

**UNIVERSIDAD DISTRITAL "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - FACULTAD TECNOLÓGICA  
 PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA  
 FORMATO DE PROYECTOS DE GRADO**

**Nº DE RADICACIÓN:** \_\_\_\_\_

**INFORMACIÓN EJECUTORES**

**Ejecutor 1**

Nombre (s):	DANNY LEANDRO
Apellido (s):	PIMENTEL ORDUY
Código:	20141375099
E-mail:	dlp9117@gmail.com
Teléfono fijo:	
Celular:	3132264026



**Ejecutor 2**

Nombre (s):	JUAN DAVID
Apellido (s):	RODRÍGUEZ CASTIBLANCO
Código:	20142375006
E-mail:	rodriguezcastiblanco@gmail.com
Teléfono fijo:	
Celular:	3007341853



**INFORMACIÓN DEL PROYECTO**

Título del Proyecto:	DISEÑO DE UN ELEVADOR DE CARGA DE DOS NIVELES PARA CELDAS METÁLICAS PARA LA EMPRESA GIM INGENIERÍA ELÉCTRICA	
Duración (estimada):	4 MESES	
Tipo de Proyecto: (Marqué con una "x")	Innovación y Desarrollo Tecnológico	
	Prestación y Servicios Tecnológicos	X
	Otro	
Modalidad del Trabajo de Grado:	PROYECTO	
Línea de Investigación de la Facultad:	DESARROLLO TECNOLÓGICO LOCAL E INSTITUCIONAL	
Línea de Investigación del Proyecto Curricular:	DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Grupo de Investigación:		
Proyecto de Investigación:		
Áreas del conocimiento que involucra:	DISEÑO DE ELEMENTOS	

**INFORMACIÓN PASANTÍA**

Nombre de la empresa:	
Dirección:	
Teléfonos:	
Correo electrónico:	

**INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA**

Director: (Vo. Bo.)	OSWALDO PASTRÁN B.
Proyecto de Pasantía: (Tutor): (Vo. Bo.)	
Formulación Proyecto de Grado: (Profesor): (Vo. Bo.)	

DISEÑO DE UN ELEVADOR DE CARGA DE DOS NIVELES PARA CELDAS  
METÁLICAS PARA LA EMPRESA GIM INGENIERÍA ELÉCTRICA

PRESENTADO A:

CONSEJO CURRICULAR INGENIERÍA MECÁNICA

DANNY LEANDRO PIMENTEL ORDUY  
20141375099

JUAN DAVID RODRÍGUEZ CASTIBLANCO  
20142375006

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
FACULTAD TECNOLÓGICA  
INGENIERÍA EN MECÁNICA  
SEPTIEMBRE, 2016

DISEÑO DE UN ELEVADOR DE CARGA DE DOS NIVELES PARA CELDAS  
METÁLICAS PARA LA EMPRESA GIM INGENIERÍA ELÉCTRICA

DANNY LEANDRO PIMENTEL ORDUY  
20141375099

JUAN DAVID RODRÍGUEZ CASTIBLANCO  
20142375006

PRESENTADO A:

Ing. OSWALDO PASTRÁN BELTRÁN

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
FACULTAD TECNOLÓGICA  
INGENIERÍA EN MECÁNICA  
SEPTIEMBRE, 2016

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág	
0	Introducción	4
1	Planteamiento del problema	4
1.1	Estado del arte	5
1.2	Justificación	9
2	Objetivos	10
2.1	Objetivo general	10
2.2	Objetivos específicos	10
3	Marco teórico y conceptual	11
3.1	Ley de pascal	11
3.2	Ley de la palanca	11
3.2.1	Tipos de palancas	12
3.3	Ventaja mecánica	13
3.4	Transmisión de potencia	13
3.4.1.	Tipos de transmisión	13
3.5	Energía potencial	14
3.5.1	Fuerzas conservativas	15
3.5.2	Fuerzas no conservativas	15
3.6	Elevadores	15
4	Metodología	16
5	Cronograma	17
6	Presupuesto	17
7	Bibliografía	18
7.1	Bibliografía consultada	18
7.2	Bibliografía referenciada	19

## **0. INTRODUCCIÓN**

Un elevador es una estructura móvil que realiza desplazamientos de manera vertical, y su finalidad es levantar o bajar algún tipo de carga. El primer registro de estos tipos de sistemas se remonta al año 230 a.C., donde existían ascensores con cabina y eran accionados mecánicamente, ya sea a través de fuerza animal o humana, este tipo de plataformas tomó su auge con la constante construcción de edificios más altos. Actualmente existe una gama amplia de elevadores, desde los sistemas mecánicos, electromecánicos, eléctricos e hidráulicos hasta diferentes combinaciones, y se puede clasificar según el uso.

El presente trabajo busca realizar el diseño, cálculo y construcción de un elevador de carga de dos niveles para celdas metálicas para la empresa GIM Ingeniería eléctrica, debido a que necesitan mover cargas de aproximadamente 400 kg en su bodega, teniendo como limitaciones el espacio, costo del proyecto, calidad, amigable al medio ambiente, etc.

