



UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN

Facultad de Ingeniería

Departamento Mecánica Aplicada

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN ELEVADOR DE CARGA PARA LA
MANIPULACIÓN DE LOS CILINDROS DE GASES EN LA EMPRESA
DE CIGARROS "LÁZARO PEÑA" DE HOLGUÍN**

Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero Mecánico

Autor: José Antonio Bonet Serrano

Tutores: M.Sc. Ing. Pavel Michel Almaguer Zaldívar

Ing. Gerardo Hernández Ramírez

Holguín 2017



AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a toda mi familia por haberme aportado durante mi carrera día a día un granito de arena, en especial a mis padres José y Misladys, mi hermano Carlos Alberto, por apoyarme en las situaciones difíciles y estar siempre a mi lado.

A mi compañera Mayrelis, por todo su amor y escucharme en los momentos difíciles de este trabajo.

A mis tutores, al MSc. Ing. Pavel Michel Almaguer Zaldívar y al Ing. Gerardo Hernández Ramírez.

A los profesores Eusebio González Utria, Plácida González, José Martínez Grave de Peralta, Héctor Pupo Leyva.

A todas las personas que de una forma u otra hicieron posible la realización de este trabajo.

PENSAMIENTO:

“El mero progreso mecánico, si no encajase en el glorioso movimiento universal, sería como la habilidad estéril de un cigarrero chino”

José Martí

RESUMEN

En este trabajo se realiza el diseño de un Elevador de Plataforma, el cual será implementado en la Empresa de Cigarros Lázaro Peña de Holguín, situada en la Avenida Jesús Menéndez No. 26 Esq. A 1ra.Reparto Villa Nueva.Holguín. El diseño de esta máquina se realizó debido a una solicitud del Departamento Técnico Industrial de la mencionada empresa para humanizar el trabajo de los operarios del área de mantenimiento. Para la realización del mismo se utilizaron paquetes informáticos profesionales como es el caso del SolidWorks para obtener los modelos geométricos y la utilización de herramientas de análisis a través de elementos finitos, específicamente el complemento Simulation. Fue necesario determinar los parámetros de la transmisión mecánica que garantizara el funcionamiento seguro de la máquina de elevación. Se determinó el estado tensional – deformacional en la estructura portante y en la plataforma de elevación. Además se proponen las principales operaciones del mantenimiento preventivo planificado las cuales se realizaran mensuales y trimestrales. También se realizó el análisis económico del diseño propuesto. Los resultados obtenidos muestran que es factible la construcción del elevador de cilindros de gases.

ABSTRACT

This work was designed with the Plataforma's Elevator, which will be implemented at Cigarros Lázaro Peña's Company of Holguín, in this work placed in the Avenida Jesús Menéndez No. 26 Esq. To 1ra. Reparto New Villa.Holguín. The industrial of the mentioned company to humanize the work of the laborers of the area of maintenance sold off this machine's design himself due to a request of the Technical Apartment. For the realization of the same they utilized information-technology professional parcels as the SolidWorks's case is for getting the geometric models and the utilization from tools of analysis through finite elements, specifically the complement Simulation. Determining the parameters of the mechanical transmission was necessary that I guarantee the safe functioning of the machine of elevation. Tensional determined the status itself – deformacional in the ambling structure and at the platform of elevation. Besides which set themselves the principal operations of the planned preventive maintenance come true monthly and trimestrial. Also the economic analysis of the proposed design came true. The obtained results evidence that the construction of the elevator of cylinders of gases is feasible.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	5
1.1. Introducción al capítulo	5
1.2. Diseño	5
1.2.1. Concepto de diseño	6
1.3. Breve historia de los ascensores o elevadores	7
1.4. Equipos de izaje. Elevadores	9
1.4.1. Características de los ciclos de trabajo.....	11
1.4.2 Definición de características técnicas	11
1.4.3 Características y tipos de regímenes de trabajo al que se someten los equipos de elevación	12
1.4.4. Las cargas en el diseño de equipos de elevación	13
1.4.5 Características de los órganos de trabajo.....	14
1.5 Sistema de accionamiento	17
1.6 Metodologías de cálculo	18
1.7 Usos de los elementos finitos para el cálculo de máquinas	19
1.7.1 Método de los elementos finitos	20
1.7.2 Etapas básicas del análisis de una estructura por el MEF.....	20
1.8 Ventajas y desventajas del elevador eléctrico	22
1.9 Medidas de seguridad al trabajar con elevadores.....	22
1.9.1 Normas básicas para la seguridad en elevadores:	23
1.9.2 Normas legales en la seguridad en ascensores:	23
1.9.3 Dispositivos de seguridad en los ascensores	23
CAPITULO II. DISEÑO DEL ELEVADOR PARA CILINDROS DE GASES	25
2.1 Introducción al capítulo.....	25
2.2 Especificaciones para el diseño del elevador	25
2.2.1 Carga.	25
2.2.2. Altura.	26
2.2.3 Para garantizar su correcta funcionabilidad.....	26
2.3 Metodología de cálculo	27
2.3.1.Determinación de la potencia necesaria	28
2.3.2. Cálculo de comprobación de la cadena.	31
2.3.3. Cálculo y selección del cable, diámetro y longitud del tambor.	33

2.4. Cálculo de compresión de la estructura portante mediante el método del MEF	40
2.4.1. Resultado del análisis de las cargas de la estructura portante para el elevador de cilindros de gases.	40
2.4.2. Resultado del análisis de las cargas de la plataforma para el elevador de cilindros de gases	45
2.5. Medidas de seguridad al trabajar con elevadores.....	50
2.6. Análisis económico	52
CONCLUSIONES	54
RECOMENDACIONES	55
REFERENCIAS	56
ANEXOS	

INTRODUCCIÓN

El hombre desde su surgimiento se ha visto obligado a revolucionar el medio donde se desarrolla para un mejor intercambio con la naturaleza y su propia relación hombre-hombre, además, se ha visto en la necesidad de buscar soluciones y vías para enfrentar los problemas de la vida cotidiana y para un mejor disfrute, como decía nuestro apóstol José Martí: “El hombre no debe mirar de qué lado se vive mejor la vida, sino de qué lado está el deber”.

Aún en la antigüedad se llevaban a cabo trabajos de construcción vinculados con la elevación y desplazamiento de grandes cargas, utilizando medios arcaicos de construcción, como en las pirámides egipcias de 147 m de altura, a través de rodillos y palancas, construida en el siglo XXII antes de nuestra era. Al cursar los años estos instrumentos como resultado de la perfección gradual de las máquinas fueron cada vez más eficientes. (Gurrí, 2011). Es por ello que en la actualidad, con los diferentes avances de las tecnologías, las empresas han ido creciendo y desarrollando procesos para producir de manera más eficiente, teniendo mejor calidad para los consumidores. Al ir innovando una empresa, ésta logrará tener un mayor auge dentro de su rama del sector industrial y a la vez ir creando sus propias condiciones para el trabajo, lo cual hace que su producto proyecte seguridad y tenga amplio consumo, de esta manera la empresa crecerá y se desarrollará tanto nacional como internacionalmente. Hoy en día, hospitales, hoteles, fábricas, industrias, etc. tienen la necesidad de transportar personas o cargas a diferentes niveles, por lo cual, han optado por instalar equipos que satisfagan dichas necesidades, los cuales son denominados elevadores, los que son utilizados en nuestros tiempo con un alto nivel de automatización y mecanización (Pedro, 2014). Por eso, el empleo de estos equipos determina en mucho la eficacia de la producción moderna, y el nivel de la mecanización del procedimiento tecnológico determina el grado de perfección y la productividad de la empresa. Por estas razones Cuba en estos últimos años ha ido en aumento en la fabricación y remodelación de elevadores; en diferentes esferas. Por lo que se hace necesario elevar la calidad del producto, se exige nuevas formas y cambios tecnológicos en el "diseño".

En la empresa de cigarros Lázaro Peña de Holguín se realizan procesos de mantenimiento a las instalaciones de la fábrica. Durante estos procesos es necesario efectuar soldaduras. Uno de los métodos utilizados es el de llama oxiacetilénica. Para ello es necesaria la manipulación de los cilindros de gases. El despacho de los cilindros se realiza de forma manual, lo que le dificulta a los obreros la manipulación de los cilindros de gases, donde puede ocurrir una caída con consecuencias imprevisibles y daños a la salud e integridad de los trabajadores durante la transportación y manipulación de los mismos. Para darle respuesta a esta situación, la dirección de la empresa decidió la fabricación de los medios necesarios para humanizar el trabajo de sus operarios. Uno de estos medios, es una máquina para el izaje de los cilindros, con lo que se puede obtener numerosas ventajas, como:

- Reducción del número de horas paradas por parte del trabajador debido a accidentes durante la carga y descarga de los cilindros.
- Rapidez en la carga y descarga.
- Seguridad en la manipulación.
- Reducción de accidentes.
- Disminución de problemas musculares y de espalda del trabajador.
- Optimización del servicio (de 1 persona).

Como en la empresa de cigarros Lázaro Peña de Holguín no cuenta con un elevador para ser utilizado en la manipulación de los cilindros de gases se les hace necesario el diseño del mismo. Es por ello que se considera como **Problema de investigación:** ¿Cómo obtener el diseño de un elevador de carga para la manipulación de cilindros de gases de la empresa de cigarros Lázaro Peña de Holguín?

Constituyendo el **Objeto de investigación:** El elevador de carga para manipular los cilindros de gases y como **Campo de acción:** Propuesta de diseño de un elevador de carga para los cilindros de gases en la empresa de cigarros "Lázaro Peña" de Holguín.

Hipótesis: Si se logra utilizar los métodos de Diseño Asistido por Computadora y realizar el cálculo de la transmisión mecánica, se puede proponer el diseño del elevador para la manipulación de los cilindros de gases en la empresa de cigarros "Lázaro Peña" de Holguín y de esta manera también se podrá humanizar el trabajo y disminuir el riesgo de accidentes durante la manipulación de los cilindros.

Teniendo como **objetivo general:** Realizar la propuesta de diseño de un elevador de carga para los cilindros de gases de la empresa de cigarros Lázaro Peña de Holguín.

Para obtener los cálculos de los esfuerzos estáticos nos auxiliaremos de una poderosa herramienta computacional de diseño y análisis por elementos finitos, como el "SolidWorks" como plataforma y del complemento "Simulation" como herramienta de cálculo.

Tareas de la investigación.

1. Búsqueda bibliográfica acerca del diseño de elevadores.
2. Metodología de cálculo del accionamiento de equipos de carga.
3. Estudio de las cargas por las que estará solicitado el sistema.
4. Elaboración de una propuesta para la solución del problema y análisis estático del elevador.
5. Elaboración del informe final de la investigación.

Métodos de investigación.

Teórico.

Análisis y síntesis: Se resume lo necesario de cada una de estas bibliografías consultadas elaboramos la conceptualización necesaria para trabajar en el desarrollo del Marco Teórico y del trabajo.

Análisis: Se realiza el análisis estático de las cargas que actúan sobre la estructura del elevador, así como una propuesta de solución y se realiza el cálculo del accionamiento mecánico del medio de carga.

Histórico - Lógico: Para el estudio del objeto a través del tiempo y llegar a un análisis lógico de la vía más eficiente para que el trabajo cumpla los objetivos propuestos en tiempo.

Empíricos.

Observación científica: Para obtener el conocimiento del comportamiento del objeto de la investigación y acceder a la información directa e inmediata.

Entrevista: Para recopilar información del objeto mediante la opinión de operadores, técnicos e ingenieros.

Observación: Se realiza un pre diseño del elemento para ver si cumple con los requisitos.

Consultas a expertos: para que la investigación esté dentro de los marcos más utilizados en proceso de diseño.

