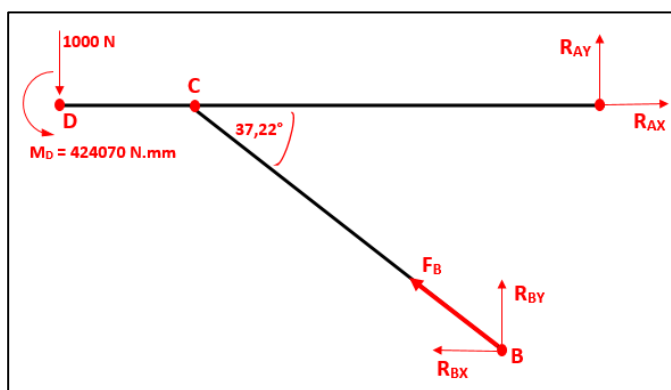
Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Diagrama de cuerpo libre 1



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Diagrama de cuerpo libre 2



Fuente: Elaboración propia.

Mediante los diagramas de cuerpo libre, mostrados en la figura 6 y 7, y aplicando las condiciones de equilibrio respectivas, se obtuvieron las fuerzas de reacción requeridas:

$$F_B = 3074,18 \text{ N}$$

$$R_{Ay} = -859,50 \text{ N}$$

$$R_{Ax} = 2448,03 \text{ N}$$

Como se observa en los valores obtenidos, al momento de la selección del actuador, se debía considerar como primer punto, de que este debía vencer una fuerza aproximada de 3074,18N al momento de poner en funcionamiento el sistema; así mismo, se debió tomar en cuenta las dimensiones propias del actuador, y por ende la longitud de extensión de carrera del vástago.

Considerando tales puntos, se seleccionó un actuador lineal de la marca L&K, de 24 V de alimentación y con una fuerza de empuje de 6000 N, entre sus principales características, tabla 1. Este actuador fue la mejor opción para el trabajo a realizar con el mecanismo (LINAK, 2019).

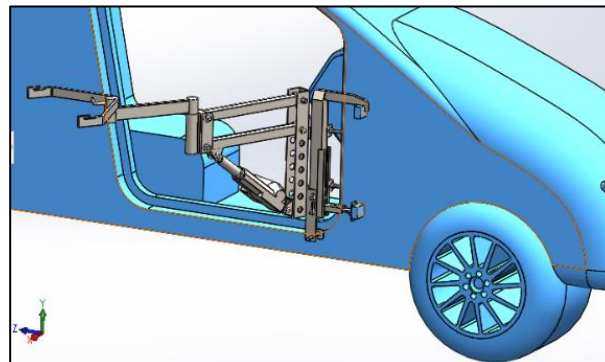
Tabla 1. Características del actuador lineal

Especificaciones técnicas del actuador lineal L&K LA32	
Fuente de alimentación	24V de corriente continua
Fuerza de empuje	6000 N
Carrera	200 mm
Medida básica de instalación	373 mm
Medida en estiramiento	573 mm
Interruptores de final de carrera	Incorporados (no ajustables)
Ciclo de trabajo	Max 10% o 2min/ 18min en uso continuo
Temperatura ambiente	+5°C a +40°C

Fuente: LINAK

Posterior al diseño total del dispositivo y selección del actuador lineal, se realizó una simulación asistida por computadora, para de ese modo validar el diseño realizado y de ser el caso, ser sometido a una optimización posterior.

Figura 8. Anclaje al vehículo



Fuente: Elaboración propia

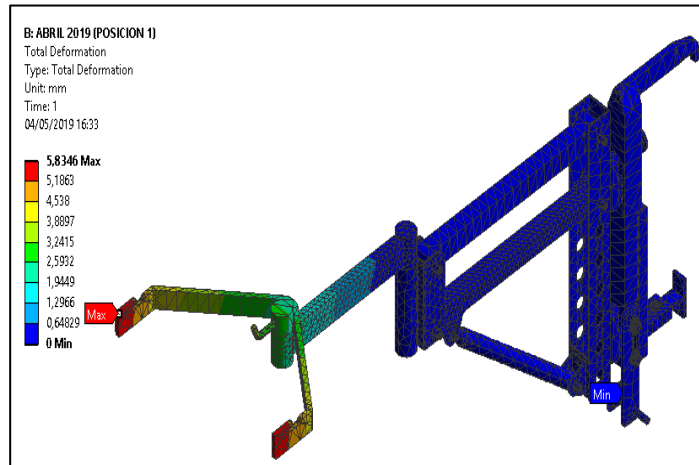
Resultados.