### **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

La empresa GIM Ingeniería eléctrica ubicada en la ciudad de Bogotá D.C., presenta la necesidad de mover cargas de aproximadamente 400 kg en su bodega, dichas cargas corresponden al inventario de tableros, cofres y celdas elaborados en acero laminado en frío, poliéster y acero inoxidable, los cuales son almacenados en entreplantas. Además de las limitantes de espacio, se tiene la maniobrabilidad dentro de la bodega, dado que para el levantamiento de los tableros eléctricos se debe disponer de un montacarga, incluyendo su operario y tres ayudantes de piso, donde se encuentra un desperdicio de recursos para el almacenamiento y descargue de encerramientos metalmecánicos. Por esto el COPASST (Comité paritario de Seguridad y Salud en el Trabajo) en una de sus reuniones mensuales, ha identificado la necesidad de optimizar el método de almacenamiento y transporte de los tableros eléctricos que se encuentran en el inventario.

Esto con el objeto principal de mejorar las condiciones de seguridad de dicho proceso, garantizando que la carga máxima de levantamiento de peso de cada trabajador no sea excedida, propuesta que se presentará a gerencia donde se buscará la posibilidad de hacer algo económico, y en lo posible de fabricación interna por parte de la empresa.

Para esto se desea tener un comparativo global de costo de material, tiempo de fabricación, garantías de funcionamiento y servicio técnico del elevador.

Como solución a esto se brindará el diseño de un elevador de carga bajo las especificaciones en sitio, teniendo en cuenta las limitantes de espacio y costo del proyecto, con elementos de entrada tales como la carga de trabajo suministrada por la empresa y las dimensiones máximas del equipo a suministrar, cumpliendo estas especificaciones se buscará un diseño caracterizado por la calidad y simplicidad, se contemplará la posibilidad de hacerlo ambientalmente amigable, y se respetará el parqueadero elevado de bicicletas que se encuentran en el sitio donde iría instalado el elevador, buscando incorporarlo al diseño, o reubicándolo en la empresa.

### **1.1. ESTADO DEL ARTE:**

Un elevador de carga es un aparato electromecánico empleado para transportar en forma vertical personas u objetos, los primeros ascensores<sup>1</sup> fueron construidos en Egipto, con tiras de cuero, cuerdas de cáñamo o lianas para la elevación de material de construcción y eran movidos con tracción animal o humana. Posteriormente se utilizó la rueda para simplificar el trabajo y aprovechar mejor la fuerza y con ello accionar dispositivos para la extracción de agua, aunque no fue el único avance, ya que tiempo después, se desarrolló la técnica de la descomposición de las fuerzas con la ayuda de los polipastos, que son dispositivos que están compuestos de dos o más poleas y una cuerda.

El salto de calidad de estos mecanismos llegó por el auge del comercio, la navegación y la industria, un ejemplo fue Leonardo da Vinci<sup>2</sup> que creó una grúa móvil para la industria de la construcción, esta grúa está compuesta de un vehículo que era manipulado desde la parte superior a través de un cable tensado, además de desarrollar nuevos elementos para las máquinas, tales como tornillos sin fin, engranajes helicoidales, etc., pero quizás el avance más importante, fue la fabricación de sistemas basados en la transmisión por tornillo, debido a que dio paso a los ascensores modernos de pasajeros, el primer prototipo fue construido en 1793 por Ivan Kulibin, un mecánico e inventor ruso.

---

<sup>1</sup> MIRAVETE A., LARRODÉ E., Elevadores: Principios e Innovaciones, Barcelona, Editorial Reverté S.A., 2005

<sup>2</sup> TADDEI Mario, ZANON Edoardo, LAURENZA Domenico, Leonardo`s machines, Da Vinci`s Inventions Revealed, Florence-Milan, Giunti Editore S.p.A., 2007.

Actualmente existen diversos estudios que tratan el tema más profundamente, un ejemplo se encuentra en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, donde se realizó una plataforma auto-cargable<sup>3</sup>, la cual está adaptada al chasis de un camión Hino, esta plataforma sirve para el transporte de montacargas y tractores agrícolas con un peso máximo de 8.5 toneladas, su funcionamiento es a través de un sistema oleohidráulico, el cual tiene como propósito transformar la energía de los fluidos para generar potencia hidráulica. Para el análisis de las cargas utilizaron los programas SAP2000 y SolidWorks, además la estructura la construyeron en acero, según los investigadores, debido a que es fácil de soldar y mecanizar, asimismo fabricaron este mecanismo siguiendo la norma AISC 360-05, la cual especifica la forma para la construcción de estructuras en acero.

Por otro lado, en la Facultad de ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica Nacional de Quito se desarrolló el rediseño de un elevador de carga<sup>4</sup>, con la finalidad de unir dos niveles de una planta, según la institución, este rediseño mejoró la estructura y algunos elementos mecánicos, permitiendo el aumento de la capacidad de carga de 2 toneladas a 5.5 toneladas. Para los cálculos estructurales emplearon el programa SAP2000 y para la simulación del nuevo elevador utilizaron el programa Autodesk Simulation, para los parámetros de diseño, al igual que el trabajo anterior, tuvieron en cuenta las especificaciones de la norma AISC 360-05. Dentro de las conclusiones de este trabajo se encontró que la mejor elección para optimizar el elevador de carga fue una estructura simple de tijera con accionamiento de potencia y seguridad hidráulica, además esta estructura fue construida con acero ASTM A36 y SAE 1018, debido a que tiene mejor rigidez, ductilidad, soldabilidad, tenacidad y resistencia a la fatiga.