Resultados esperados: Los parámetros principales obtenidos del cálculo de los dispositivos y accionamientos que intervienen en la carga y la propuesta del diseño estructural de un elevador de carga utilizando los métodos asistidos por computadora de análisis de cargas en la estructura que sea capaz de soportar los esfuerzos a que se somete y cumplir con el destino de servicio.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1. Introducción al capítulo

En este capítulo se abordan aspectos teóricos sobre el diseño. A continuación se hace una breve reseña histórica sobre los elevadores y sus características de trabajo, de diseño y técnicas.

Se citan algunas metodologías de cálculo de estas máquinas y los resultados de aplicación de estas. Se ejemplifica el método de los elementos finitos para el cálculo de estructuras. Por último se exponen algunas medidas para la seguridad durante la explotación de los elevadores.

1.2. Diseño

Como se sabe, el hombre ha diseñado desde el principio de los tiempos y ha construido sus viviendas, monumentos, armas, máquinas simples como el arado y un sin fin de artefactos necesarios para su vida. No obstante, el diseño era un elemento secundario y aislado dentro del proceso productivo y su reconocimiento como una disciplina organizada dentro del estudio de la ingeniería es relativamente reciente, ante el descubrimiento de un alto índice de problemas de diversa índole que tienen su origen en diseños mal realizados. Entre los problemas podemos citar fallas de funcionamiento, costos de fabricación elevados y problemas de mercado.

Ante estos hechos, la comunidad internacional ha reconocido la posibilidad y sobre todo, la necesidad de desarrollar una ciencia del diseño, aunque por el momento este esfuerzo todavía se halla en un estado preliminar.

Según investigaciones realizadas, se ha estimado que el 70 % de los costos de fabricación de una pieza se determinan durante el proceso ingenieril de diseño. Estos se definen por el material, dimensiones, tolerancias, acabados superficiales y otros parámetros. Solamente el 30 % del costo puede ser ahorrado durante el proceso de manufactura, debido a variaciones hechas en el proceso productivo (cambio de tecnologías, herramientas, etc.). Esta relación 70/30 enfatiza la importancia de la etapa de diseño.

Este esfuerzo por desarrollar una ciencia del diseño, también se debe en gran medida a las presiones del mercado. Actualmente para que un producto manufacturado tenga éxito en el ámbito del mercado internacional, se tiene que enfrentar a retos cada vez más difíciles de:

- Calidad
- Precios
- Fiabilidad
- Consumo de energía
- Ecológicos.

1.2.1. Concepto de diseño

Se han dado muchas definiciones del proceso de diseño. Una de las formas más generales de definirlo es la siguiente:

"Una actividad creativo-intelectual de transformación de la información, en la cual la entrada la constituye una necesidad humana y la salida la constituye el objeto diseñado".

Otras definiciones son las siguientes:

"Diseñar es crear, arreglar o sintetizar algo nuevo o un conjunto de cosas existentes en una nueva forma que satisfaga una necesidad".

"Diseño es un método o esquema de acción, una forma propuesta para llevar a cabo el desarrollo de algo".

Una definición más técnica puede ser la siguiente:

"Diseño es una actividad interactiva con múltiple toma de decisiones, que toma información científica y tecnológica para producir un sistema, dispositivo o proceso, con el objeto de resolver un problema o satisfacer una necesidad".

De las definiciones planteadas anteriormente podemos extraer un grupo de palabras claves:

- Crear
- Información.
- Transformar.
- Necesidad.
- Método.
- Esquema.
- Decisión.
- Interacción.

Estas palabras nos definen la esencia del proceso de diseño:

- Es un método o esquema para crear algo.
- Es un proceso de transformación de información.

- Se toman decisiones.
- Es interactivo.
- Su objetivo es solucionar necesidades.

Estas definiciones nos llevan a la conclusión de que el diseño es una metodología, que nos proporciona los principios, prácticas y procedimientos para diseñar cualquier tipo de elemento del cual haga uso el ser humano.

"La actividad del diseño se basa en formular una prescripción o modelo, el cual representa la intención de crear algún artefacto y la misma incluye diferentes pasos"

Lo que se llama diseño, no es el producto en sí, sino el modelo del producto, el cual nos permite hablar del producto antes de que este exista.

Resumiendo, la teoría del diseño es una ciencia metodológica que con sus especificaciones puede aplicarse a cualquier rama de la ingeniería. (Gurrí, 2011)

1.3. Breve historia de los ascensores o elevadores

Los primeros y más antiguos ascensores ya se utilizaban desde el siglo III a.C., funcionando mediante energía generada a través de hombres, animales o agua.

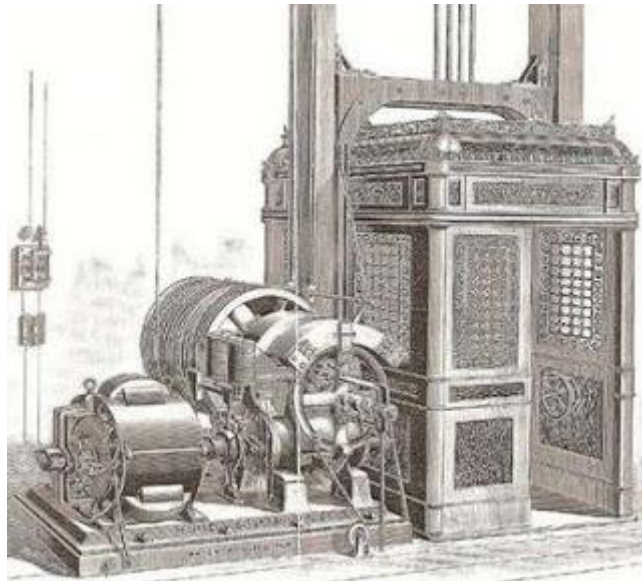


Figura 1.1. Elevador que funciona con vapor de agua.

(www.teinteresasaber.com/2015/05/el-ascensor-o-elevador-su-origen-e.html)

Desde mediados del siglo XIX, los ascensores usados con la energía del vapor de agua fueron utilizados, a menudo, para el transporte de materiales en fábricas, minas y almacenes, de ahí viene el nombre de montacargas.

En 1853, el inventor estadounidense Elisha Graves Otis (1811 - 1861) mostró un tipo de ascensor de carga equipado con un mecanismo de seguridad para prevenir la caída al vacío en caso de que se cortaran los cables utilizados. Este invento aumentó la confianza de las personas en la utilización de los ascensores y Otis estableció una empresa de producción de ascensores y patentó (1861) un ascensor que funcionaba con vapor. El primer ascensor de personas del que se tiene constancia fue instalado por Elisha Otis en Nueva York, corría el año 1857.

Los ascensores eléctricos se comenzaron a usar a finales del siglo XIX. El primer ascensor eléctrico fue construido por el inventor alemán Werner von Siemens (1816 - 1892) en 1880. Ese año, este inventor alemán introdujo el motor eléctrico para la construcción de elevadores. En su invento, el habitáculo, que sostenía el motor debajo, subía por el hueco mediante engranajes de piñones giratorios que accionaban los soportes en los lados del hueco. En 1887 se construyó un ascensor eléctrico que funcionaba con un motor eléctrico que accionaba un tambor rotatorio en el que se enrollaba la cuerda (cable) de alzado.



Figura 1.2. Elevador de tornillo sin fin. (www.teinteresasaber.com/2015/05/el-ascensor-o-elevador-su-origen-e.html)

En los sucesivos doce años comenzaron a ser de uso común los elevadores eléctricos con engranaje de tornillo sin fin, que conectaba el motor con el tambor,

salvo en el caso de los edificios altos. Los ascensores eléctricos continúan siendo usados en la actualidad en todo clase de edificios, eso sí, con una mejor tecnología y mayor seguridad.

El ascensor actual está compuesto de un habitáculo sujeto por un armazón, y todo ello unido a unos robustos cables de acero, el cual se mueve de arriba a abajo verticalmente por una cavidad o hueco que puede estar situado, tanto dentro, como fuera del edificio. Con el paso de los años, los ascensores se han ido modernizando cada día más. En torno al año 1949 se eliminó el trabajo del ascensorista y se reemplazó por un mando automático integral; incluso se le añadió un detector electrónico, que le daba protección a las puertas, además de un pesacargas y un sistema de protección. (<http://www.teinteresasaber.com/2015/05/el-ascensor-o-elevador-su-origen-e.html>)

1.4. Equipos de izaje. Elevadores

Definición: El ascensor o también llamado elevador, no es más que un sistema de transporte vertical, diseñado para mover personas u objetos entre diferentes niveles o alturas. Puede ser usado para elevar o descender en un edificio o en una construcción subterránea. Está formado por partes eléctricas, electrónicas y mecánicas, que funcionan todas conjuntamente para obtener un medio seguro de movilidad. (<http://www.teinteresasaber.com/2015/05/el-ascensor-o-elevador-su-origen-e.html>)

En el sistema empresarial cubano el elevador juega un papel muy importante en la producción: consta de una plataforma o una cabina que se desplaza dentro de un hueco o en guías verticales en algunos casos puede tener una ligera inclinación con respecto a la trayectoria vertical, con mecanismos de subida y bajada y con una fuente de energía. Estos equipos son conocidos también por equipos de transporte periódico, los que su órgano de trabajo después de cada desplazamiento con la carga regresa atrás vacío, en un movimiento de retorno a la posición inicial, para empezar un nuevo ciclo de trabajo. (Ver figura 1.3 y 1.4).



Figura 1.3 Elevador de cilindro de gases.

(Elevador%20De%20Carga%20en%20Mercado%20Libre%20Venezuela.htm)



Figura 1.4 Elevador de materiales.

(Elevador%20De%20Carga%20en%20Mercado%20Libre%20Venezuela.htm)

Son conocidos además por equipos de izaje, dispositivo que permite elevar o bajar una carga, previamente calculada, en forma segura y controlada. Donde se dispone de tres períodos de trabajo donde tiene lugar la aparición de cargas dinámicas que hay que tener en cuenta en su proyección.

Tipos de periodo.

- Período de arranque.

- Período de izaje.
- Periodo de frenaje.

1.4.1. Características de los ciclos de trabajo

El proceso de transportación se realiza mediante ciclos de trabajo, los que se caracterizan por:

- Parada para tomar la carga.
- Movimientos de transportación de la carga (izaje, giro, traslación horizontal, etc.).
- Parada para liberar la carga en su posición final.
- Movimientos de retorno del equipo u órgano de agarre a su posición inicial, para empezar un nuevo ciclo de trabajo.

Como se ve son máquinas que trasladan las cargas de forma periódica, con un ciclo de trabajo, que será el que se requiere para realizar todas las operaciones necesarias para transportar una carga de un punto a otro, y retornar al punto inicial, para comenzar una nueva manipulación. El tiempo que tarda todo ese proceso se denomina tiempo del ciclo de trabajo.

1.4.2 Definición de características técnicas

Las características técnicas son los parámetros que los caracterizan y distinguen entre sí a los sistemas de transporte periódico, definiendo las posibilidades de trabajo y empleo de cada máquina. Las principales son las siguientes. (Multimedia Builder 4.9.7. Libro Electrónico Transportadores.2)

- Capacidad de izaje Q .
- Altura de elevación h .
- Voladizo del alcance del brazo r .
- Velocidades de trabajo.
- Peso del equipo.
- Dimensiones geométricas de la máquina, en especial las externas.
- Productividad Q_h .

La capacidad de izaje o carga nominal Q : es la carga máxima que puede manipular el equipo. En las que tienen elementos de agarre de las cargas reemplazables, tales como electroimanes, cucharas de mordazas, etc., el peso de estos se incluye dentro de la capacidad de izaje del equipo.

