

### **(03-042) - SELF-ADJUSTABLE PENDULAR ELEVATORS IN CONCAVE CORRIDORS WITH REDUCED FRICTION**

Vera Barrios, Bertha Silvana <sup>1</sup>; Pino Vargas, Edwin Martin <sup>2</sup>; Del Carpio Delgado,  
Fabrizio <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Moquegua, <sup>2</sup> Universidad Jorge Basadre Grohmann

The invention consists of the design of a system of pendulum elevators that move on a corridor of concave rails applying the principles of physics relating to oscillatory movement due to the pendulum effect. Its design is aimed at facilitating people with motor disabilities to move both horizontally and in height, since the carriages act as wheelchairs. The operation begins by manually detaching a piston, after which it slides from a certain height, by inertia, starting with speed "0" and ending at maximum speed when it reaches the lowest point and makes contact with the second car, transferring it to this I release enough energy for it to move on the rail and reach the maximum height and end at speed "0". The technical advantages are: zero electrical energy to activate movement, the only thing needed is gravity, inertia, potential energy and kinetic energy, it allows vertical and longitudinal distances to be overcome at the same time because the car manages to advance both magnitudes simultaneously, longitudinally and vertically and finally it is supported only by a rigid cable attached to the ceiling, which does not require electricity either.

Keywords: Elevator; pendular; oscillatory; energy; motion

### **ELEVADORES PENDULARES AUTOREGULABLES EN CORREDORES CONCAVOS CON ROZAMIENTO REDUCIDO**

La invención consiste en el diseño de un sistema de elevadores pendulares que se desplazan sobre un corredor de rieles cóncavos aplicando los principios de la física referentes al movimiento oscilatorio por efecto pendular. Su diseño está orientado a facilitar a personas con discapacidad motora a moverse tanto en desplazamientos horizontales como en altura, pues los vagones hacen las veces de silla de ruedas. El funcionamiento inicia desprendiendo manualmente un pistilo, luego de lo cual se desliza desde una altura determinada, por inercia, iniciando con velocidad "0" y terminando en velocidad máxima cuando alcance el punto más bajo y haga contacto con el segundo vagón, transfiriéndole a este último la energía suficiente para que se desplace sobre el riel y alcance la altura máxima y termine en velocidad "0". Las ventajas técnicas son: cero energías eléctricas para activar movimiento, lo único que se necesita es la gravedad, la inercia, la energía potencial y la energía cinética, permite superar distancias verticales y longitudinales al mismo tiempo porque el vagón consigue avanzar simultáneamente ambas magnitudes, hacia lo longitudinal y hacia lo vertical y finalmente se sostiene únicamente por un cable rígido sujeto en el techo, el cual tampoco requiere de electricidad.

Palabras clave: Elevador; pendular; oscilatorio; energía; movimiento

Correspondencia: BERTHA SILVANA VERA BARRIOS, email: [anavisarev@gmail.com](mailto:anavisarev@gmail.com)

Agradecimientos: universidad nacional de moquegua



©2024 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## 1. Introducción

Los prototipos de sillas ortopédicas multifuncionales evolucionan cada vez más con la necesidad de resolver las dificultades de traslado del usuario dentro de un espacio habitacional, y al mismo tiempo permitir pasar de una posición erguida a otra recostada, Bravo López, D. A. & Rodríguez Vicentini, J. P. (2015) y Livingston Wilson, D. A. & Bedoya Corrales, L. (2022), Es necesario optimizar el uso de energía para su diseño industrial. De esta manera, se busca que el usuario con discapacidad, no solo movilice sus músculos y articulaciones, sino también utilice al máximo los ambientes de su espacio habitacional, sea una vivienda, una oficina etc., cada vez más con comodidad.

El prototipo de elevador pendular tiene como ventaja técnica, en relación a sus antecedentes, que es al mismo tiempo un ascensor y una silla de ruedas para desplazarse tanto en altura como en distancias horizontales. Cada vez es más necesario mejorar la tecnología de los equipos de rehabilitación física para ser progresivamente menos dependientes de la ayuda de una segunda persona para trasladarse de un primer nivel de edificación a un segundo piso.

Livingston Wilson, D. A. & Bedoya Corrales, L. (2022), nos muestran la importancia de las sillas ortopédicas inteligentes, en contraposición a propuestas más ecologistas Palencia, A. (2016), referidas a los modelos ecológicos o sillas ortopédicas ecológicas. Así también Salmon, Jhon, K.. (1990) innovan con el diseño de un elevador–montacargas flexible que absorbe los movimientos de desplazamiento vertical y horizontal.

Ocio Guevara, A. M. & Rodríguez García Blázquez, N. (2022), hacen énfasis en la necesidad de generar un mercado específico para las sillas de ruedas bimanuales eléctricas, aunque su manufactura no sea muy amigable con el medio ambiente. Vassilli S.R.L. (2007) inventaron una silla de ruedas de rehabilitación verticales perfeccionada, con una estructura que permite la bipedestación de la persona que está sentada en la silla. De forma similar, Bravo López, D.A. & Rodríguez Vicentini, J. P. (2015), idearon una silla de ruedas, la cual puede dinámicamente pasar del estado sentado a erguido y viceversa a voluntad.