Mientras en otro proyecto de la misma facultad, se desarrolló un sistema para el traslado de equipos de laboratorio<sup>5</sup> de forma segura y rápida hasta la terraza, durante la investigación analizaron varias alternativas con el fin de encontrar una opción que cumpla los requisitos de ser removible y de menor

---

<sup>3</sup> RAMOS Darwin, Diseño de una Plataforma Auto-Cargable hasta 8.5 Toneladas Acoplada a un Chasis Camión Hino GD8JLSA, Trabajo de grado Ingeniería Mecánica, Riobamba, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2015, 138 paginas.

<sup>4</sup> QUILO Flavio, VALLEJO Guillermo, Diseño de la Repotenciación de un Elevador de Carga de 2 Toneladas de la Empresa Grafitext Cia LTDA, Trabajo de grado Ingeniería Mecánica, Quito, Escuela Politécnica Nacional, 2014, 174 paginas.

<sup>5</sup> PUJOTA Jacinto, Diseño y Construcción de un Elevador de Carga con Capacidad de 200Kg Y 20m de Elevacion para el Laboratorio de Energías Alternativas y Eficiencia Energética, Trabajo de grado Ingeniería Mecánica, Quito, Escuela Politécnica Nacional, 2013, 225 paginas.

costo, para tal propósito, los investigadores eligieron un elevador que consta de una columna que soporta toda la carga a través del brazo horizontal, igualmente de un polipasto eléctrico montado sobre el apoyo del brazo, el cual está unido por soldadura. Para fijar el equipo, usaron una placa con cuatro agujeros, los cuales fueron soldados en el extremo inferior de la columna. Una de las conclusiones de este trabajo fue que se diseñó un sistema con partes recambiables con una capacidad de carga de 200 kg, el cual cumple con las especificaciones establecidas inicialmente. Este mecanismo tiene una desventaja y es que tiene que ser operado por dos personas.

Del mismo modo, en la Escuela Politécnica del Ejército, ESPE- Latacunga se diseñó y construyó un elevador electro-hidráulico<sup>6</sup> de tipo tijera y baja altura para vehículos de hasta dos toneladas, este sistema está constituido por una estructura metálica y un circuito hidráulico que está impulsado por un motor eléctrico y dos vástagos, el sistema de seguridad consiste en elevaciones de quince centímetros con el fin de obtener un factor de seguridad total contra descensos indeseados. Para el estudio estático utilizaron el software COSMOS Analysis Manager y un material de acero ASTM A36, con lo cual se pudieron establecer que cumplía la necesidad de levantar dos toneladas.

En la misma institución, se elaboró un sistema de transporte vertical<sup>7</sup> basándose en diferentes normas de construcción y seguridad exigidas en Ecuador, este elevador fue desarrollado con el propósito de movilizar personas discapacitadas de un nivel a otro, durante el proceso de diseño, analizaron cada uno de los elementos del ascensor, además del diseño de los circuitos eléctricos que permiten un correcto funcionamiento del sistema, por otro lado, se realizó el modelamiento y análisis estático de cada uno de los elementos a través de SolidWorks. Una vez obtenido los resultados, fueron comparados con el diseño técnico, tanto para las deformaciones, desplazamientos, factor de seguridad etc., y concluyeron que los resultados eran correctos y adecuados para la implementación y construcción del ascensor. La norma utilizada para el diseño de la estructura fue EN-81, la cual se basa en la construcción y seguridad, y donde tomaron estándares de dimensiones, pesos y tensiones.

---

<sup>6</sup> TARCO Luis, VILLAVICENCIO Oscar, Diseño y Construcción de un Elevador Electro-Hidraulico Tipo Tijera de Baja Altura para Vehiculos de Hasta Dos Toneladas, Trabajo de grado Ingeniería Automotriz, Latacunga, Escuela Politécnica del Ejército, 2010, 109 paginas.

<sup>7</sup> CHAVEZ Danny, TERÁN Daniel, Diseño y Selección de los Componentes de un Ascensor Panorámico que Facilite la Circulación Vertical de Personas Discapacitadas en las Instalaciones del Nuevo Campus de la ESPE-L, Trabajo de grado Ingeniería Electromecánica, Latacunga, Escuela Politécnica del Ejército, 2013, 365 paginas.



Así mismo, en la universidad Politécnica Salesiana se simuló una plataforma hidráulica<sup>8</sup> para levantar carga de hasta 500kg mediante un mecanismo de tijeras y un sistema de accionamiento hidráulico, la simulación se realizó a través de Autodesk Inventor de Autocad, y con material de acero estructural ASTM-A36. Dentro de los resultados se puede observar que el esfuerzo admisible para este tipo de carga fue de 248 Mpa, el esfuerzo de flexión de 1217 N-m y un factor de seguridad de 1.96, con lo cual, según los investigadores, cumple satisfactoriamente el objetivo principal.