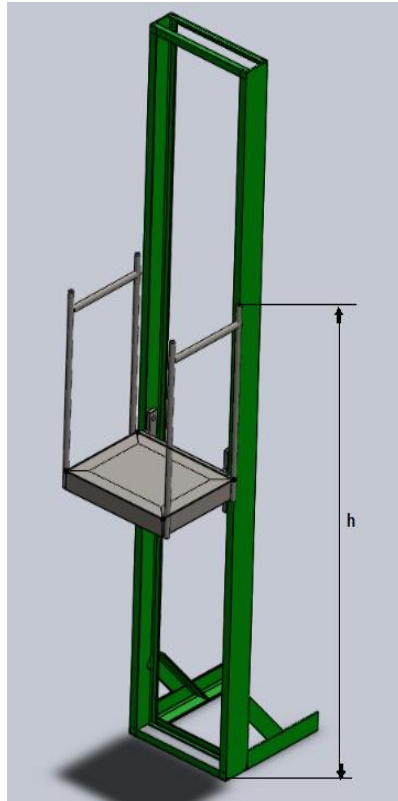


Figura 1.5. Representación de la altura de elevación de la carga.

La altura de elevación de la carga h (ver Figura 1.5): es la distancia medida verticalmente, desde el nivel del suelo o cabeza del riel, hasta el centro del elemento de agarre (gancho, cuchara), en su posición extrema superior. Se acostumbra a brindar también la altura máxima de descenso h , por debajo del piso o cabeza del riel. (Sistema de Máquinas Transportadora, s/f).

1.4.3 Características y tipos de regímenes de trabajo al que se someten los equipos de elevación

Para los equipos de elevación se han definido diferentes regímenes de trabajo con los cuales pueden operar en la práctica. Así se tiene que según sean las condiciones de operación éstas se agrupan en los siguientes cuatro regímenes de trabajo.

1. Régimen ligero.

2. Régimen medio.
3. Régimen pesado.
4. Régimen muy pesado.

Régimen ligero. Es aquel que durante el trabajo el equipo tiene grandes recesos entre una operación y otra, un reducido número de conexiones de los accionamientos en una hora, rara vez trabaja con su capacidad de izaje Q y opera con bajas velocidades de trabajo en sus mecanismos. En este régimen trabajan todos los equipos de accionamiento manual.

Régimen medio. Es en el que se encuentran los equipos con un régimen moderado de trabajo, caracterizado por manipular cargas pequeñas pero también otras cercanas o igual a la nominal Q , velocidades medias de trabajo de sus mecanismos y un número medio de conexiones por hora.

Régimen pesado. Es al que pertenecen los mecanismos sometidos a condiciones de trabajo severas, caracterizados por su permanente utilización con cargas próximas a su capacidad nominal Q , por sus elevadas velocidades de trabajo y por muchas conexiones por hora.

Régimen muy pesado. Se caracteriza por tener las condiciones de trabajo más riguroso, donde la carga nominal es la que siempre se manipula, y a elevadas velocidades de trabajo.

La ubicación del equipo en uno u otro régimen depende de la esfera de la industria en que laborará, el tipo de industria en específico, así como las características del ambiente de trabajo. Suele ocurrir que los mecanismos de un mismo equipo trabajen bajo distintos regímenes de trabajo, por las disímiles condiciones de labor de cada uno, aunque pertenezcan al mismo sistema de izaje. En función del régimen de trabajo, principalmente por la carga que va a elevar, se efectúa la selección y cálculo de muchos componentes y agregados de los mecanismos de un sistema de elevación. (G. Escobar, Sánchez Noa, García D, Wellesley-BourkeFuncasta y C. Fabre, s/f).

1.4.4. Las cargas en el diseño de equipos de elevación

Las cargas es un factor muy importante a la hora del diseño, esta depende de tres causas fundamentales:

- Los pesos, debidos a la fuerza de gravedad.
- La fuerza del viento.
- Las fuerzas de inercia.

Las fuerzas de la gravedad. Es siempre la principal, toda vez que la función de los equipos de transporte periódico es precisamente la elevación de cargas. Las fuerzas de inercias son las provocadas por la aparición de aceleraciones, las que surgen durante los periodos de arranque y frenaje de los mecanismos.

La fuerza del viento. Importante carga en los equipos que trabajan a la intemperie, en este caso el diseño se realiza de forma robusta para que soporte las cargas externas del viento. (Las Cargas Externas, s/f).

1.4.5 Características de los órganos de trabajo

En los equipos de izaje durante la elevación de las cargas se utilizan diversos órganos de tracción flexibles, tales como

- Cadenas.
- Cables de acero.

A continuación se explican las principales características de cada órgano de tracción flexible mostrados inicialmente.

Las cadenas: son elementos con elevadas resistencias a la tracción y son muy flexibles. Sin embargo son muy pesados y ruidosas, lo que los limita en las longitudes que pueden emplearse y en sus velocidades de trabajo, las que son lentas. Además son sensibles a las cargas de impacto, las que pueden provocar su rotura imprevista. Su empleo está dado en donde las longitudes de elevación sean pequeñas y las velocidades lentas, tal como en el caso del mástil de los montacargas.

Tipos de cadenas de transmisión.

- 1) Con eslabones desmontables.
- 2) Dentada o Silenciosa.
- 3) De Rodillo.

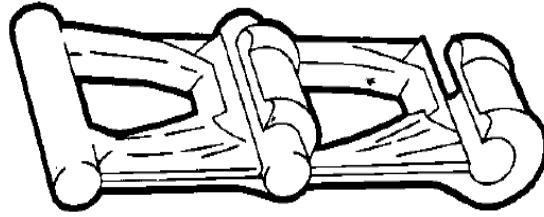


Figura 1.6 Cadena de eslabones desmontables. (Transmisión por cadena, s/f).



Figura 1.7 Cadena dentada o silenciosa. (Transmisión por cadena, s/f).



Figura 1.8 Cadena de rodillo. (Transmisión por cadena, s/f).

Las cadenas de rodillo tienen los siguientes componentes:

- Rodillo
- Placa interior
- Placa exterior
- Pasador
- Casquillo

- Paso

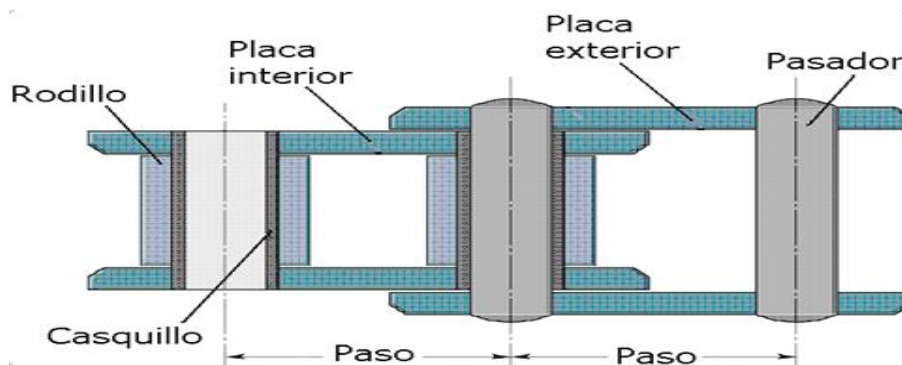


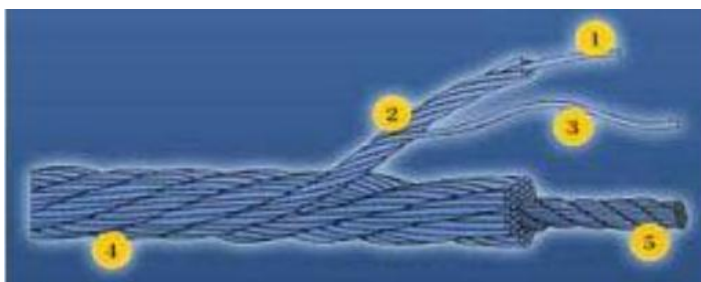
Figura 1.9 Componentes de una cadena de rodillos. (Transmisión por cadena, s/f).

Ventajas de las transmisiones por cadenas.

- Dimensiones exteriores pequeñas.
- Ausencia de deslizamiento.
- Alto rendimiento.
- Pequeña magnitud de carga sobre los árboles.

Posibilidad de cambiar con facilidad su elemento flexible (cadena). (Transmisión por cadena, s/f).

Cables de acero. Los cables utilizados en los aparatos elevadores están formados de alambres de acero (figura 1.10), pero en lugar de arrollarse todos entre sí, se enrollan en grupos, formando lo que se denomina cordones, que a su vez se enrollan sobre un alma generalmente de fibra vegetal, impregnada fuertemente de una grasa especial, que asegura el engrase del cable durante mucho tiempo.



1. Alambre central.
2. Torón.
3. Alambre.
4. Cable.
5. Alma.

Figura 1.10. Partes de un cable. (Guamán y Vega, 2014).

Las características que definen los cables de suspensión de los aparatos

elevadores son, el material, el tipo de arrollamiento de los alambres, la composición de los cordones, y el arrollamiento de los cordones sobre el alma.

Su carga de rotura a la tracción debe estar comprendida entre 1 200 MPa y 1 800 MPa.

El diámetro mínimo de los cables de suspensión debe ser de 8 mm para los ascensores y 6 mm para los montacargas.

El número de cables a emplear será como mínimo dos con la tracción por adherencia.

Excepcionalmente puede emplearse un solo cable en los montacargas, cuyo peso más carga sea igual o menor que 100 kg.

En la tracción por tambor el número mínimo de cables será dos para la suspensión de la cabina y también dos para el contrapeso. (Guamán y Vega, 2014)

1.5 Sistema de accionamiento

Método de tracción.

Las dos clases de sistemas de accionamiento para elevadores de tipo cable, incluyen el método de tambor (elevador tipo tambor de enrollamiento) y el método de tracción (ascensor tipo tracción). El método de tracción comprende lo siguiente:

➤ **Con engranes:** La rotación (velocidad) del motor se reduce aproximadamente en 1/10 empleando un reductor de velocidad con tornillos sin fin o helicoidales y se transmite a la polea de tracción de la máquina de tracción (Figura 1.11a).

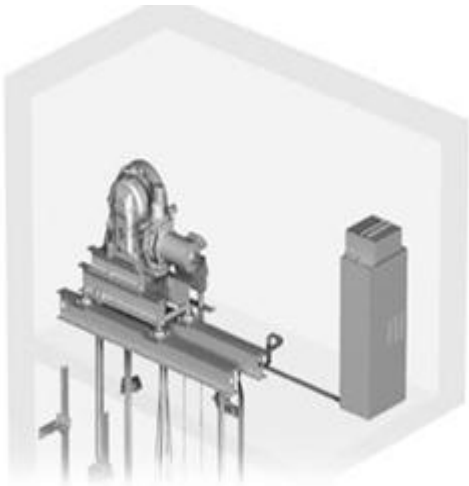


Figura 1.11 Máquina de tracción con engranes. (Pedro, 2014)



Figura 1.12 Máquina de tracción sin engranes. (Pedro, 2014)

- **Sin engranajes:** La polea de tracción está conectada directamente al motor de tracción y la rotación (velocidad) del motor se transmite directamente a la polea de tracción sin ningún engranaje intermedio (Figura 1.12b). (Pedro, 2014)

1.6 Metodologías de cálculo

Ocampo (2010) utilizó una metodología de cálculo para la “Estructura autoportante para ascensores de personas con movilidad reducida para la empresa Coservicios S.A” en Medellín-Colombia, mediante la implementación de dicha estructura se mejora la accesibilidad de las personas con movilidad reducida al metro de Medellín. Estuvo basado en el decreto emitido por el Ministerio de Transporte (Decreto 1660 de 2003) en el cual se obliga a las empresas de transporte a adecuar sus instalaciones para facilitar el ingreso de personas con movilidad reducida. Dicho producto era una estructura autoportante, la cual es una estructura modular que ofrece una solución sencilla, rápida y práctica en la instalación de ascensores hidráulicos tanto en edificaciones existentes como en edificios en construcción en los que no se prevé habilitar un hueco de obra o en edificios antiguos en proceso de rehabilitación o remodelación.