Luego de revisar cuidadosamente el estado de la técnica sobre los antecedentes similares ya mencionados, y además considerando que todo artefacto diseñado para terapia y rehabilitación física, debe ser amigable con el medio ambiente y al mismo tiempo resolver dificultades como optimización del espacio habitacional, una mejor ergonomía, más flexibilidad y más versatilidad, se determino que los elevadores pendulares son eficientes dentro de esas expectativas.

Los elevadores pendulares funcionan sin usar energía eléctrica, tanto al ponerlo operativo como al finalizar el funcionamiento, el sistema incluye dos vagones, los cuales, al interactuar, permiten el movimiento pendular para hacer bajar y luego subir alturas para subir y bajar un nivel de edificación, ambos vagones se desplazan en sentido contrario, al colisionar suavemente, uno de ellos se detiene y el otro comienza su funcionamiento continuando el movimiento de oscilación. Esta propuesta realiza ambas funciones superando con mayores ventajas técnicas a las sillas bipedestables y las sillas ecológicas mencionadas anteriormente.

En esta investigación, se propone un artefacto con múltiples beneficios, entre ellos el desplazamiento en altura y en horizontalidad al mismo tiempo, siendo esta su mayor ventaja técnica, ya que el ser humano no puede simultáneamente conseguir avanzar en longitud y altitud, a través de este sistema, si es posible, y además existe la ventaja técnica y ecológica de que no se necesita utilizar energía eléctrica para hacer posible su funcionamiento. El prototipo ya tiene una patente de invención con Resolución No 002365-2023/DIN-INDECOPI-PERU

El procedimiento que permite conseguir este objetivo se materializa a través de la utilización del principio físico del movimiento oscilatorio por efecto pendular, el sistema propuesto se compone de vagones, rieles y un cable de oscilación. Para iniciar el funcionamiento basta únicamente desprender con la mano un pistilo de ajuste en la parte superior del vagón y solo así puede iniciarse el movimiento del sistema.

## **2. Objetivos**

Diseñar un sistema de elevadores de uso terapéutico pendulares que permita optimizar tiempo para los desplazamientos en altura y longitud, mejor uso del espacio habitacional y un ahorro en uso de energía eléctrica para su funcionamiento, a través de la aplicación del principio físico del movimiento oscilatorio por efecto pendular.

### **2.1 Objetivos específicos**

- a.- Diseñar un prototipo de cabina con silla de ruedas incluida que se utilice como un elemento de desplazamiento cóncavo o vagón de desplazamiento.
- b.- Implementar un sistema de rieles, que sea liviano y de contacto mínimo con la base de los cabinas o vagones de desplazamiento, que permita la ida y el retorno.
- c.- Diseñar e implementar un dispositivo o cable de tensión que permita sujetar sin ejercer presión y conducir las cabinas o vagones de ida y retorno.
- d.- Habilitar un espacio habitacional de acuerdo a las medidas del sistema, que solo es un espacio rectangular de doble altura que permita a través de vigas horizontales, sostener al sistema de elevadores pendulares.

## **3. Metodología**

Al ser un nuevo prototipo para utilizarse como un elevador habitacional, se han introducido cambios en la aplicación de las normas para el diseño de sus accesorios y de su funcionamiento, por lo tanto, para diseñar los parámetros de velocidad, fuerza de arranque, pre-dimensionamiento del ancho del riel, entre otros, adaptados al funcionamiento de este prototipo. La presente invención requiere de los siguientes materiales:

- a.- placas o planchas laminares de material rígido, no indispensable metálico
- b.- Perfiles metálicos rígidos para servir de guía
- c.- Ruedas metálicas
- d.- Cable de tensión de 2"
- e.- Argollas metálicas
- f.- Pernos metálicos
- g.- Rieles metálicos cóncavos
- h.- Perfiles en c
- i.- Perfiles en u

### **3.1.- Parte procedimental**

En este apartado presentamos las etapas en las que se han seguido primeramente los criterios de rigor científico para ajustar las leyes de la física a la nueva propuesta y seguidamente, cuales son los procedimientos para construir el prototipo. Se han articulado entre si los conceptos de la cinemática y la dinámica y dentro de ellos las leyes del movimiento rectilíneo, oscilatorio y circular. Se han realizado varias

experimentaciones y simulaciones a escala utilizando prototipos o maquetas con partes de la invención, de modo tal que se han podido establecer cuantitativamente valores para la propiedad de la fuerza de rozamiento o fuerza de resistencia gravitacional del riel curvo aplicado a este caso específico, ya que en el estado del arte se encontró escasa información relacionada a sistemas similares al de esta propuesta, únicamente se ha normado leyes y parámetros para sistemas ferroviarios más complejos, Taranilla Santos J. (2019), lo cual permitió hacer un planteamiento aproximado del ancho del riel y de su propio factor de rugosidad, así también, se han estimado los valores de los sistemas de frenado y de los de desaceleración, a partir de los resultados previos alcanzados por Rodríguez Eduardo (2011) y Fundación CEDDET (2015).