De manera semejante, en el claustro se desarrolló el cálculo, diseño y construcción de un elevador manual<sup>9</sup> de tipo apilador para una carga máxima de 300Kg y una altura máxima de 5 metros, este equipo tiene como propósito ayudar en la instalación y mantenimiento de redes industriales aéreas de telecomunicaciones. Para la construcción de este sistema, la universidad utilizó acero ASTM A-36, debido a que tiene un costo bajo, su facilidad de adquisición y buenas propiedades mecánicas. En el caso del diseño estructural, fue realizado a través del método de esfuerzo permisible, donde consideraron todas las tensiones en pernos, remaches o soldaduras, además, tuvieron en cuenta las consideraciones de la norma ASTM A-569 y norma interna de fabricación IPAC.

Por otra parte, en la Universidad Politécnica Salesiana de Quito en Ecuador se simuló un ascensor con carga máxima de 250kg<sup>10</sup>, el cual tenía como objetivo principal el desplazamiento de personas discapacitadas y adultos mayores en viviendas de dos niveles. Para el diseño y selección de las mejores alternativas, el centro educativo realizó un estudio comparativo y de ponderación de criterios, el cual arrojó que la mejor elección era un sistema de tracción por rodillos con doble cable y media cabina. Una vez los investigadores seleccionaron la opción más adecuada, realizaron los cálculos estructurales y la simulación de los elementos del ascensor, comprobando que cumplía con el propósito principal, además concluyeron que el costo de este nuevo mecanismo era inferior en un 65% comparado con los elevadores

---

<sup>8</sup> MOSQUERA Ivan, SUNTAXI Christian, Diseño y Simulación de una Plataforma Semiautomática para Levantar Motores de Hasta 500Kg, Trabajo de grado Ingeniería Mecánica, Quito, Universidad Politécnica Salesiana, 2012, 144 paginas

<sup>9</sup> GAVILANES Francisco, MOROCHO Juan, Diseño y Construcción de un Elevador Vertical Manual Tipo Apilador para una Carga Máxima de 300 Kg, Trabajo de grado Ingeniería Mecánica, Quito, Universidad Politécnica Salesiana, 2014, 322 paginas.

<sup>10</sup> ACOSTA Edison, DELGADO Orlando, Diseño y simulación de un Ascensor con Carga Máxima de 250 Kg para Personas con Capacidades Especiales y Adultos Mayores, para Ser Instalado en Viviendas de Dos Pisos, Trabajo de grado Ingeniería Mecánica, Quito, Universidad Politécnica Salesiana, 2013, 136 paginas.

comerciales de este tipo, aunque está limitado a las dimensiones propias del diseño.

Otro ejemplo de proyectos similares, se encuentra en la Universidad de Valladolid en España, donde se diseñó, calculó y dimensionó los elementos principales de un elevador móvil<sup>11</sup> para trabajos de construcción, limpieza, reparación y mantenimiento de edificios. Según este trabajo, el elevador se basa en una estructura metálica que utiliza la geometría y funcionamiento de las tijeras con el fin de aumentar la distancia entre los extremos de las barras, a través de la fuerza aplicada por el cilindro hidráulico, el material para la construcción del elevador es de acero C1022, debido a que su resistencia mecánica es suficiente y su costo no es excesivo. Para calcular las diferentes fuerzas, la estructura fue modelada en SolidWorks y se siguió los parámetros de la normativa UNE-EN 280:2002+A2 y la NTP 634.

Igualmente en la Escuela Superior Politécnica del Litoral se propuso la construcción de un elevador de carga<sup>12</sup> para las bodegas de un centro comercial de la ciudad de Guayaquil, durante el proceso de selección de las mejores alternativas, la Universidad eligió un sistema de enrollamiento y polipasto para un peso de 1500 Kg, el acceso al elevador está protegido por puertas corredizas automáticas que fueron instaladas de manera complementaria a la instalación del elevador, en caso de daño o avería en el suministro de electricidad, el sistema se detendría automáticamente.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN:**

GIM Ingeniería Eléctrica, en búsqueda del bienestar de sus trabajadores, ha detectado la necesidad de cambiar el procedimiento para el almacenamiento de los productos que maneja en su stock de tableros eléctricos ubicados en un entrepiso que se encuentra a 3m de altura. Para esto se propone el desarrollo de un elevador de carga que se pueda construir en la planta metalmecánica propia de la empresa:

- Tecnológicos: El desarrollo del proyecto aportará un prototipo del elevador de carga, en conjunto con las memorias de cálculo y el procedimiento ordenado de diseño, que dará solución a la necesidad

---

<sup>11</sup> MARTINEZ DEL POZO Pablo, Diseño, Calculo y Dimensionado de una Plataforma Elevadora Móvil de Personal con Accionamiento Hidráulico, Trabajo de grado Ingeniería Técnica Industrial, Especialidad en Mecánica, Valladolid, Universidad de Valladolid,2012, 184 paginas.