Gurri (2011) utilizó una metodología para el cálculo del accionamiento y propuesta del diseño estructural de un elevador de plataforma en Cuba. Según planteó este

autor, la propuesta realizada fue implementada en la Empresa Constructora de Obras del Poder Popular (ECOPP), perteneciente al MICONS, del municipio holguinero de Rafael Freire. Para ello se utilizaron paquetes informáticos profesionales como es el caso del SolidWorks y la utilización de herramientas de análisis a través de elementos finitos como el CosmosWorks, los cuales permiten calcular y simular las condiciones de trabajo sobre toda la estructura, de una forma más rápida y factible. Este estudio brindó la información necesaria para el diseño general del elevador de plataforma para un horno de ladrillos, perteneciente al proyecto hábitat y dirigido a la empresa constructora de obras del poder popular del municipio de Rafael Freyre de nuestra provincia.

Vidal (2014) utilizó una metodología para el “Cálculo, diseño y construcción de un ascensor mecánico para dar acceso a la terraza del centro comercial habaneras de Torrevieja” en Valencia, España. Este diseño estuvo basado fundamentalmente en interferir en la menor medida de lo posible en el funcionamiento del centro comercial e intentando tener la menor afectación posible sobre las tiendas. Solucionando de esta forma los problemas de accesibilidad durante las horas que la zona de tiendas del centro comercial está cerrada, facilitando de esta manera el acceso a la zona de restauración.

Guamán y Vega (2014) utilizaron una metodología de cálculo para el “Diseño y construcción de un elevador para la facultad de mecánica” en Riobamba, Ecuador, el cual mejoró la accesibilidad a la segunda planta del edificio central de la Facultad de Mecánica, especialmente para personas con movilidad reducida. Su diseño se realizó en base a la norma técnica INEN 2 299, la norma española UNE-EN 81-1, las cuales establecen los requisitos que deben cumplir los ascensores en los edificios para que permitan la accesibilidad a las personas con movilidad reducida. Por medio de la implementación de este medio de elevadores se contribuye a eliminar las barreras de acceso de las personas con movilidad reducida a las edificaciones de la institución, contribuyendo así a mejorar las condiciones de calidad de la infraestructura física.

1.7 Usos de los elementos finitos para el cálculo de máquinas

El Método de Elementos Finitos (MEF) ha evolucionado desde su invención en los años sesenta hasta convertirse en una herramienta indispensable en cualquier ámbito ingenieril. Actualmente hay abiertas muchas líneas de investigación para

mejorar y depurar las técnicas y teorías utilizadas, entre las cuales se encuentra el refinamiento de malla adaptativo.

1.7.1 Método de los elementos finitos

Para entender la esencia del Método de Elementos Finitos, debemos comprender que vivimos en una realidad con medios continuos en tres dimensiones.

El principal objetivo de un ingeniero es siempre analizar la realidad para extraer la información más relevante y crear un modelo de cálculo que le permita trabajar. Todo modelo de cálculo se basa en una serie de hipótesis que permiten simplificar el objeto de estudio sin alejarse excesivamente de la realidad. Hasta hace relativamente pocos años, estábamos limitados por el número de variables y elementos que podíamos incluir en un modelo porque no disponíamos de las herramientas de cálculo necesarias. Con la llegada de los ordenadores esto cambió.

El principal inconveniente de los modelos con elementos discretos es la limitación en la representación de la realidad. El MEF es una herramienta de cálculo que permite representar la totalidad de un medio continuo, agrupando partes con propiedades y características similares en elementos de tamaño variable. Este incremento de elementos representados en el modelo, y la variabilidad de su tamaño, permite el uso de ecuaciones diferenciales asociadas al problema en cuestión, reduciendo en gran medida la pérdida de información al generar el modelo de cálculo. Es por esto que podemos afirmar que el método de los elementos finitos ha significado un gran avance en el mundo de la ingeniería. (Portabella, 2014)

1.7.2 Etapas básicas del análisis de una estructura por el MEF. (Portabella, 2014)

El cálculo de una estructura por el método de los elementos finitos sigue las siguientes etapas:

Etapas 1: Selección de un modelo matemático apropiado y definición de las propiedades mecánicas.

Etapas 2: Preproceso, discretización de la estructura en elementos finitos y representación gráfica de la malla.

Etapa 3: Obtención de las matrices de rigidez $K^{(e)}$ y vectores de cargas $f^{(e)}$ para cada elemento.

Etapa 4: Ensamblaje de las matrices de rigidez y vectores de cargas elementales en la matriz de rigidez global K y el vector de cargas f , respectivamente.

Etapa 5: Resolución del sistema de ecuaciones $K \cdot a = f$. Se puede utilizar cualquier método para obtener los desplazamientos en todos los nodos (a).

Etapa 6: Cálculo de deformaciones y tensiones en cada elemento, y obtención de las reacciones en los nodos con prescripción de movimientos.

Etapa 7: Implementación en ordenador del MEF. Las etapas 3 a 6 requieren una herramienta de cálculo potente.

Etapa 8: Postproceso, interpretación y presentación de los resultados.

Etapa 9: Estudio de los resultados y modificaciones al respecto. Si, una vez terminado el proceso, el analista cree que alguno de las etapas anteriores tiene algún error, ya sea por mala elección de la teoría de cálculo, una malla inapropiada o cualquier otro aspecto, éste puede hacer las modificaciones pertinentes y repetir los pasos que sigan hasta regresar a la etapa final.

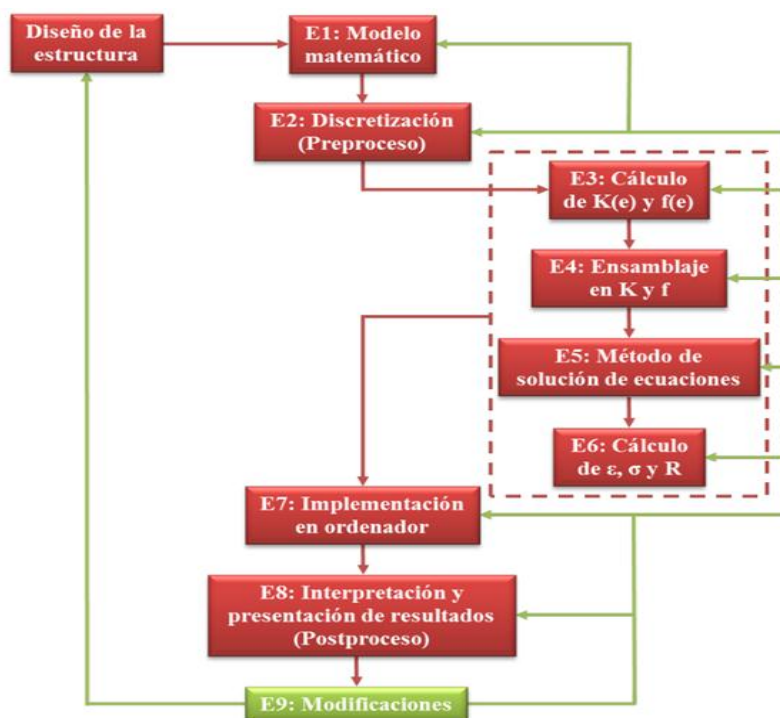


Figura 1.13. Organigrama del análisis de una estructura por el método de elementos finitos. (Portabella ,2014)

Pedro (2014) se basó en el uso del método de elementos finitos (MEF) para la “Propuesta de diseño de un elevador apoyado en el software Solidworks para la planta Liconsa de Xalapa, Veracruz”, mediante la implementación del mismo se logró disminuir el tiempo de traslado de bultos de leche en polvo hacia el área de mezcladora y tolvas. Caldelas (2015) se afirmó en el uso del método de elementos finitos (MEF) para la “Simulación del comportamiento mecánico de diferentes elementos de maquina”, en el cual se obtuvo como resultado una base teórica para resortes y pernos, siendo muy útil como referencia para el modelado. Portabella (2014) se apoyó en el uso del método de elementos finitos (MEF) para “Un procedimiento para cálculo de estructuras por el método de elementos finitos con error prefijado utilizando refinamiento de malla adaptivo”, con el cual alcanzó la implementación numérica de un procedimiento de refinamiento de malla adaptativo para el programa MAT-fem.

1.8 Ventajas y desventajas del elevador eléctrico

En la tabla 1.1 se muestran algunas de las ventajas y desventajas de los elevadores eléctricos (Pedro, 2014).

Ventajas	Desventajas
Sin limitación de recorrido	Mayor desgaste en cables de tracción
Mantenimiento más barato	Poca flexibilidad en su instalación y montaje
Potencia instalada pequeña y rendimiento.	Estructura de edificio sobrecargada por la carga.
Uso más extendido.	

1.9 Medidas de seguridad al trabajar con elevadores. (<http://www.guia-urbana.com/favicon.png>)

En la seguridad de los elevadores existe una serie de principios y normas que deben cumplirse. Los principios de seguridad en los elevadores son simples: todo accidente se puede evitar, y las causas de accidentes, pueden controlarse. Esto se complementa con la observación de todas las normativas para la construcción, instalación y mantenimiento de elevadores.

Aplicaciones de la seguridad en los elevadores:

Las inversiones en seguridad elevadores, ahorran dinero a largo plazo, al tiempo que salvan vidas.

La seguridad en elevadores se ocupa de:

- Atender y cumplir con las normas de seguridad, y las prácticas operativas vigentes.
- Asumir actitudes seguras en cualquier circunstancia.
- Participar en programas de prevención de accidentes.

1.9.1 Normas básicas para la seguridad en elevadores:

Estas normas se ocupan de la higiene y seguridad:

- Los desperfectos eléctricos deben ser reparados por técnicos idóneos en la materia.
- Respetar los letreros y avisos, pues forman parte de la seguridad, por lo tanto no deben estropearse ni obstaculizarse.
- Respetar las indicaciones de los ascensores, no sobrepasando su capacidad, y manteniéndolos limpios.
- Verificar que las puertas de ascensores queden siempre bien cerradas.
- No utilizar jamás los ascensores en caso de incendio.

1.9.2 Normas legales en la seguridad en ascensores:

Existen una serie de normas que regula la construcción, mantenimiento y empleo de ascensores, y debe ser respetada para evitar accidentes. Hay reglamentos de habilitación, códigos par el diseño, proyecto e instalación de ascensores. El empleo de materiales de construcción de alta calidad y contra fuego, es recomendado en muchos lugares. La instalación de puertas contra incendio es un elemento de **seguridad en ascensores**. Los espejos que se instalen deben ser de seguridad.

1.9.3 Dispositivos de seguridad en los ascensores

- Toda parte metálica sujeta a tensión deberá tener descarga a tierra o masa.
- Se emplearán llaves trifásicas y monofásicas, y fusibles en los tableros.
- Se instalarán relevos térmicos o guarda motores.
- Líneas o circuitos de seguridad en puertas, cabinas, exteriores y límites.

- Interruptor de emergencia en cabina.
- Iluminación apropiada para el cuarto de máquinas y el pozo.
- Se instalarán mecanismos para el paracaídas.
- Resortes de compresión de freno y zapatas.
- Palanca de accionado manual de máquinas.
- Pantalla guardapie.
- Indicación de sentido de giro en partes móviles.
- Operadores o cerraduras en las puertas.
- Interruptor cable flojo, selector.
- Bastón y fotosensor de reapertura en puertas automáticas.