Se aplico los conceptos de la física newtoniana como puede verse en forma ordenada y secuencial en la formulas (1), (2) y (3), donde Los valores de la velocidad inicial y final, así como los conceptos de conservación de energía consideraron la segunda ley de newton:

$$m \times V^2 / R = m \times g \times \cos 0^\circ = V^2 = g \times \text{Radio} \times \cos 0^\circ \quad (1)$$

Donde los valores son los siguientes:  $g$ = gravedad es aproximadamente 10 m/seg<sup>2</sup>, el Radio es 4.8 m y el coseno de  $0^\circ$  es 1

Sustituyendo los datos tenemos:

$$V^2 = 9.8 \text{ m/seg}^2 \times 4.8 \text{ m} \times 1$$

$$V^2 = 48 \text{ m}^2/\text{seg}^2$$

Sacando la raíz cuadrada de 48 m<sup>2</sup>/seg<sup>2</sup>, tendremos que el valor de la velocidad  $V$  máxima es 6.92 m/seg aproximadamente 7.00 m/ seg. Por lo tanto, la velocidad final en el punto "Y", (figura 1), se expresa de la siguiente manera:  $V_f = 7 \text{ m/seg}$

También se ha considerado las siguientes fórmulas (1) y (2) para calcular el ancho del riel, Taranilla Santos J. (2019), considerando los siguientes parámetros de referencia;

$$r_c = \frac{k}{R} \quad (2)$$

$$r_c = \frac{500 \times b}{R} \quad (3)$$

Donde:

$r_c$  = resistencia específica de la curva del riel en mm/m.

$k$  = parámetro comprendido entre 500 y 1200. Aquí proponemos 550

$R$  = radio de curvatura en metros, en nuestro caso es 4.8 m (figura 1)

$b$  = ancho del riel en metros.

Sustituyendo valores en la ecuación (1) tenemos que  $r_c = 550/4.8 = 114.58 \text{ m}$ , con este último valor sustituimos en la ecuación (3) y obtenemos que  $b$  tiene un valor de 1.1 m, y con este valor diseñamos el ancho del riel.

Para saber cuánta energía debemos utilizar para que el vagón de desplazamiento A en coordinación con el segundo B (figura 1) alcancen las distancias preestablecidas, se ha estimado que el peso de cada uno es de 100kg (incluyendo el peso del ocupante), y que se deslizan sobre el riel curvo, (figura 1), partiendo primeramente el vagón A del punto W desde una altura de 2.20 m, deslizándose por una superficie cóncava hasta llegar al



Seguidamente, se diseña el periodo de frecuencia de oscilamiento en función del peso del vagón, la longitud del cable y el peso de la carga que va a ser transportada, este diseño está dado por la fórmula (5). Al aplicar esta fórmula, estamos diseñando el elevador pendular como si fuera un péndulo simple de 4.8 m de longitud, el cual se diseña para oscilar con un periodo de 2 segundos.

Tenemos la siguiente fórmula:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad (5)$$

Sustituyendo valores tenemos

$$2 \text{seg} = 2\pi \sqrt{\frac{4.8m}{g}}$$

$$g = \left(\frac{2\pi}{2}\right)^2 * 4.8m$$

$$g = 4.8\pi^2$$

Reemplazando g para hallar la longitud cuando el período se reduce:

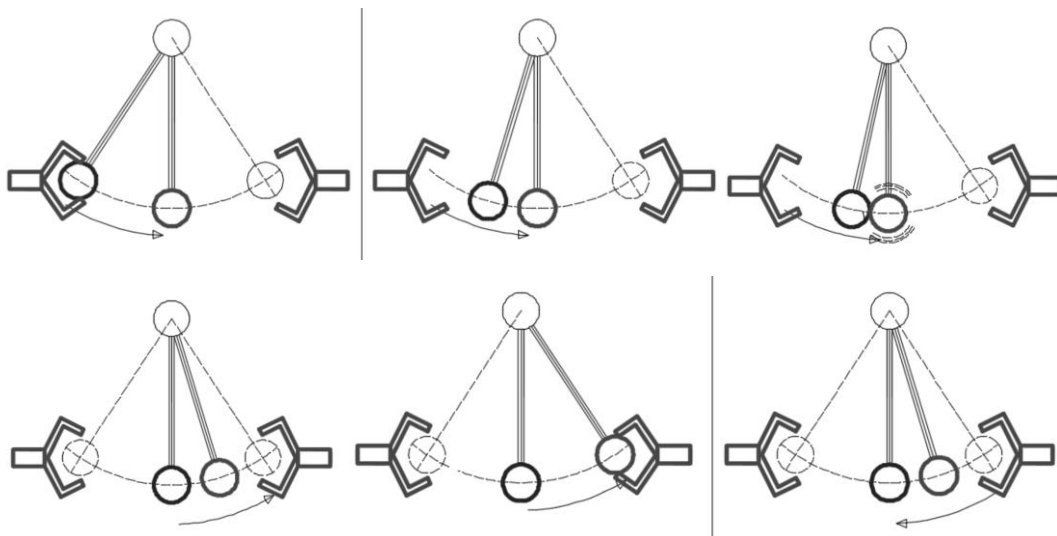
$$2 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{4.8\pi^2}}$$

$$L = \left(\frac{2}{2\pi}\right)^2 4.8\pi^2$$

$$L = 4.8 \text{ m}$$

Con los resultados obtenidos anteriormente, considerando los principios básicos del movimiento oscilatorio (figura 2), y los principios de la conservación de energía, pasando de energía de cinética a potencial y viceversa, podemos definir cuáles de los ya estudiados, son útiles para el diseño de un sistema de elevadores pendulares.