<sup>12</sup> NAVARRO Francisco, Diseño, Construcción e Instalación de un Elevador de Carga en un Centro Comercial de la Ciudad de Guayaquil, Trabajo de grado Ingeniería Mecánica, Guayaquil, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2001, 139 paginas.

de la empresa y podría ser la base para la ampliación de la oferta de productos metalmecánicos.

- Académico: El proyecto aporta a la academia la implementación de las metodologías pertinentes, se podrá tomar como una guía para la selección de partes normalizadas, se modelará y analizará el diseño del elevador de carga utilizando tecnologías CAD/CAM.
- Económico: Para la organización GIM INGENIERIA ELECTRICA LTDA será el aporte económico, ante la necesidad de la construcción del elevador de carga, se busca reducir los costos con un diseño propio de la empresa, y la ejecución de la fabricación metalmecánica en la planta propia.
- Ambientales: Se busca cambiar el combustible o fuente energética con la que se lleva a cabo el procedimiento de almacenamiento (Cargue y descargue) de tableros eléctricos, donde actualmente se utilizan montacargas impulsados por gas natural, se buscará reducir la emisión local de CO2 durante el procedimiento, reemplazándolo por un motor eléctrico de ser posible.
- Seguridad industrial: Se busca evitar los accidentes de trabajo que se puedan presentar por la manipulación de productos de gran volumen, evitando accidentes, incapacidades y otros derivados de la actividad riesgosa.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un elevador de carga de dos niveles para mover una carga máxima de 500 Kg para la empresa GIM Ingeniería Eléctrica.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Plantear diferentes opciones para el diseño del elevador de carga
- Seleccionar la mejor alternativa a través de una matriz QFD.
- Seleccionar las partes normalizadas necesarias para la construcción del elevador de carga.
- Diseñar las partes no normalizadas necesarias para la construcción del elevador de carga.

- Analizar los esfuerzos en el diseño del elevador, aplicando tecnología CAD, CAD/CAM y elementos finitos.
- Hacer un manual de operación para el elevador diseñado.
- Elaborar el manual de mantenimiento para el elevador de carga diseñado.
- Elaborar cuadro de costos de materiales y equipos del elevador
- Definir los parámetros de diseño para elevar una carga máxima de 500 Kg, teniendo en cuenta las normativas colombianas
- Construir un prototipo a escala 1:100
- Elaborar los planos generales, de fabricación y montaje.

### 3. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

#### 3.1 LEY DE PASCAL

Es la base para el diseño de elevadores hidráulicos, se define como el cambio en la presión aplicada a un líquido encerrado se transmite sin disminuir a cada punto del líquido y a las paredes del recipiente que lo contiene, el matemático y físico Blaise Pascal lo enunció de la siguiente manera<sup>13</sup>: *“La presión ejercida sobre un fluido estático, incomprensible y en equilibrio dentro de un recipiente indeformable, se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y en todos los puntos del fluido”*, por lo tanto tenemos:

$$P_t = P_o + Dgh \quad (1)$$

Dónde:

**P<sub>t</sub>**: Presión total a la profundidad h

**P<sub>o</sub>**: Presión sobre la superficie libre del fluido D

**D**: Densidad del fluido

**g**: Aceleración de la gravedad

**h**: Altura

#### 3.2 LEY DE LA PALANCA

Cuando se necesita transmitir una fuerza y desplazamiento, la mejor forma para lograrlo es a partir de una palanca, la cual está compuesta por una barra rígida que se puede girar libremente desde un punto de apoyo, este elemento simple se puede utilizar para aumentar la fuerza mecánica que es

---

<sup>13</sup> AGUEDA Eduardo, NAVARRO Jose, GOMEZ Tomás, Sistemas de transmisión de fuerzas y trenes de rodaje, Ediciones Paraninfo S.A., 2012, España, 600 Pag.

aplicada a un objeto, y con ello lograr incrementar la velocidad o distancia de dicho objeto. Para dicho cálculo se utilizara la ley de la palanca<sup>14</sup> que señala:

$$P \times B_p = R \times B_r \quad (2)$$

Dónde:

**P:** potencia

**B<sub>p</sub>:** es la distancia entre la fuerza de potencia y el punto de apoyo

**R:** Fuerza que se debe vencer para lograr el movimiento del objeto, es decir, la fuerza de resistencia

**B<sub>r</sub>:** Es la distancia entre la fuerza de resistencia y el punto de apoyo

Esta ley nos establece que para que exista un equilibrio en el sistema, el momento producido por la fuerza ejercida debe ser igual al momento producido por la carga.

### 3.2.1 TIPOS DE PALANCAS

Las palancas se clasifican en función de la posición que ocupen tres elementos<sup>15</sup> (Punto de apoyo, fuerza y resistencia), por lo tanto se tiene:

- Palanca de primer grado: Este tipo de palanca se caracteriza en que el apoyo se encuentra entre la fuerza y la resistencia, como por ejemplo un subibaja de un parque.
- Palanca de segundo grado: en este caso la resistencia (peso a mover) está ubicada entre el punto de apoyo y el extremo en donde se aplica la fuerza, un ejemplo es la carretilla.
- Palanca de tercer grado: en esta situación la fuerza se aplica entre el apoyo y la resistencia, un ejemplo son las pinzas para hielo.