CAPITULO II. DISEÑO DEL ELEVADOR PARA CILINDROS DE GASES

2.1 Introducción al capítulo

En este capítulo primero se definen las condiciones necesarias para el diseño del elevador. Se determinan los parámetros cinemáticos del sistema de carga, con los que se verificará que la potencia del motorreductor garantice la elevación de la plataforma de carga al manipular los cilindros de gases. Se propone el modelo geométrico del elevador, y mediante estudios estáticos realizados con el método de los elementos finitos se determinarán las tensiones y los desplazamientos en la estructura.

Se proponen medidas de seguridad para el trabajo con el elevador y acciones de mantenimiento para el funcionamiento del elevador.

2.2 Especificaciones para el diseño del elevador

Para el diseño de un elevador se requieren los parámetros mínimos para el buen desempeño del mismo, los cuales se analizan a continuación.

2.2.1 Carga.

Para la definición de la carga se toma en cuenta que el elevador va a transportar cilindros de gases, los cuales serán transportados dos cada vez.

El peso máximo de un cilindro de gases es de 91 kg y el peso de la plataforma es 50 kg, por lo que se considera como diseño una carga máxima de 232 kg, que expresado como el peso es de 2275,92 N, con un área útil de cabina de 0,3 m² (0,6 x 0,5 m).

Para determinar el peso de la plataforma mencionada en el párrafo anterior se propuso un diseño preliminar que tuviera el área necesaria en la base para que cupieran dos cilindros al unísono. Las dimensiones de los perfiles y chapas utilizados para la misma se exponen en la tabla 2.1. Se utilizaron esos elementos atendiendo a que eran con los que se disponía en el almacén de la empresa. La masa de la plataforma se obtuvo realizando el modelo de la misma en el programa SolidWorks 2016. Para comprobar que esta plataforma soportara el peso de los cilindros se efectuó el estudio estático de la distribución de tensiones

y desplazamientos en el complemento Simulation y los resultados se exponen en el epígrafe 2.4

Tabla 2.1. Elementos con los que se disponía en el almacén de la empresa "Lázaro Peña" para la fabricación de la plataforma.

Número	Denominación	Material	UM	Cantidad
1	Viga UPE 150X40X5	ASTM A36 Acero	m	6
2	Angular de 35x35x5	ASTM A36 Acero	m	9
3	Angular de 75x75x8	ASTM A36 Acero	m	6
4	Angular de 40x40x4	ASTM A36 Acero	m	3
5	Tubos 3/4"	AISI 1010	m	6
6	Tubos 1/2"	AISI 1010	m	3
7	Chapa S 3 mm	AISI 1010	m ²	0,3
8	Chapa S 20 mm	AISI 1010	m ²	0,04

2.2.2. Altura.

La altura que debe recorrer el elevador es de 1,15 m medida desde la base hasta el piso de la caseta donde se encuentran los cilindros de gases.

2.2.3 Para garantizar su correcta funcionabilidad

Se debe de empotrar en un muro el cual tiene un área de 2,0 m² (1,0 x 2,0 m) y 0,20 m de alto del nivel del suelo y fijados al mismo a través de pernos M20. Es necesario brindarle a la estructura una pasada de pintura de óxido rojo y después dos de pintura de aceite.



Figura 2.1. Área donde se va a implementar el elevador.

2.3 Metodología de cálculo

A continuación se desarrollara una metodología de cálculo para verificar si el motorreductor que tenemos cumple con las condiciones de diseño. Estamos en presencia de un motorreductor CAME, tipo C-BY con una potencia de 450 Watt, velocidad de 45 min^{-1} , torque de 50 N-m y una relación de transmisión $i=1/30$, el cual tiene acoplado un árbol propulsor de $z_1=15$ dientes que va acoplado a una cadena de 12,7 mm de paso con 78 eslabones la cual trasmite el movimiento a el árbol propulsado que consta $z_2=36$ dientes.

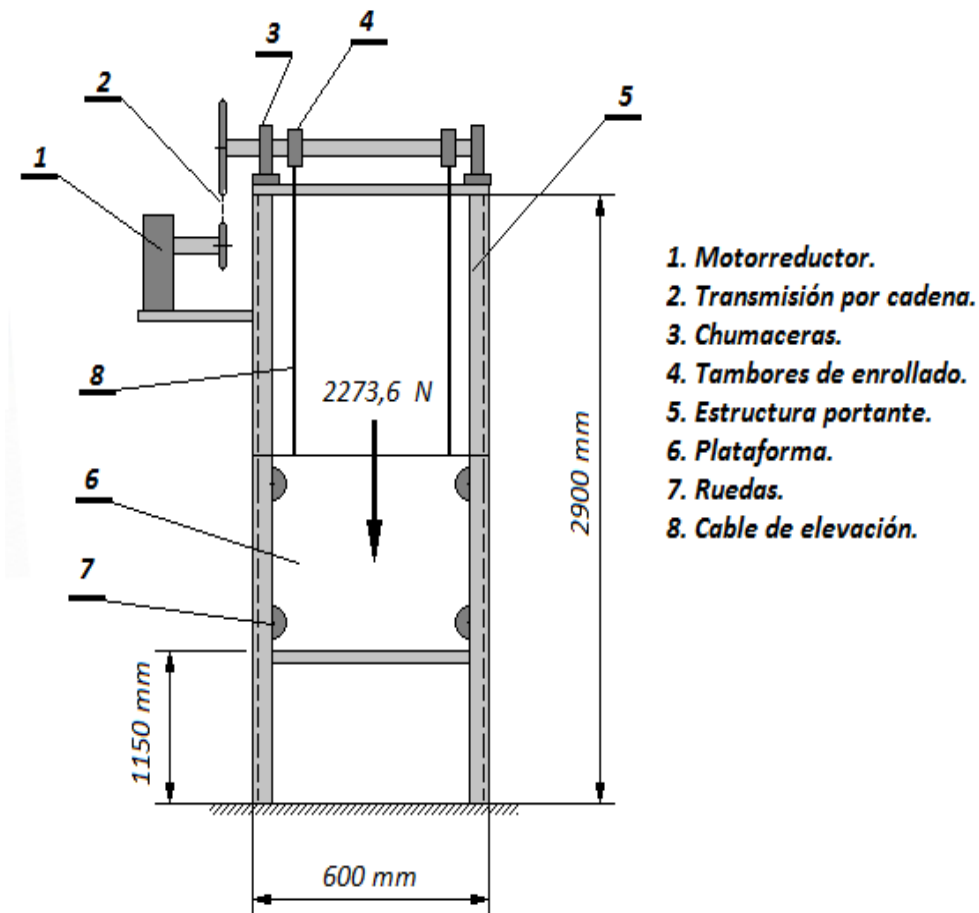


Figura 2.2 Esquema de análisis.

2.3.1. Determinación de la potencia necesaria

Para poner en funcionamiento el elevador la línea eléctrica necesita ser dotada de la potencia necesaria, por lo tanto se debe tener en cuenta la capacidad máxima de elevación y además se toma en cuenta el peso propio de la cabina, por lo que se tiene la carga total a izar. Los pasos que se siguen a continuación fueron tomados de autores que han trabajado el tema (Guamán y Vega, 2014).

Para determinar la potencia es necesario determinar primero la velocidad de izaje de la carga y se procedió de la siguiente manera:

$$V = \frac{\pi * d * n}{1000} \quad (\text{Ecuación 2.1})$$

Donde:

d: Diámetro del tambor donde se enrolla el cable.

n: Número de revoluciones que llegan al motor.

π : Constante

1000: Factor de conversión

$$V = \frac{\pi * 90\text{mm} * 18,5\text{min}^{-1}}{1000}$$

$$V = 5,23\text{m} / \text{min}$$

$$V = 0,1\text{m} / \text{s}$$

A continuación se describe la siguiente ecuación cuando la máquina prescinde de contrapeso.

$$N = \frac{Q * V}{130} \quad (\text{Ecuación 2.2})$$

Donde:

N: Potencia mecánica necesaria HP.

Q: Carga total del elevador en kg.

v: Velocidad.

130: Factor de conversión.

La potencia a desarrollarse en el eje de salida del motorreductor es de:

$$N = \frac{232\text{kg} * 0,1\text{m/s}}{130}$$

$$N = 0,18\text{HP}$$

$$N = 0,134\text{kW}$$

$$N = 134\text{W}$$

Luego es necesario calcular el torque motriz **Mt**, para lo cual se considera que si una oscilación o vibración está relacionada directamente con una rotación y sus periodos son iguales, entonces $n = f$ (número de revoluciones es igual a la frecuencia).

Por lo tanto el torque Mt, es el torque que debe desarrollar el grupo tractor para producir la elevación a plena carga.

$$Mt = \frac{N}{n} \quad (\text{Ecuación 2.3})$$

Mt: Torque motriz.

N: Potencia mecánica necesaria HP.

n: Número de revoluciones.

$$Mt = \frac{0,18HP}{60 \text{ min}^{-1}}$$

$$Mt = 0,003HP / \text{min}^{-1}$$

$$Mt = 189,188 \text{ lbf} - \text{in}$$

$$Mt = 21,363 \text{ N} - \text{m}$$

El momento de torsión máximo es el momento resistente que equilibra la acción de las cargas sobre el tambor y sobre el eje.

De este modo el par resistente en el motorreductor se calcula conociendo la velocidad del eje del motorreductor en min^{-1} .

$$M_{calc} = \frac{N}{n} \quad (\text{Ecuación 2.4})$$

Dónde:

M_{calc} : Torque motriz a calcular.

N: Potencia mecánica calculada.

n: Número de min^{-1} del motorreductor.

$$M_{calc} = \frac{0,18HP}{45 \text{ min}^{-1}}$$

$$M_{calc} = 4 * 10^{-3} \frac{HP}{\text{min}^{-1}}$$

$$M_{calc} = 28,50 \text{ N} - \text{m}$$

Para que el motorreductor seleccionado sea adecuado a las condiciones de trabajo se debe verificar las siguientes condiciones:

Al realizar la siguiente comparación es necesario considerar un rendimiento mecánico para la potencia calculada este valor será de $n = 0,90$.

$$N_{disponible} \geq \frac{N_{calc}}{n_{mec}} \quad (\text{Ecuación 2.5})$$

$$450W \geq \frac{134W}{0,90}$$

$$450W \geq 148,88W$$

$$M_{N_{disponible}} \geq M_{calc} \quad (\text{Ecuación 2.6})$$

$$50,00N - m \geq 28,50N - m$$

El motorreductor seleccionado tiene una potencia $N_{motor}=450W=0,60HP$ y un torque nominal de $M_{N_{disponible}}=50 N\cdot m$ por lo tanto vemos que se cumplen las condiciones.

2.3.2. Cálculo de comprobación de la cadena.

El cálculo de comprobación de la cadena se realizó de acuerdo a lo descrito por (Sokolov, 1986) en el libro Mecánica Industrial.

Cálculo del grado de seguridad

$$n = \frac{Q_0}{K_C * P} \leq n_{adm} \quad (\text{Ecuación 2.7})$$

$$n = \frac{2000kg}{2,19 * 321,24kg}$$

$$n = 2,84$$

Donde:

n_{adm} : El grado tubular de la seguridad, ver Anexo 2.

Q_0 : La carga destructora de la cadena en kg, ver Anexo 1.

K_C : El coeficiente que tiene en cuenta las condiciones de trabajo de la cadena.

P : El esfuerzo periférico, en kg.

El coeficiente de explotación se calcula por la siguiente formula:

$$K_C = K_1 * K_2 * K_3 \quad (\text{Ecuación 2.8})$$

Donde:

$K_1=1,3$ carga sometida a choques, continua y con paradas.

$K_2=1,3$ para lubricación periódica.