**Figura 2: Principio físico del movimiento oscilatorio por efecto pendular**

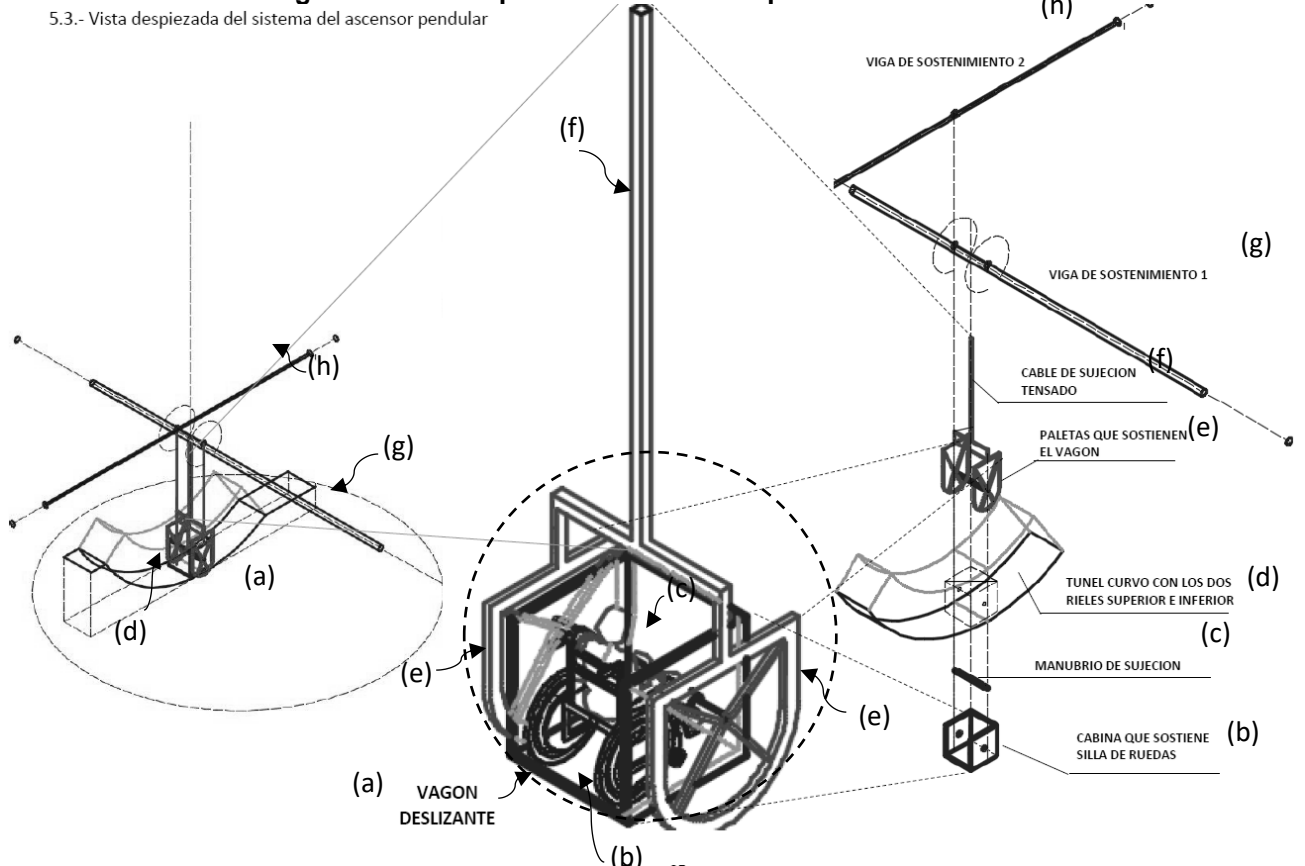


Finalmente, el sistema propuesto está conformado por los siguientes componentes y accesorios que se encuentran a continuación, estos componentes han sido diseñados tomando en cuenta los valores obtenidos en las fórmulas (1) a la (5), de esta manera son útiles los modelos a escala que se han utilizado para tal fin. En la (figura 3),

mostramos la relación de componentes predominantes para el funcionamiento de la invención.

- a. Vagón deslizante  
Mide 0.90 m x 0.90 m x 0.90 m, es un contenedor de material rígido, liviano, pero de alta resistencia al impacto como la fibra de vidrio
- b. Cabina que sostiene la silla de ruedas  
Mide 0.80m x 0.80m x 0.80 m, es un accesorio en forma de prisma que tiene caras sin recubrimiento, sostiene la silla de ruedas y da seguridad a su cuante
- c. Manubrio de sujeción  
Es un accesorio que ajusta la silla de ruedas anclada al vagón mientras dure el desplazamiento
- d. Túnel curvo con los rieles de desplazamiento  
Mide 1.10 m de ancho por 1.10 m de alto y una longitud de 8.70 m (la suma de 2 cuerdas), su función es mantener el vagón en deslizamientos pendular y obedece a los cambios de velocidad que se le impriman
- e. Paletas que sostienen el vagón de desplazamiento  
Son los dispositivos que se unen al cable de tensión o de sujeción tensado, su función es rodar por cada uno de los 2 canales o surcos de los que se componen los rieles de desplazamiento curvos.
- f. Cable de sujeción tensado  
Mide 4.8m de longitud y tiene una sección de 6 cm, su función es sujetar el van deslizante e impulsar al siguiente vagón durante el periodo de oscilación
- g. Viga de sostenimiento 1  
Es un accesorio extendido horizontal, sostiene el cable de sujeción arriestrado al vagón deslizante y se une a la viga de sostenimiento 1 del segundo piso.
- h. Viga de sostenimiento 2  
Es un accesorio que sostiene a todo el sistema anteriormente descrito