---

<sup>14</sup> ESCUDERO Maria Jose, Manipulación de cargas con carretillas elevadoras, Ediciones Paraninfo S.A., España, 236 Pag.

<sup>15</sup> MENENDEZ Miguel, Manual para la formación de operadores de grúa torre, Octava Edición, Editorial Lex Nova, 2006, Principado de Asturias, 310 pag.

### 3.3 VENTAJA MECÁNICA

Cuando se diseña dispositivos mecánicos es importante tener un indicativo que señale la eficiencia o deficiencia del mecanismo, para tal propósito se utiliza la ventaja mecánica. La ventaja mecánica de un mecanismo<sup>16</sup> es la razón de la fuerza de salida con respecto a la fuerza de entrada, es decir, la razón del momento de torsión de salida ejercido por el mecanismo impulsado al momento de torsión de entrada que se necesita en el mecanismo impulsor.

### 3.4 TRANSMISIÓN DE POTENCIA

La potencia se puede denominar como la cantidad de trabajo realizado durante un determinado tiempo<sup>17</sup>, y se puede transmitir de diferentes formas. Uno de los elementos típicos para transmitir potencia son las bandas y/o cadenas combinados con un reductor de velocidad con engranes, y es debido a que son componentes sencillos que pueden trasladar grandes pares de fuerza.

#### 3.4.1 TIPOS DE TRANSMISIÓN<sup>18</sup>

**Por correa:** Es uno de los elementos más comunes para transmitir potencia, y se basa en la unión de dos o más poleas que transfieren el trabajo mediante la fricción de sus componentes. Existen muchos tipos de correas o bandas como son:

- Bandas de sincronización
- Bandas en V
- Banda plana
- Banda dentadas
- Banda de múltiples costillas

**Por cadena:** Este dispositivo mecánico es formado por una serie de eslabones unidos con pernos, facilitando la flexibilidad y la transferencia de

---

<sup>16</sup> SHIGLEY Joseph, UICKER Jhon, Teoría de máquinas y mecanismos, Mc Graw-Hill /Interamericana de Mexico S.A., México, 1988, 613 pag.

<sup>17</sup> RILEY William, STURGES Leroy, Ingeniería mecánica: Dinámica, Editorial Reverté S.A., 597 pag

<sup>18</sup> MOTT Robert, Diseño de elementos de máquinas, cuarta edición, Editorial Pearson, 2006, 944 pag.

grandes fuerzas de tensión a través de engranajes, además no presentan deslizamiento y son más duraderas que las correas. El tipo de cadenas más común es la cadena de rodillos, debido a que permite una fricción baja.

**Por engranajes**<sup>19</sup>: Este elemento mecánico es una rueda dentada, y básicamente se transfiere la potencia directamente entre engranajes, es decir mediante el contacto de las ruedas, la principal ventaja de la transmisión por engranajes es que no existen deslizamiento y tiene una exactitud en la relación entre las velocidades de rotación, existen muchos tipos de engranajes como son:

- Engranaje recto
- Engranaje helicoidal
- Engranaje cónico
- Engranaje hipoide
- Tornillo sin fin

**Por junta cardán**: Este componente mecánico permite transmitir la potencia entre dos ejes no colineales, que se encuentran comúnmente en los árboles de transmisión de los vehículos.

### 3.5 ENERGÍA POTENCIAL

La energía potencial es una magnitud que permite visualizar la dinámica de los cuerpos que están sujetos a fuerzas conservativas,<sup>20</sup> que son los pesos de los objetos y las fuerzas ejercidas por resortes lineales, es decir, el trabajo realizado sobre un objeto por algunas fuerzas, como por ejemplo la fuerza de gravedad.

La energía potencial es una propiedad local<sup>21</sup>, debido a la dependencia explícita, por tal razón su significado físico y la medida de sus variaciones no dependen del estado del movimiento de la masa, sino del lugar donde se mueve. La energía potencial nos permite hallar la fuerza que ejecuta el trabajo

---

<sup>19</sup> BUDYNAS Richard, NISBETT J. Keith, Diseño en ingeniería mecánica de Shigley, Octava edición, McGraw Hill Interamericana Editores S.A., 2008, 1092 Pag.

<sup>20</sup> FOWLER Bedford, Mecánica para ingeniería: Estática, quinta edición, Editorial Pearson Educación, México, 2008, 656 páginas.

<sup>21</sup> GUERRA Mario, CORREA Juan, NÚÑEZ Ismael., SCARON Juan., Física: Elementos fundamentales, mecánica y termodinámica clásicas, Relatividad especial, Tomo I, Editorial Reverté S.A., Barcelona, 1994, 771 Páginas.

### 3.5.1. FUERZAS CONSERVATIVAS

En las fuerzas conservativas el trabajo es nulo a lo largo de una trayectoria, y ese trabajo depende de una posición inicial y una posición final y no de la trayectoria, por ejemplo los pesos de los objetos y las fuerzas ejercidas por resortes lineales.