$K_3=1,3$ porque el ángulo de inclinación con la horizontal es mayor que 45^0 .

$$K_c = 1,3 * 1,3 * 1,3$$

$$K_c = 2,19$$

El esfuerzo periférico de una transmisión por cadena se define por la fórmula:

$$P = \frac{75 * N}{v} kg \quad (\text{Ecuación 2.9})$$

Siendo:

N: La potencia de la transmisión, en CV.

v: La velocidad de la cadena, en m/seg.

$$P = \frac{75 * 0,60 CV}{0,14 \frac{m}{seg}}$$

$$P = 321,24 kg$$

$$P = 3148,15 N$$

Por la siguiente fórmula se determina la velocidad de la cadena.

$$v = \frac{t * z * n}{60 * 1000} m/s \quad (\text{Ecuación 2.10})$$

$$v = \frac{12,7 mm * 15 * 45 \text{ min}^{-1}}{60000} m/s$$

$$v = 0,14 m/seg$$

Siendo:

n: Número de revoluciones por minuto.

z: El número de dientes de la estrella del árbol propulsor.

t: el número de paso de la cadena, en mm.

Cálculo de comprobación de la cadena al número de choques por segundo.

$$u = \frac{4 * z_1 * n_1}{60 * Lt} \leq u_{adm} \quad (\text{Ecuación 2.11})$$

Siendo:

u_{adm} : El número de choques admisible de la cadena por segundos, ver Anexo 3.

z_1 : El número de dientes de la estrella.

n : El número de revoluciones por minuto de del árbol propulsor.

Lt : El número de eslabones de la cadena.

$$u = \frac{4 * 15 * 45}{60 * 78}$$

$$u = 0,58$$

Como:

$$n \leq n_{adm}$$

$$2,84 < 7$$

$$u \leq u_{adm}$$

$$0,58 < 60$$

Podemos decir que la cadena va a resistir las cargas a las que va ser sometida.

2.3.3. Cálculo y selección del cable, diámetro y longitud del tambor.

En el trabajo realizado por (Guamán y Vega, 2014) se describió la metodología para desarrollar determinar y seleccionar el cable y los parámetros del tambor de arrollamiento.

Cálculo y selección del cable de elevación. Para el cálculo y selección del cable se toma en cuenta la carga total o tracción **Ft**, a que está sometido el mismo y la carga de rotura **Tr**.

$$Ft = Fw + Fr + Fa \quad (\text{Ecuación 2.12})$$

Donde:

Fw : Peso muerto que soporta (N).

Fr : Peso del cable (N).

Fa: Fuerza debida a la aceleración (N).

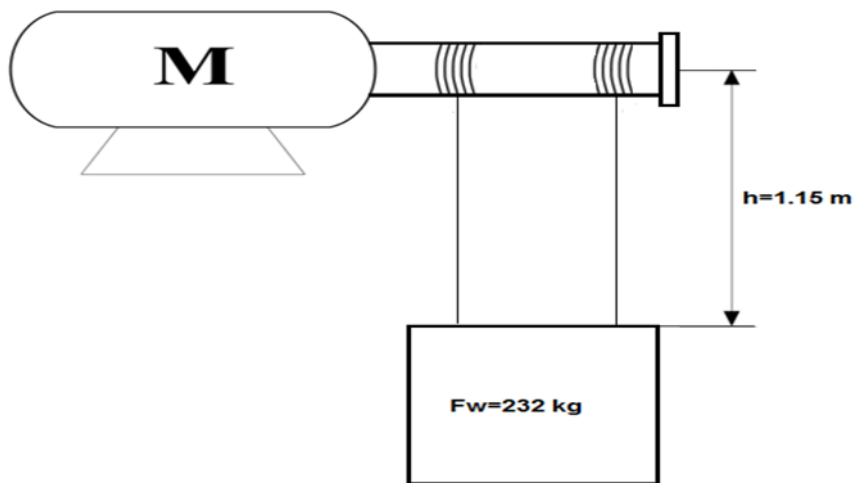


Figura 2.3. Esquema de análisis para el cálculo del cable.

$$F_w = W_c + W_p \quad (\text{Ecuación 2.13})$$

Dónde:

Wc: Peso de la cabina

Wp: Peso de la carga

$$F_t = 50\text{kgf} + 182\text{kgf} = 232\text{kgf}$$

$$F_t = 490\text{N} + 1783,6\text{N} = 2273,6\text{N}$$

La aceleración que actúa en el elevador es de:

$$a = \frac{v^2}{2 * h} \quad (\text{Ecuación 2.14})$$

Dónde:

h: Altura que recorre el elevador.

$$a = \frac{(0,1\text{m/s})^2}{2 * 1,15\text{m}}$$

$$a = 0,0043\text{m/s}^2$$

La fuerza por aceleración es:

$$F_a = m * a = \frac{F_w}{g} * a \quad (\text{Ecuación 2.15})$$

$$F_a = \frac{232 \text{kgf}}{9,8 \text{m/s}^2} * 0.0043 \text{m/s}^2$$

$$F_a = 0,102 \text{kgf}$$

$$F_a = 1,0 \text{N}$$

La carga total sin considerar el peso del cable es:

$$F_t = F_w + F_a \quad (\text{Ecuación 2.16})$$

$$F_t = 232 \text{kgf} + 0,102 \text{kgf}$$

$$F_t = 232,102 \text{kgf}$$

$$F_t = 2274,600 \text{N}$$

Para el diámetro del cable, se debe tener en cuenta las condiciones de explotación de la máquina, por lo que se distinguen tres grupos. Según su aplicación, considerando cargas y servicio, se dispone de la siguiente tabla.

Tabla 2.2. Clasificación de grupos de los cables para máquinas de elevación. (GUAMÁN y VEGA, 2014).

Grupo	Aplicación	Coeficiente de seguridad a la rotura de los cables s	Coeficiente K
I	Cables sometidos a cargas parciales y servicio poco frecuente.	6-7	0,32-0,34
II	Cables sometidos a cargas totales y servicio normal.	7-8	0,34-0,36
III	Cables sometidos a cargas totales y servicio frecuente.	8-10	0,36-0,39

El diámetro del cable que garantiza una duración suficiente se calcula por la ecuación:

$$d = \frac{k\sqrt{F_t}}{2} \quad (\text{Ecuación 2.17})$$

Estamos en presencia de un caso particular del cálculo del diámetro del cable ya que la maquina consta de dos cables individuales es por eso que dividimos la ecuación entre dos.

Para el diámetro del tambor de arrollamiento se utiliza la fórmula:

$$D = s\sqrt{Ft} \quad (\text{Ecuación 2.18})$$

Dónde:

k: Coeficiente que se dispone según la tabla 2.1.

s: Coeficiente de seguridad a la rotura de los cables.

Considerando que el cable está sometido a cargas parciales y servicio poco frecuente se tiene que $k= 0,32$ (grupo I) de la tabla 2.1.

Entonces el diámetro del cable será:

$$d = \frac{0,32\sqrt{232,102kgf}}{2}$$

$$d = 2,438mm$$

Para una tensión máxima(Gp) en el cable se considera el rendimiento del elevador $n = 0,95$ (por rozamiento).

$$Gp = \frac{Ft}{n} \quad (\text{Ecuación 2.19})$$

$$Gp = \frac{232,102kgf}{0,95}$$

$$Gp = 244,318kgf$$

$$Gp = 2394,316N$$

Estimando un servicio poco frecuente y carga parcial, se tiene $s = 6$ (grupo I) de la tabla 2.1.

Entonces la carga de rotura será:

$$Tr = \frac{s * Gp}{2} \quad (\text{Ecuación 2.20})$$

En este caso dividimos la ecuación entre dos porque estamos en presencia de una máquina que consta de tracción por dos cables individuales.

$$T_r = \frac{6 * 244,318 \text{kgf}}{2}$$

$$T_r = 732,954 \text{ kgf}$$

$$T_r = 7190,279 \text{ N}$$

Con los datos obtenidos se selecciona un cable de la tabla 2.2.

Tabla 2.3. Datos de los cables disponibles. (<http://docplayer.es/22974074-Catalogo-de-cables-de-acero-y-soluciones-de-izaje.html>)

09 CABLE GALVANIZADO				
SERIE 6 X 19			TIPO TONINA	
Diámetro		No. Parte	Alma de fibra	
milímetro	pulgada		Peso kg/m	Resistencia Ruptura en toneladas
3,2	1/8"	5557	0,04	0,63
4,8	3/16"	5559	0,08	1,40
6,4	1/4"	5555	0,16	2,49
8,0	5/16"	5566	0,24	3,86
9,5	3/8"	12276	0,35	5,53
11,1	7/16"	-	0,48	7,50
13,0	1/2"	5553	0,63	9,71
14,5	9/16"	8522	0,79	12,20
16,0	5/8"	8519	0,98	15,10
19,0	3/4"	8518	1,41	21,60
22,0	7/8"	12643	1,92	29,20

26,0	1"	8515	2,50	37,90
29,0	1-1/8"	8806	3,17	47,70
32,0	1-1/4"	5546	3,91	58,60
35,0	1-3/8"	-	4,73	70,50
38.0	1-1/2"	-	5,63	83,50

Con los valores obtenidos se seleccionó un cable de acero galvanizado 6 x 19 el cual tiene un diámetro mayor que el obtenido por los cálculos, porque es el que cumple con todos los requisitos y con el cual contábamos para el diseño, esto quiere decir que se compone de 6 torones, de 19 alambres por cada torón, con un diámetro igual a 4,8 mm (3/16"), con una resistencia a la rotura de 1,4 toneladas (1400 kg). El cable de acero de 6 x 19, tiene un peso por metro de 0,08 kg, debido al uso de dos cables se tiene un peso del cable de

$$Fr = 0,08 \frac{kg}{m} * 1,15m * 2 \quad (\text{Ecuación 2.21})$$

$$Fr = 0,184kgf$$

$$Fr = 1,803N$$

En este caso la carga total considerando el peso del cable será:

$$Ft = 232kgf + 0,184kgf + 0.102kgf$$

$$Ft = 232,286kgf$$

$$Ft = 2276,402N$$

El diámetro del tambor de enrollamiento es:

$$D = 6\sqrt{232,286kgf}$$

$$D = 92mm$$

Cálculo del índice de seguridad para el cable de acero de elevadores que poseen suspensiones de dos cables individuales.

$$K = \frac{1400kg * 2}{50kg + 182kg + 0,184kg} \quad (\text{Ecuación 2.22})$$

$$K = 12,05$$

Longitud útil del tambor: La longitud del tambor depende de la altura de elevación de la carga, y el número de cables, por lo tanto la longitud útil se deduce por la relación:

$$L = N_v * d + (n * b) \quad \text{(Ecuación 2.23)}$$

Siendo:

N_v : El número de vueltas de cable

d : Diámetro del cable en (mm)

n : Número de vuelta de la espira

b : Ancho de la espira en (mm)

Dónde el número de vueltas (N_v), se obtiene entre la relación de la altura de elevación para el perímetro del tambor, más cinco espiras de pre-enrollamiento.

$$N_v = \frac{1150mm}{288,88} + 5$$

$$N_v = 9$$

Por lo tanto la longitud útil del tambor será:

$$L = N_v * d + (n * b)$$

$$L = 9 * 4,8mm + (9 * 3mm)$$

$$L = 70,2mm$$

Por lo tanto la longitud útil del tambor será: 70,2 mm.

Longitud del cable: La longitud del cable depende del perímetro de tambor de enrollamiento y del número de vueltas del cable en el tambor, por dos porque estamos en presencia de dos cables, por lo tanto la longitud del cable se deduce por la relación:

$$L_c = D * \pi * N_v * 2 \quad \text{(Ecuación 2.24)}$$

Siendo:

D: Diámetro del tambor de enrollamiento (mm)

Nv: Número de vuelta de la espira

π : Constante

$$L_c = 92mm * \pi * 9 * 2$$

$$L_c = 5202,5mm$$

Por lo tanto la longitud del cable será: 5202,5mm

En la tabla 2.4 que se les mostrara a continuación se muestran los elementos normalizados los cuales fueron utilizados el diseño del elevador de carga.