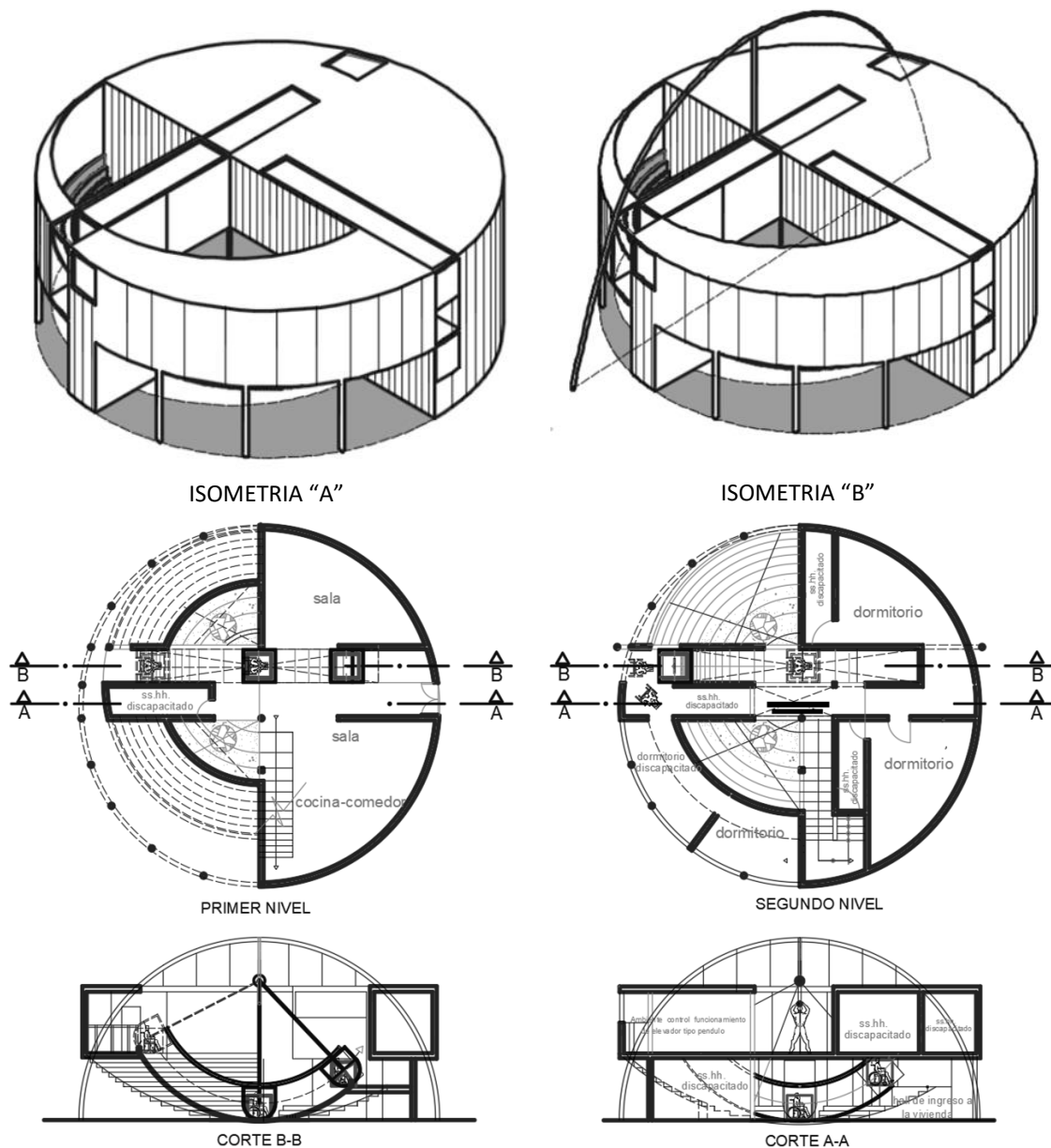
**Figura 3 Vista despiezada del elevador pendular**



### 3.2. Funcionamiento de los elevadores pendulares.

La instalación del sistema de elevadores pendulares al interior de una vivienda, comienza con la elección, dentro de la misma, de un espacio que tenga una doble altura con la finalidad de que pueda colocarse el cable de tensión colgando desde un punto fijo en el techo del segundo nivel y desde este pueda oscilar libremente desde un extremo a otro (figura 4), puede observarse los cortes A-A y B-B. Así también, de preferencia en el exterior de la vivienda puede colocarse una viga continua curva que permita que sea más estable el punto de oscilamiento, esto puede verse en la isometría B, (figura 4), esto es opcional, el sistema funciona sin necesidad de instalarse la viga continua curva.