### 3.5.2 FUERZAS NO CONSERVATIVAS

Las fuerzas no conservativas son aquellas donde el trabajo efectuado depende de la trayectoria<sup>22</sup>, un ejemplo es la fuerza de rozamiento, por lo tanto el trabajo es siempre negativo y no podrá calcularse a partir de una energía potencial.

### 3.6. ELEVADORES

Este mecanismo de transporte vertical puede estar conformado por partes mecánicas, eléctricas y electrónicas<sup>23</sup> que actúan en conjunto para su puesta en marcha y de acuerdo al tipo de funcionamiento se puede encontrar los siguientes elevadores:

- **ELÉCTRICOS:** Esta clase de equipos están conformados normalmente por motor eléctrico, reductor de velocidades, freno y polea de tracción, además de un circuito que limita la velocidad del elevador y el sistema de seguridad, adicionalmente necesitan de una sala de máquinas que generalmente está ubicada en el último nivel.
- **ELECTROMECAÑICOS:** Estos tipos de elevadores son los más utilizados en edificios, y su tracción se desarrolla a través de un motor eléctrico, poleas y caja reductora, se caracterizan por tener una mayor seguridad en la transmisión y menor espacio requerido.
- **HIDRÁULICOS:** La particularidad de este tipo de elevadores es que no necesitan un contrapeso, y su funcionamiento es más suave y silencioso debido a que son más lentos que los ascensores eléctricos,

---

<sup>22</sup> RILEY William, STURGES Leroy, Ingeniería mecánica: Dinámica, Editorial Reverté S.A., 597 pag

<sup>23</sup> MIRAVETE A., LARRODÉ E., Elevadores: Principios e Innovaciones, Barcelona, Editorial Reverté S.A., 2005, 580 pag.



además de que la aceleración y frenado son progresivo y controlado. Este prototipo está conformado normalmente por una central hidráulica, cilindro cabina y pistón.

- **NEUMÁTICO:** Su funcionamiento es básicamente a través de aire y están conformados por cilindro neumático, pistón neumático para elevar y bajar la carga, compresor y elementos de control. Este tipo de elevadores se caracteriza por no presentar problemas de temperatura, su velocidad, fuerza y potencia son regulables y de excelente control, aunque generan mucho ruido y el costo de implementación es elevado en comparación con otros sistemas.
- **SISTEMAS COMBINADOS:** el objetivo principal para utilizar este tipo de elevadores es optimizar el funcionamiento<sup>24</sup>, se pueden combinar sistemas eléctricos, electromecánicos, neumáticos e hidráulicos, sino los más comunes los elevadores de simple o doble tijera.

#### 4. METODOLOGÍA:

Inicialmente se procederá a recopilar datos o información disponible en todas las fuentes de búsqueda tanto digital como físicas, con el propósito de tener una documentación adecuada que nos ayude con el planteamiento de la propuesta, además de identificar desventajas o ventajas en el procedimiento que sugirieran un proceso más estable, a través del análisis de la información recopilada. Una vez terminado el proceso anterior, se fijará una alternativa definitiva que cumpla con las condiciones establecidas inicialmente, este proceso se realizará mediante el método de gestión de calidad QFD. Luego de tener la opción más recomendable, se realizará un diseño detallado y la elaboración de sus correspondientes planos por medio de un programa CAD o CAD/CAM, para después construir el prototipo y el manual de operación, y finalmente realizar el informe pertinente que den fe del trabajo.

---

<sup>24</sup> MIRAVETE A., LARRODÉ E., Transportadores y elevadores, Zaragoza, Editorial Reverté S.A., 2004, 430 pag

## 5. Cronograma de actividades

	SEMANAS															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Documentación	■	■														
Planteamiento de propuesta			■	■												
Selección de alternativa					■	■										
Diseño detallado							■	■	■	■						
Elaboración de planos									■	■	■	■				
Construcción prototipo													■	■		
Evaluación de resultados													■	■		
Elaboración del documento final															■	■

## 6. PRESUPUESTO Y FUENTES DE FINANCIACIÓN

MANO DE OBRA					
ÍTEMS	UNIDAD	# UNIDADES	\$ UNIDADES	SUBTOTAL	FINANCIAMIENTO
INVESTIGACIÓN	HORAS	100	10.000	1'000.000	PROPIO
ASESOR	HORAS	15	50.000	750.000	UNIVERSIDAD
SERVICIOS					
FOTOCOPIAS	#	150	50	7.500	PROPIO
INTERNET	HORAS	50	1.000	50.000	PROPIO
MATERIAL	#	10	10.000	1'000.000	PROPIO
			TOTAL	1'057.500	

## **7. BIBLIOGRAFÍA:**

### **7.1 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

FOWLER Bedford, Mecánica para ingeniería: Estática, quinta edición, Editorial Pearson Educación, México, 2008, 656 páginas.

GUERRA Mario, CORREA Juan, NÚÑEZ Ismael., SCARON Juan., Física: Elementos fundamentales, mecánica y termodinámica clásicas, Relatividad especial, Tomo I, Editorial Reverté S.A., Barcelona, 1994, 771 Páginas.