Tabla 2.4 Elementos normalizados que se utilizaron en el diseño del elevador.

Número	Código	Denominación	Cantidad
1	C-BY 220/380 V 0,45 kW	Motorreductor	1
2	Z=15, t=12,7mm	Sprocket Conductor	1
3	Z=36, t=12,7mm	Sprocket Conducido	1
4	NP-25	Chumaceras	2
5		Tornillos M10x75	8
6		Tornillos M20x75	4
7		Cáncamos Cerrado M8x50	2
8	SKF 6304	Rodamientos	4
9	12.7X7.75X4.88, n=78	Cadena	1

2.4. Cálculo de compresión de la estructura portante mediante el método del MEF

2.4.1. Resultado del análisis de las cargas de la estructura portante para el elevador de cilindros de gases.

Los materiales utilizados en la estructura se exponen en la tabla 2.5. También se plantean algunas propiedades mecánicas. El módulo de Young y el coeficiente de Poisson empleados en los cálculos son de 210 GPa y 0,29, respectivamente.

Tabla 2.5 Denominación de los materiales de la estructura y sus propiedades. (SolidWorks, 2016)

Número	Denominación	Material	Límite elástico σ_y	Límite de rotura σ_r
1	Viga UPE 150X40X5	ASTM A36 Acero	250 MPa	400 MPa
2	Pletina de 40x3	ASTM A36 Acero	250 MPa	400 MPa
3	Angular de 35x35x5	ASTM A36 Acero	250 MPa	400 MPa
4	Angular de 75x75x8	ASTM A36 Acero	250 MPa	400 MPa
5	Angular de 40x40x4	ASTM A36 Acero	250 MPa	400 MPa

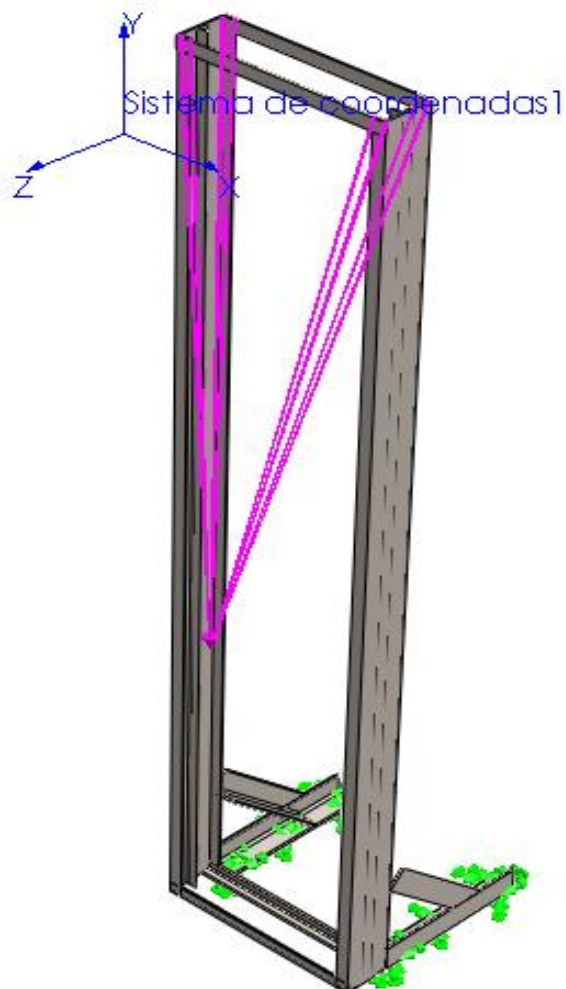


Figura 2.4. Modelo, cargas y restricciones aplicadas a la estructura.

La sujeción de la estructura se realiza en la parte inferior de la misma donde va empotrada con una base de hormigón fundida, donde se aplican restricciones fijas; mientras que en las caras superiores se le aplicó una carga remota de

2273,6 N.

El mallado de la estructura es importante, para ella se utilizó una malla sólida, con elementos cuadráticos de alto orden de un tamaño máximo de 6,81 mm, como se muestra en la (figura 2.5).

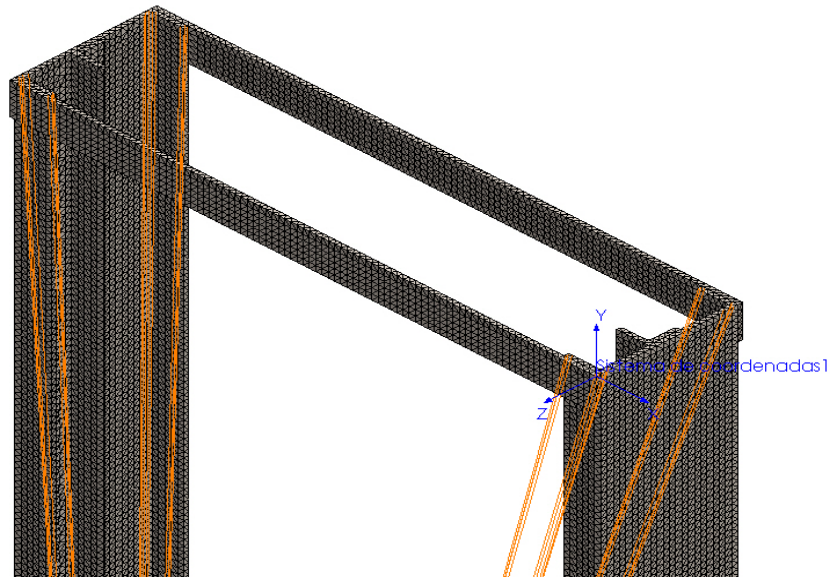


Figura 2.5. Mallado de la estructura.

Después de haber mallado la estructura se obtuvieron los siguientes detalles, una malla con una tolerancia 0,34 mm, número total de nodos de 548 081 y un número total de elementos de 285 205.

El estudio realizado es estático y se obtuvieron como resultados que la carga aplicada produce un estado tensional en la estructura que se muestra en la figura 2.6. Es interesante destacar que con la carga de 2273,6 N aplicada sobre la estructura las tensiones máximas son de 106,5 MPa. Como este valor es mucho menor que el límite elástico del material, que tiene un valor de 250 MPa, se puede plantear que la estructura resiste las cargas aplicadas.

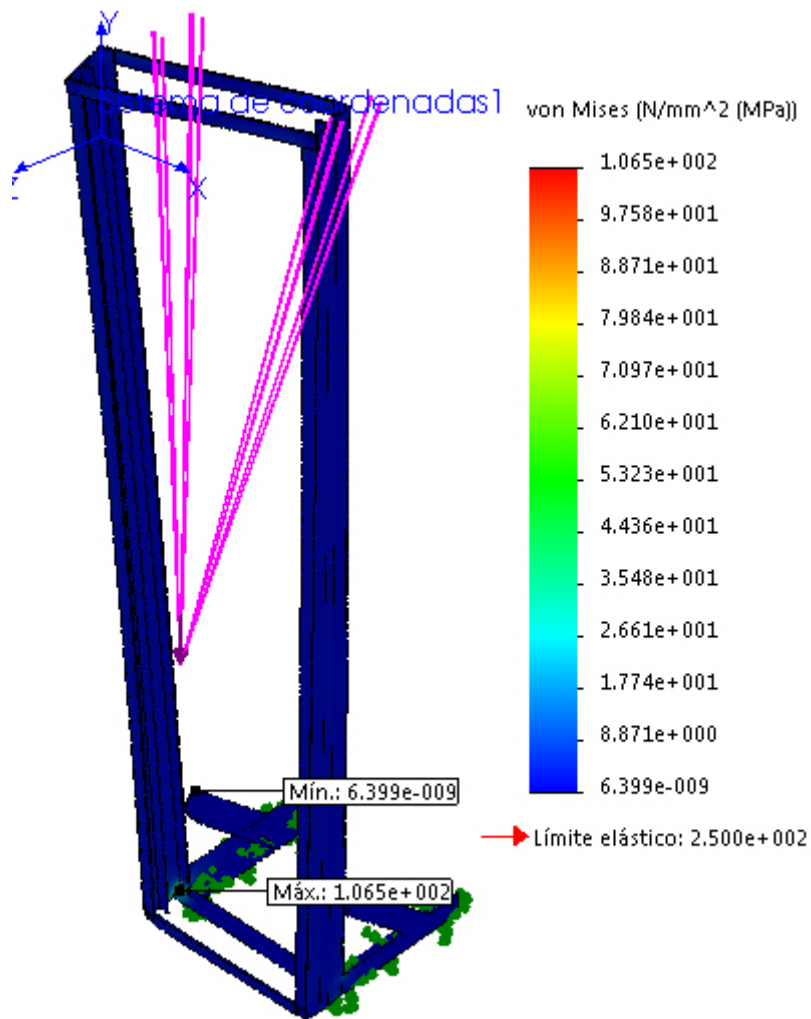


Figura 2.6. Estado tensional que se produce en la estructura.

Los desplazamientos que ocurren en la estructura se muestran en la figura 2.7. Aunque los desplazamientos mayores ocurren en la parte superior derecha de la estructura, en la cercanía con una de las caras donde se aplica la carga. Tiene un valor de 2,623 mm.

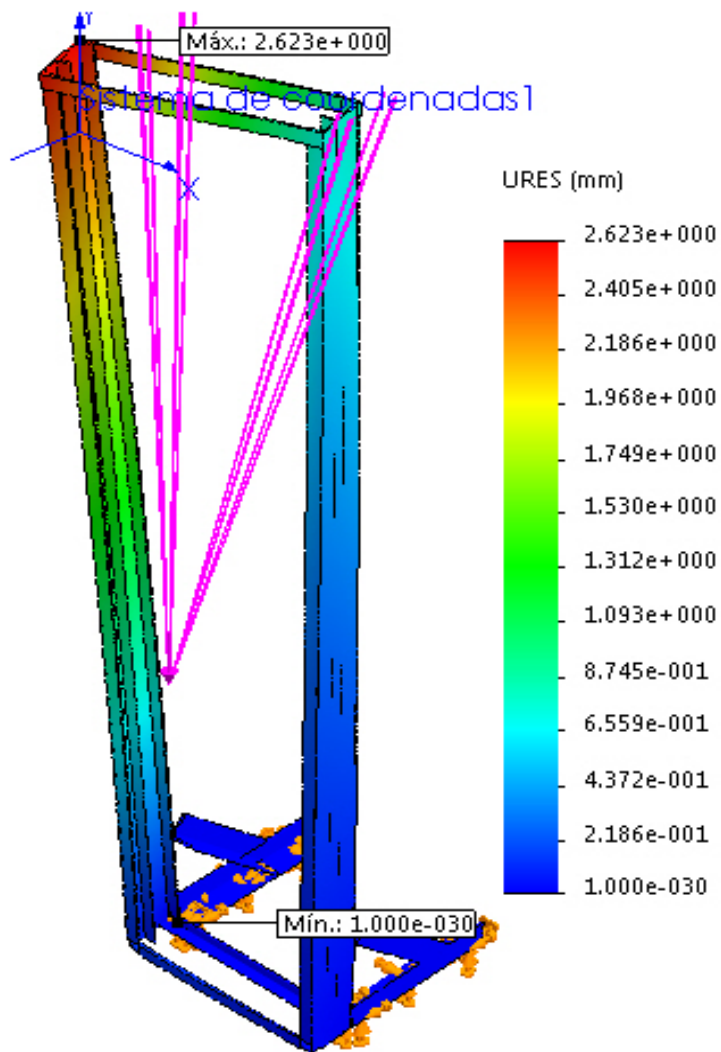


Figura 2.7. Desplazamientos en la estructura.