Mediante una validación del diseño en base a una simulación asistida por computadora, en ANSYS específicamente (Moaveni, 2003), se logró identificar los principales puntos en el mecanismo que estarían sometidos a una mayor concentración de esfuerzos.

Bajo el indicativo que el mecanismo sería construido posteriormente en acero estructural ASTM A500, se establecieron los parámetros característicos de dicho material durante el análisis de simulación (Materiales los Andes, s.f.).

Al poner en marcha la simulación del diseño se notó que se producía una deformación máxima de 5.8 mm en la parte de conexión del arnés ortopédico, tal como es observable en la figura 9.

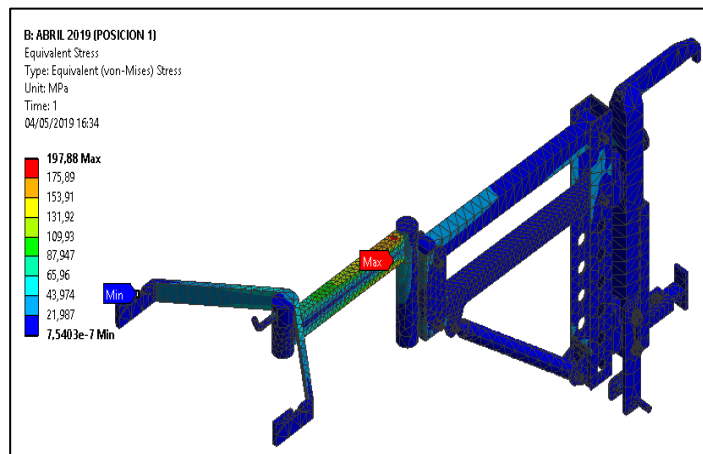
Figura 9. Simulación de deformación



Fuente: Elaboración propia

En lo relacionado a la concentración de esfuerzos, como se divisaba en la figura 10, el punto donde se divisaba la mayor concentración de carga fue en un punto cercano al anclaje del brazo soporte del agarre del arnés, con un valor aproximado de 197,88 MP.

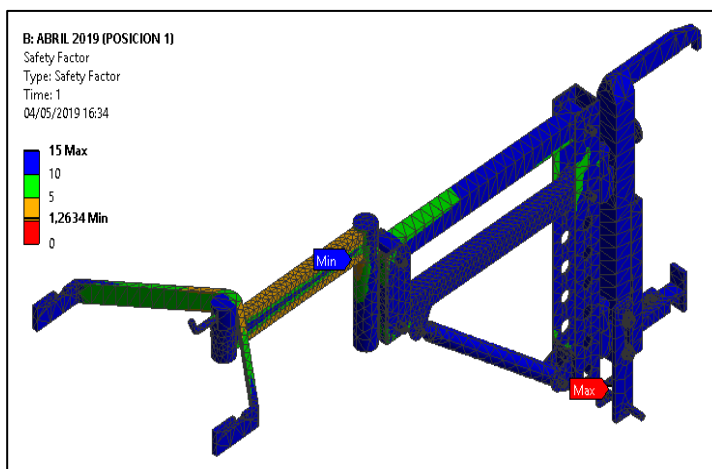
Figura 10. Simulación de esfuerzos



Fuente: Elaboración propia

Por último, en base a la corroboración de que el mecanismo no falle en el proceso de trabajo y cumpla con los requerimientos esperados, se obtuvo un factor de seguridad de 1.26 del sistema., tal como se aprecia en la figura 11 (Hibbeler, 2011; Hernáez, 2015).

Figura 11. Simulación factor de seguridad



Fuente: Elaboración propia.

Posterior al proceso de diseño y análisis, se procedió con la construcción del mecanismo en sí, utilizando en tubos cuadrados y rectangulares de acero estructural ASTM A500. Por otra parte, para brindar facilidad en el manejo del mismo, se instaló un mando joystick en el módulo del actuador, que controla así, el desplazamiento del vástago. El funcionamiento e instalación del sistema se puede observar en la figura 12.

Figura 12. Pruebas de funcionamiento del mecanismo



Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones.