ESCUADERO Maria Jose, Manipulación de cargas con carretillas elevadoras, Ediciones Paraninfo S.A., España, 236 Pag.

SHIGLEY Joseph, UICKER Jhon, Teoría de máquinas y mecanismos, Mc Graw-Hill /Interamericana de Mexico S.A., México, 1988, 613 pag.

RILEY William, STURGES Leroy, Ingeniería mecánica: Dinámica, Editorial Reverté S.A., 597 pag

MOTT Robert, Diseño de elementos de máquinas, cuarta edición, Editorial Pearson, 2006, 944 pag

BUDYNAS Richard, NISBETT J. Keith, Diseño en ingeniería mecánica de Shigley, Octava edición, McGraw Hill Interamericana Editores S.A., 2008, 1092 Pag.

MIRAVETE A., LARRODÉ E., Elevadores: Principios e Innovaciones, Barcelona, Editorial Reverté S.A., 2005

TADDEI Mario, ZANON Edoardo, LAURENZA Domenico, Leonardo`s machines, Da Vinci`s Inventions Revealed, Florence-Milan, Giunti Editore S.p.A., 2007.

AGUEDA Eduardo, NAVARRO Jose, GOMEZ Tomás, Sistemas de transmisión de fuerzas y trenes de rodaje, Ediciones Paraninfo S.A., 2012, España, 600 Pag

MIRAVETE A., LARRODÉ E., Transportadores y elevadores, Zaragoza, Editorial Reverté S.A., 2004, 430 pag

## 7.2 BIBLIOGRAFÍA REFERENCIADA

MIRAVETE A., Larrodé E., (2007), Elevadores: Principios e Innovaciones, Barcelona, España, Editorial Reverté S.A.

TADDEI M., Zanon E., Laurenza D., (2005), Leonardo`s machines, Da Vinci`s Inventions Revealed, Florence-Milan, Italia, Giunti Editore S.p.A.

RAMOS Darwin, Diseño de una Plataforma Auto-Cargable hasta 8.5 Toneladas Acoplada a un Chasis Camión Hino GD8JLSA, Trabajo de grado Ingeniería Mecánica, Riobamba, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2015, 138 paginas.

QUILO Flavio, VALLEJO Guillermo, Diseño de la Repotenciación de un Elevador de Carga de 2 Toneladas de la Empresa Grafitext Cia LTDA, Trabajo de grado Ingeniería Mecánica, Quito, Escuela Politécnica Nacional, 2014, 174 paginas.

PUJOTA Jacinto, Diseño y Construcción de un Elevador de Carga con Capacidad de 200Kg Y 20m de Elevacion para el Laboratorio de Energías Alternativas y Eficiencia Energética, Trabajo de grado Ingeniería Mecánica, Quito, Escuela Politécnica Nacional, 2013, 225 paginas.

TARCO Luis, VILLAVICENCIO Oscar, Diseño y Construcción de un Elevador Electro-Hidraulico Tipo Tijera de Baja Altura para Vehiculos de Hasta Dos Toneladas, Trabajo de grado Ingeniería Automotriz, Latacunga, Escuela Politécnica del Ejército, 2010, 109 paginas.

Chavez Danny, TERÁN Daniel, Diseño y Selección de los Componentes de un Ascensor Panorámico que Facilite la Circulación Vertical de Personas Discapacitadas en las Instalaciones del Nuevo Campus de la ESPE-L, Trabajo de grado Ingeniería Electromecánica, Latacunga, Escuela Politécnica del Ejercito, 2013, 365 paginas.

MOSQUERA Ivan, SUNTAXI Christian, Diseño y Simulación de una Plataforma Semiautomática para Levantar Motores de Hasta 500Kg, Trabajo de grado Ingeniería Mecánica, Quito, Universidad Politécnica Salesiana, 2012, 144 paginas

GAVILANES Francisco, MOROCHO Juan, Diseño y Construcción de un Elevador Vertical Manual Tipo Apilador para una Carga Máxima de 300 Kg, Trabajo de grado Ingeniería Mecánica, Quito, Universidad Politécnica Salesiana, 2014, 322 paginas.

ACOSTA Edison, DELGADO Orlando, Diseño y simulación de un Ascensor con Carga Máxima de 250 Kg para Personas con Capacidades Especiales y Adultos

Mayores, para Ser Instalado en Viviendas de Dos Pisos, Trabajo de grado Ingeniería Mecánica, Quito, Universidad Politécnica Salesiana, 2013, 136 paginas.

MARTINEZ DEL POZO Pablo, Diseño, Calculo y Dimensionado de una Plataforma Elevadora Móvil de Personal con Accionamiento Hidráulico, Trabajo de grado Ingeniería Técnica Industrial, Especialidad en Mecánica, Valladolid, Universidad de Valladolid,2012, 184 paginas.

NAVARRO Francisco, Diseño, Construcción e Instalación de un Elevador de Carga en un Centro Comercial de la Ciudad de Guayaquil, Trabajo de grado Ingeniería Mecánica, Guayaquil, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2001, 139 paginas