**Figura 4 : Vivienda” tipo” con el sistema de elevadores pendulares, corredores cóncavos y elevadores-vagón deslizantes**

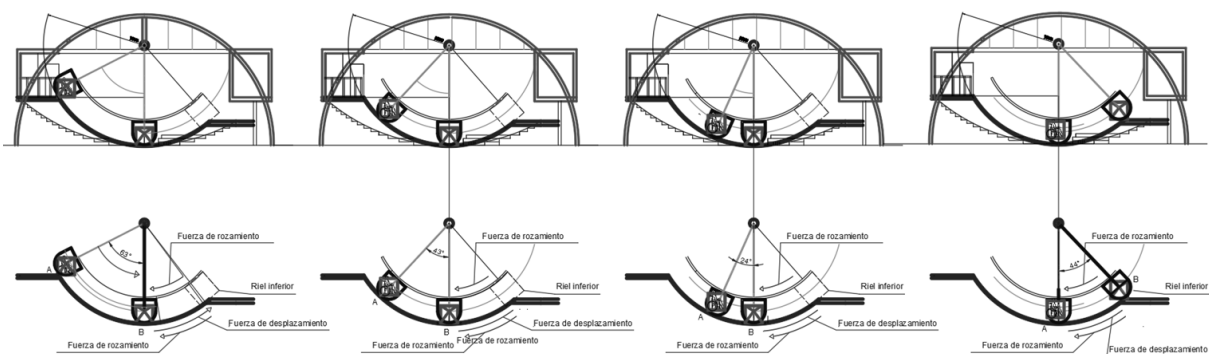


El sistema incluye la implementación de 2 vagones deslizantes A y B, donde el vagón de desplazamiento A es el que partiendo desde un punto W con velocidad 0, llega a desarrollar una velocidad máxima de 7m//seg al llegar al punto Y, es justamente en ese



punto en el que colisiona suavemente con el vagón B instante en el que se detiene el vagón A, y empieza a moverse el vagón B. (Figura 5).

**Figura 5: Vista en corte del desplazamiento del sistema de vagones**



Los componentes del sistema de elevadores pendulares interactúan entre sí de la siguiente manera:

Las vigas de sostenimiento, (figura 3) que se arriostran en el techo más alto de la edificación, deben arriostrarse entre sí, disponiéndose en cruz para hacer rígido su anclaje en el techo y de esta manera darle más estabilidad al sistema.

El cable de tensión pivotante, (figura 3), se articula a las vigas de sostenimiento por medio de unas argollas de sujeción, y tiene la función de sujetar a los vagones de desplazamiento a través de una viga continua de suspensión ubicada en su parte más baja, de esta manera conduce a los vagones sobre los rieles de desplazamiento curvos (figura 3) en la parte inferior, este dispositivo sujeto a los vagones de desplazamiento en forma permanente.

El siguiente componente son los vagones de desplazamiento de arranque A y de retorno B, (figura 6) los cuales se caracterizan por constituirse cada uno de una cabina cubica con dispositivos interiores que sujetan la silla de ruedas, con una compuerta para liberar la silla de ruedas desacoplándola del interior de la cabina. (figura 6). Cada vagón tiene la propiedad de rotar sobre su propio eje  $90^\circ$ , cuando llega el momento de desocupar el vagón A o B.

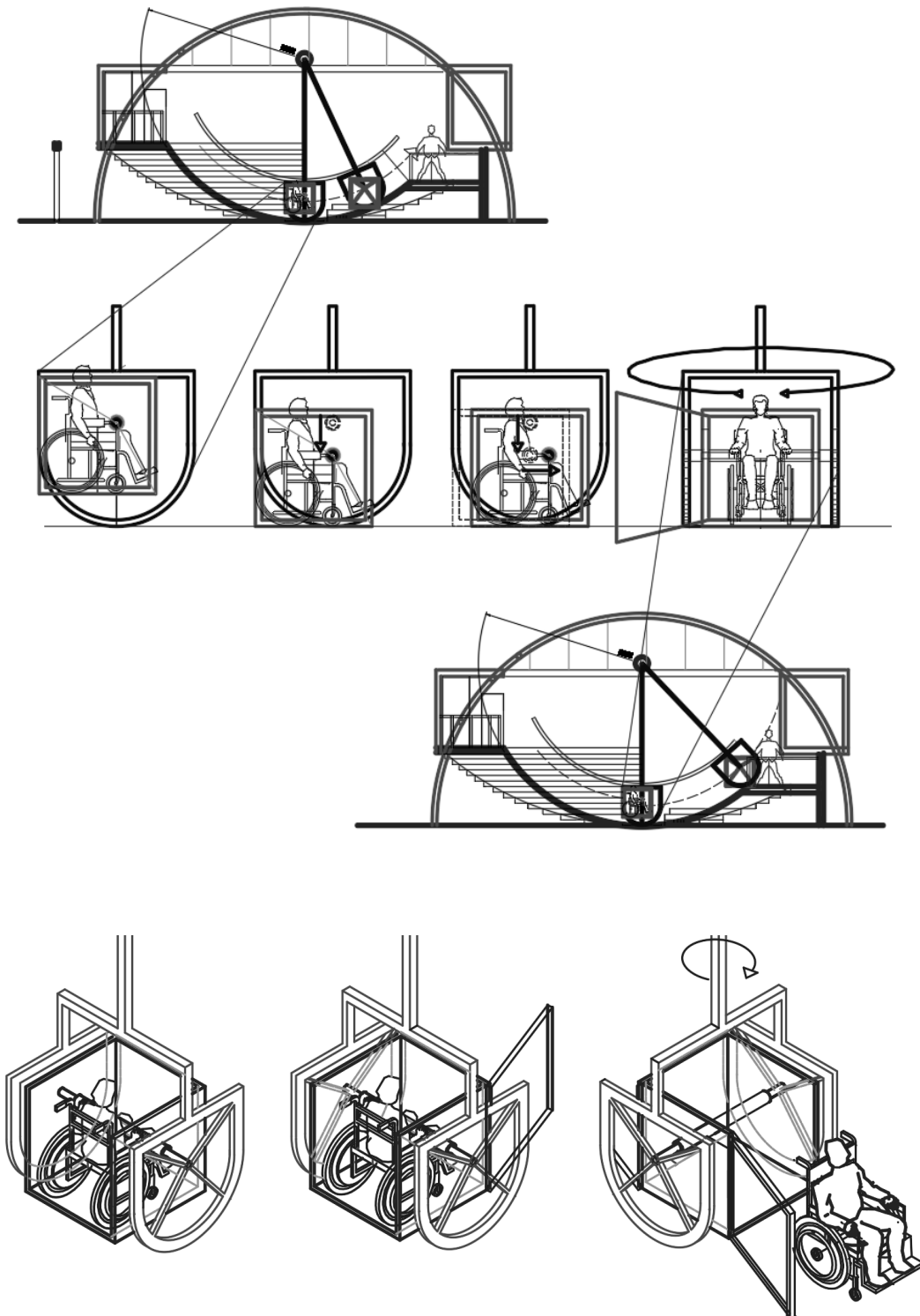
El ultimo componente es un corredor cóncavo con un par de rieles de desplazamiento curvos colocados en paralelo, uno de ellos, el inferior está en contacto con el piso, el riel superior, permite regular la fricción de la cabina con el piso, al tensar hacia arriba su movimiento, las dimensiones de este corredor están dadas por una cuerda de 4.35 m, una sección transversal de 1.20m y una altura también de 1.20 m, el corredor cóncavo se apoya en un segundo nivel desde uno de los extremos de los rieles inferiores (figura 4), luego desciende y es tangencial a la superficie del piso y luego vuelve a ascender hasta apoyarse en un segundo nivel o un nivel intermedio. (figuras 3-6).