- El mecanismo trabaja con un peso máximo de hasta 100 kg, con el fin de garantizar la fiabilidad del mismo y evitar fallas en los componentes, además de que su soporte

base debe ser regulable, para que se acople a los diferentes modelos de vehículos tipos sedan.

- Debido a que se está trabajado con personas con grados de discapacidad alto, se debe utilizar un arnés del tipo hospitalito, el cual reúne las características necesarias para el traslado de personas en esta condición.
- Usar un actuador eléctrico para poner en funcionamiento el mecanismo, es la ideal opción en este caso, ya que reúne características claves en lo referente a peso, instalación, ruidos y costo, en comparación a otros sistema que podrían realizar el mismo trabajo, pero con algunas desventajas en contra, tal como un sistema hidráulico o neumático.
- Que el mecanismo sea desmontable, facilita enormemente su traslado en el maletero de cualquier vehículo, gracias a su compacto diseño.
- En la validación del diseño, se obtuvieron valores de esfuerzo, deformación y factor de seguridad con valores aceptables dentro de lo permisible, lo que garantiza su funcionalidad en el trabajo sin que pudiera presentar posibles fallas.

Referencias bibliográficas.

Hernández, D. (24 de junio de 2015). Esfuerzo equivalente de Von Mises. Wordpress. Recuperado el 09 Febrero de 2019, desde <https://dhernaez73.wordpress.com/2015/06/24/calculo-de-maquinas-esfuerzo-equivalente-de-von-mises/>

Arias, M. (2016). Manual de automóviles (55a. ed., p. 43). Dossat 2000.

CONADIS. (2019). Estadísticas de Discapacidad. Recuperado el 07 mayo 2019 de <https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadisticas-de-discapacidad/>

Hibbeler, R. (2011). Mecánica de materiales (8va ed., pp. 3-46). Pearson Educación.

Ianni, A., y Loor, E. (2019). Diseño y construcción de un sistema desmontable para facilitar la movilidad de personas con capacidades especiales hacia el interior y exterior de los vehículos tipo sedán utilizados en AFAPECH – Riobamba [Tesis]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, Escuela de Ingeniería Automotriz. <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/11631>

IMERSO. (2000). Valoración de las situaciones de minusvalía. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Secretaria General de Asuntos Sociales e Instituto de migraciones y servicios (Eds.). GRAFO. <http://sid.usal.es/idocs/F8/8.1-4569/Valoraciones.pdf>

LINAK. (2019). Linear actuators. Recuperado el 10 de enero de 2019, de <https://www.linak.com/products/linear-actuators/>

Materiales los Andes. (s.f.). Tubería y Perfilera: Tubos estructurales. Recuperado el 01 de febrero de 2019, de http://www.materialeslosandes.com/unicon_tubos_estructurales.html

Moaveni, S. (2003). Finite elements analysis: theory and application with ANSYS (2da. ed., pp. 5-229). Pearson Educación.

Observatori de la Discapacitat Física. (s.f.). La discapacidad física: ¿Qué es y qué tipos hay? <http://www.observatoridiscapacitat.org/es/la-discapacidad-fisica-que-es-y-que-tipos-hay>

Presidencia de la república del Ecuador. (2017). Reglamento a la ley orgánica de discapacidades. [Decreto ejecutivo]. Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades. Recuperado el 26 noviembre 2018, desde <https://www.fomentoacademico.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/04/Reglamento-a-la-Ley-Orga%cc%81nica-de-Discapacidades.pdf>

Simoneau, S., St-Vicent, M., y Chicoine, D. (s.f.). Lesiones por movimientos repetitivos. Comprenderlas para prevenirlas [En línea]. Traducido por José Manrique. EVES. pp. 5-15. <http://publicaciones.san.gva.es/publicaciones/documentos/V.4222-2008.pdf>

Tekvo Bioingeniería. (2019). Arnese – Eslingas. Recuperado el 3 febrero de 2019, de <https://www.tekvobioingenieria.com/soluciones/arneses-eslingas>.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Abarca Pérez, E. P., Bravo Morocho, V. D., Loor Solórzano, E. J., & Angelo Salvattore, I. M. (2020). Diseño de un mecanismo desacoplable para brindar ayuda en el proceso de movilidad al subir y bajar de un vehículo tipo sedan para personas discapacitadas. *Ciencia Digital*, 4(3), 304-316. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1351>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.