Esta invención, diferencia de sus antecedentes, (Livingstone and Bedoya,2022), (Palencia, A, 2016), (Salmon, Jhon,K,1990), (Ocio Guevara y Rodríguez García, 2022), (Vassilli S.R.L.et al, 2007), ( Bravo López, David A, y Rodríguez Vicentini, J. P.,2015), permite que el usuario, al utilizar el sistema de elevadores pendulares, pueda desplazarse en el espacio habitacional tanto en las distancias horizontales como en superar distancias verticales al mismo tiempo (figuras 3 y 4), los desplazamientos son en curva (figura 4). De esta manera se puede subir desde un primer nivel a un segundo nivel y desplazarse de un punto a otro.

El peso del vagón que hace de ascensor, se equilibra y anula con el cable que lo sostiene desde arriba y lo moviliza de un punto a otro (figuras 1 y 3), no es necesario colocar sensores que midan las tensiones directas de las varillas laterales de la cabina,

ni tampoco necesita dispositivos para medir cargas axiales, ni se necesita medir el peso de la cabina porque por debajo de la cabina, está bien ajustada sobre rieles, por lo tanto los movimientos por cargas axiales se rigidizan sobre el par de rieles que corren debajo de todo el área de la base de la cabina o vagón, como también rieles superiores (figura 1) y al considerarse así, por lo tanto, no es necesario utilizar sensores, ni colocar cables por debajo de la cabina, porque se puede prescindir de ello ya que los esfuerzos axiales y los de flexión que afectan lateral y verticalmente la cabina, son controlados por los rieles y por el cable oscilador que se encuentra por encima de la cabina. (figuras 1 y 3).

**Figura 6: Secuencia de desacoplamiento de silla de ruedas de vagón deslizante**



## 4. Resultados

Esta invención no necesita utilizar energía eléctrica para funcionar, no se necesitan los sensores en los puntos de inflexión, los cuales miden la tensión en las varillas y conducen a circuitos eléctricos para que se emitan señales de respuestas, en nuestra propuesta el vagón de la cabina del ascensor funciona manualmente cuando se desprende únicamente del punto de partida “W” (figura 1), y por simple acción de la gravedad, se traslada apoyado en los rieles siguiendo un movimiento en curva oscilando sobre los rieles, hasta el nivel inferior en el punto “Y”, el vagón inicial A se detiene cuando colisiona suavemente con el siguiente vagón B, el cual se impulsa también hasta subir al nivel superior nuevamente, que es el punto “Z”(figura 1).

El diseño es amigable con el medioambiente, significa un ahorro en el empleo de cantidad de accesorios adicionales y de cantidad de material utilizado para fabricar esos accesorios, porque en esta propuesta, es solo un accesorio de importancia, el cable de tensión pivotante, el cual es el que mayormente absorbe las fuerzas inerciales, mientras que en los antecedentes se debe contar forzosamente con energía eléctrica constante.

En este de modelo de utilidad, el cable tensor con función oscilatoria, no necesita tampoco circuitos adicionales, únicamente funciona por el movimiento que por inercia se genera al desprenderse el vagón que hace las veces de ascensor, y se detiene cuando colisiona suavemente con su par que viene de retorno.

Al no utilizar sensores, no se necesita mantenimiento, ni compra de repuestos continua de esos accesorios. No se necesita medir la tensión directa en las varillas, por lo tanto, no se necesitan sensores de carga adheridos a las varillas.

No se necesita demasiados accesorios como el bastidor del automóvil, los cables de elevación, los cables de compensación y el cable de viaje, solamente el cable de oscilación.

### 4.1 Componentes y accesorios

El prototipo del elevador está conformado por un ascensor pendular, caracterizado porque los vagones, se sujetan a unas paletas a través de un manubrio de sujeción el cual comprende 2 cerros de sellamiento, los cuales aseguran la silla de ruedas y su usuario dentro del vagón, el vagón dispone de una plataforma o piso, sobre el que descansa la silla de ruedas.

El cable de tensión, permite el movimiento oscilatorio debido al peso de los vagones, a los que sostiene, y es impulsado por el peso propio de los mismos, conteniendo las sillas de ruedas por efecto de la gravedad y controlados por la fuerza de fricción que ejercen los rieles al contacto con las cuñas de terminación de las paletas (figura 6).

El corredor cóncavo da soporte a dos vagones deslizantes A y B, de ida y de retorno, los cuales deben hacer contacto de choque, para que se produzca el movimiento oscilatorio, a saber, se denominan, “vagón de arranque” al vagón A y “vagón de retorno” al vagón B, los cuales, al moverse, necesitan un impulso generado por los movimientos de inercia de ambos cuando hacen contacto de choque entre sí.

El corredor cóncavo está conformado por rieles de desplazamiento, sobre los cuales se desplazan las paletas donde las terminaciones en cuña son las que tienen fricción con los surcos de los rieles, este evento, permite reducir la energía cinética y ganar la potencial y viceversa. (figuras 3 y 6).

## 5. Conclusiones

5.1.- El sistema pendular no utiliza sensores como los extensómetros, porque no necesita utilizar energía eléctrica para funcionar, solamente se activa por el principio físico de rozamiento por gravedad durante un movimiento oscilatorio pendular.

5.2.-El sistema pendular, no necesita cables tensores para subir y bajar, solo necesita sostenerse de un cable oscilador, por lo tanto, no levanta el peso de los cables, solo es el peso de la cabina.

5.3.- El sistema pendular, no levanta el peso de los accesorios debajo de la plataforma que sirve de piso, como sus antecedentes, únicamente levanta su propio peso y el de la carga.

5.4.-El sistema pendular permite una mejor calidad de vida al usuario y un mejor medio o entorno ecológico.

5.5.-Representa una solución más democrática para las personas con discapacidad y también puede ser usado por las personas sin discapacidad.

## 6. Referencias bibliográficas

**Bravo López, D. A. y Rodríguez Vicentini, J. P. (2015).** Silla de ruedas terapéutica bipedestable. Patente obtenida No de Publicación Internacional WO2015189760A1 WIPO (PCT). Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. Oficina Internacional. Oficina española de patentes y marcas España. <https://patentimages.storage.googleapis.com/5c/5e/43/def822e9307da2/WO2015189760A1.pdf>

**Fundación CEDDET (2015).** *Explotación técnica ferroviaria Cuarta Edición.* Modulo 2 Dinámica del tren y consumo de energía Descargado de internet: [https://transporteferroviarioblog.wordpress.com/wpcontent/uploads/2017/01/modulo\\_2\\_etf\\_ed4.pdf](https://transporteferroviarioblog.wordpress.com/wpcontent/uploads/2017/01/modulo_2_etf_ed4.pdf)

**Livingston Wilson, D. A. & Bedoya Corrales, L. (2022).** Adaptación y creación de una silla de ruedas inteligentes donde promueve mayor comodidad y mejor autonomía. 20th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Education, Research and Leadership in Post-Pandemic Engineering: Resilient, Inclusive and Sustainable Actions", Hybrid Event, Boca Raton, Florida- USA, July 18 - 22, 2022.

**Ocio Guevara, A. M. & Rodríguez García Blázquez, N. (2022).** *Estudio de factibilidad para la instalación de una planta ensambladora de silla de ruedas eléctrica bimanual.* Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial. Universidad de Lima Facultad de Ingeniería y Arquitectura Carrera de Ingeniería Industrial. Perú.

**Palencia Diéguez, A. (2016).** *Ecodiseño de una silla de ruedas a medida.* Tesis para obtener el Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales. Alvar 2016. Universidad Carlos III Madrid, España.

**Rodríguez, Eduardo. (2011).** *Entornos invisibles (de la ciencia y tecnología). Capítulo 1. Parques de Diversiones.* Guía Didáctica Ministerio de Educación Argentina. Descargado de internet: [https://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/C1\\_Parque\\_de\\_diversionesR.pdf](https://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/C1_Parque_de_diversionesR.pdf)

**Taranilla Santos J. (2019).** *Estudio de la resistencia normal al avance de trenes de mercancías.* Trabajo de fin de grado para la obtención del título de ingeniero en tecnologías industriales. Escuela técnica superior de ingenieros industriales. Universidad Politécnica de Madrid. España.

**Salmon, Jhon, K. (1990)**, Elevator load weighing. Patente de Invención con No de publicación EP0430344A2. European Patent Application. Madrid España.  
<https://patents.google.com/patent/US4986391>

**Vassilli S.R.L. (2007)** Silla de ruedas de rehabilitación verticalizable perfeccionada Via Irpinia No. 1-3 Z.I. 35020 Saonara, PD, IT, (2007). Patente obtenida No de Publicación 2 341 577, Oficina española de patentes y marcas España. Número de solicitud europea: 07010023 .5 96 Fecha de presentación: 21.05.2007 97 Número de publicación de la solicitud: 1859765 97. Fecha de publicación de la solicitud: 28.11.2007.

<https://patentimages.storage.googleapis.com/f1/04/4d/31095cae4779d1/ES2341577T3.pdf>

**Comunicación alineada con los  
Objetivos de Desarrollo  
Sostenible**