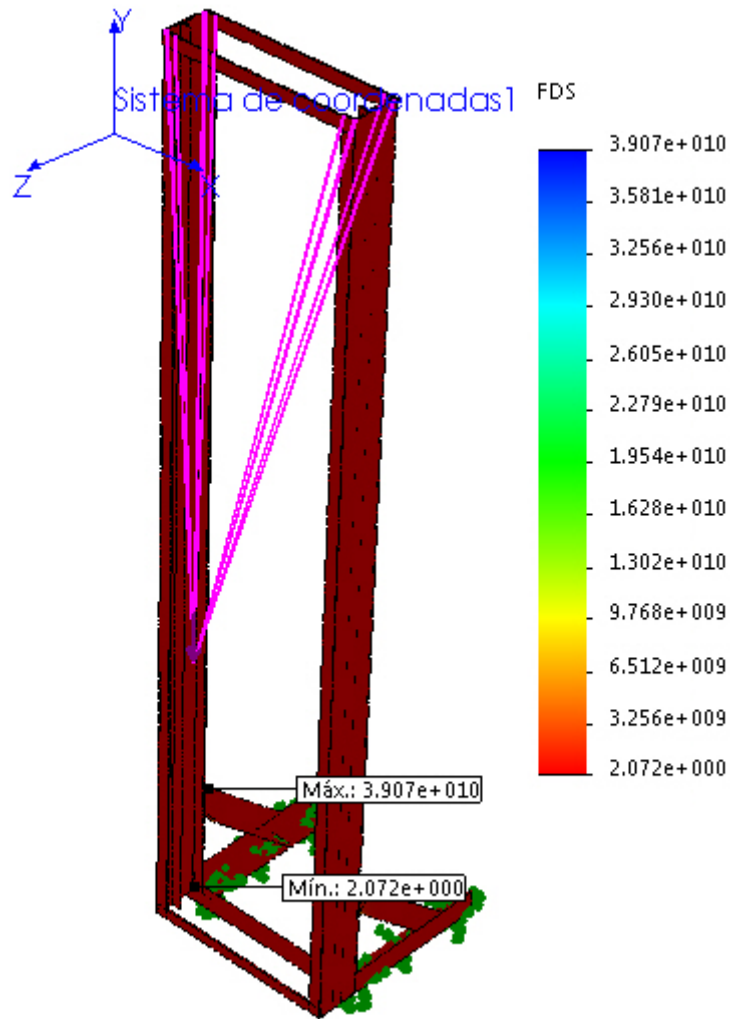


Figura 2.8. Factor de seguridad de la estructura.

2.4.2. Resultado del análisis de las cargas de la plataforma para el elevador de cilindros de gases

Para fabricar la plataforma en la tabla 2.1 se plantearon los materiales con los que se contaba. Ahora, la tabla 2.6 se exponen algunas propiedades mecánicas y otras como el módulo de Young y el coeficiente de Poisson se tomaron como 210 GPa y 0,29, respectivamente.

Tabla 2.6 Denominación de los materiales de la plataforma y sus propiedades.
(SolidWorks, 2016)

Num.pieza	Denominación	Material	Límite elástico σ_y	Límite de rotura σ_r
1	Tubo 3/4"	AISI 1010	180 MPa	325 MPa
2	Tubo de 1/2"	AISI 1010	180 MPa	325 MPa
3	Chapa de S3 mm	AISI 1010	180 MPa	325MPa
4	Cartabón de S3 mm	AISI 1010	180 MPa	325MPa
5	Angular 75x75x8	ASTM A36 Acero	250 MPa	400 MPa
6	Chapa de S20 mm	AISI 1035	282,6 MPa	585 MPa

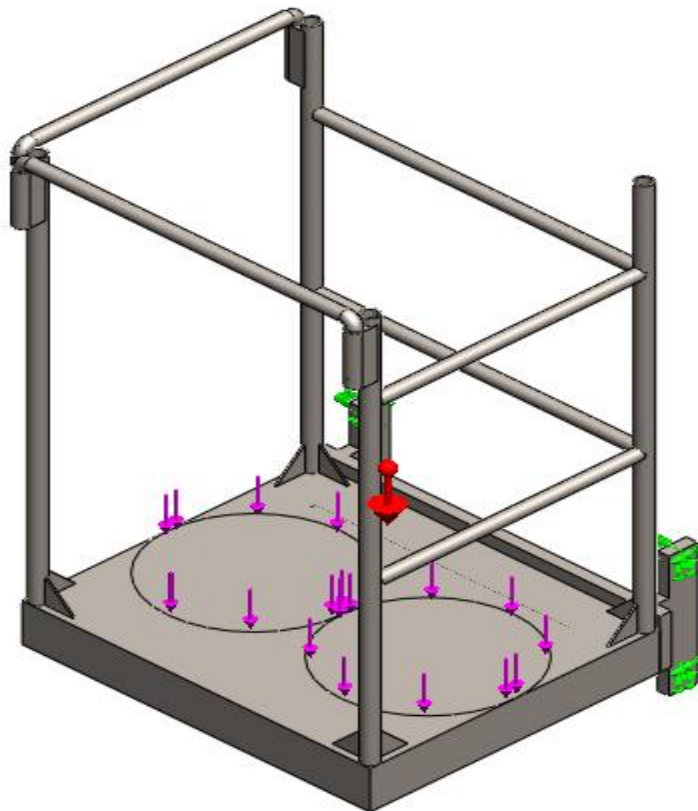


Figura 2.9. Modelos, cargas y restricciones aplicadas a la plataforma.

La sujeción de la plataforma se realiza en los orificios donde van los ejes para los rodamientos mediante los cuales ella se desplaza, donde se aplican restricciones fijas; mientras que en la plancha de la plataforma se le aplicó una carga de 1783,6 N.

El mallado de la plataforma es importante, para ella se utilizó una malla sólida, con elementos cuadráticos de alto orden de un tamaño máximo de 28,4 mm, como se muestra en la (figura 2.10).

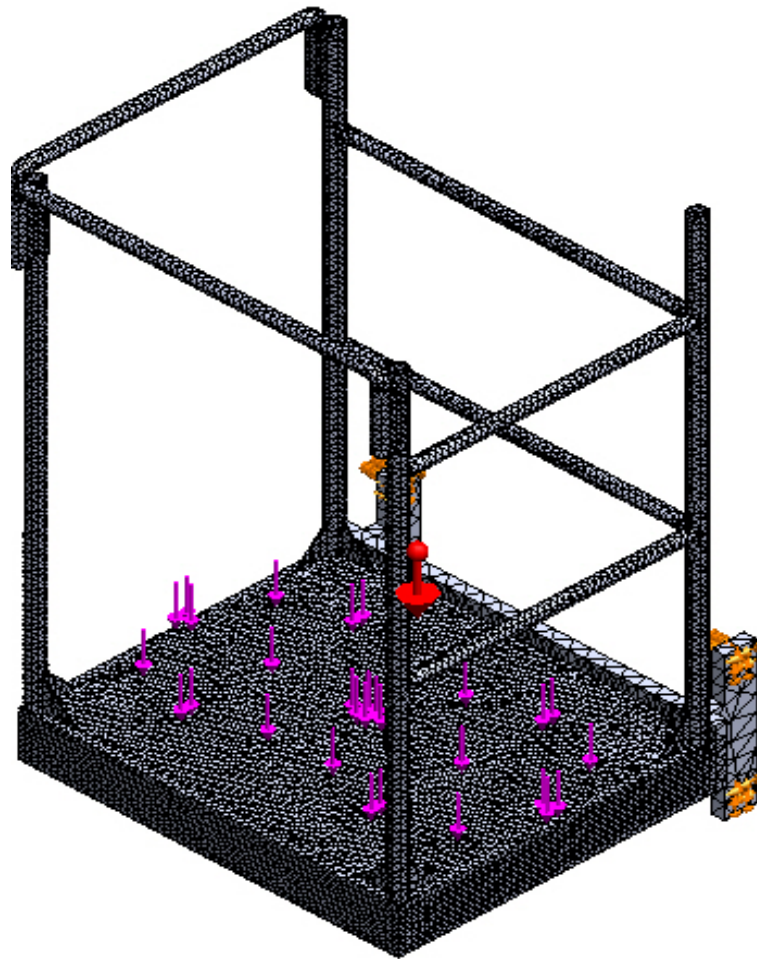


Figura 2.10. Mallado de la plataforma.

Después de haber mallado la plataforma se obtuvieron los siguientes detalles, una malla con una tolerancia 1,42 mm, número total de nodos de 124 829 y un número total de elementos de 65 503.

El estudio realizado es estático y se obtuvieron como resultados que la carga aplicada produce un estado tensional en la plataforma que se muestra en la figura 2.11. Es interesante destacar que con la carga de 1783,6 N aplicada sobre la plataforma las tensiones nominales son pequeñas, apenas alcanzan el valor de 7,35 MPa.

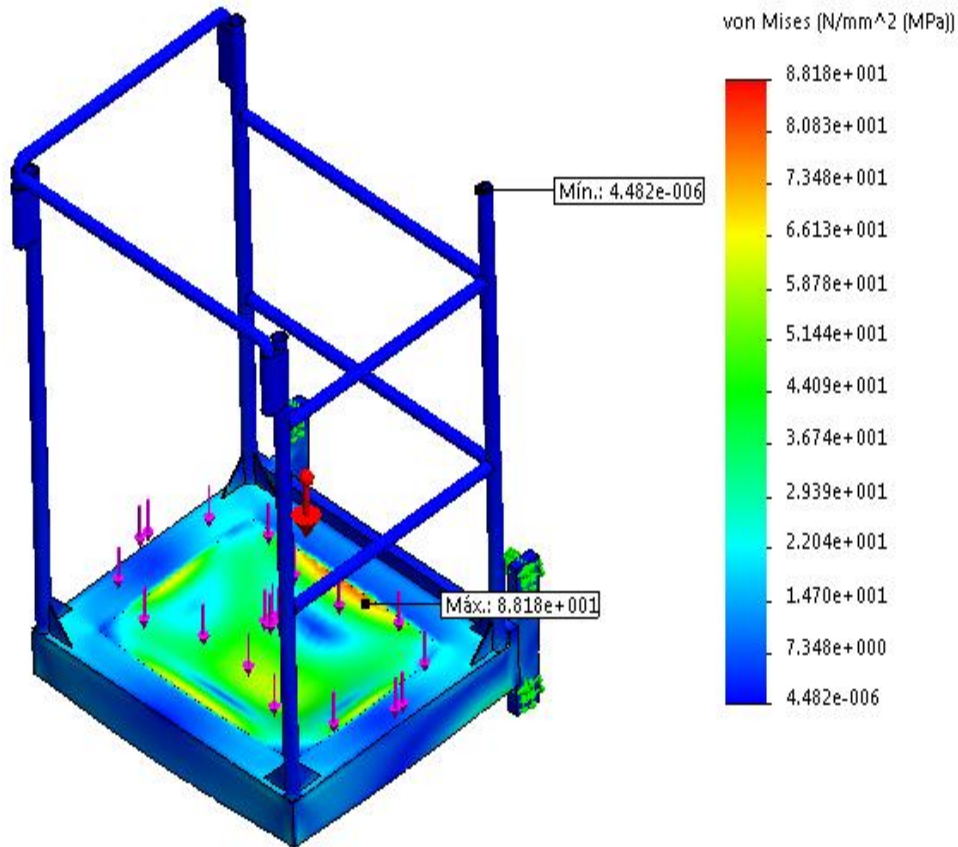


Figura 2.11. Estado tensional que se produce en la plataforma.

Los desplazamientos que ocurren en la plataforma se muestran en la figura 2.12. Los desplazamientos mayores ocurren en la plancha de la plataforma donde va aplicada la carga que no es más que el peso de los cilindros de gases. Tiene un valor de 1,687 mm.

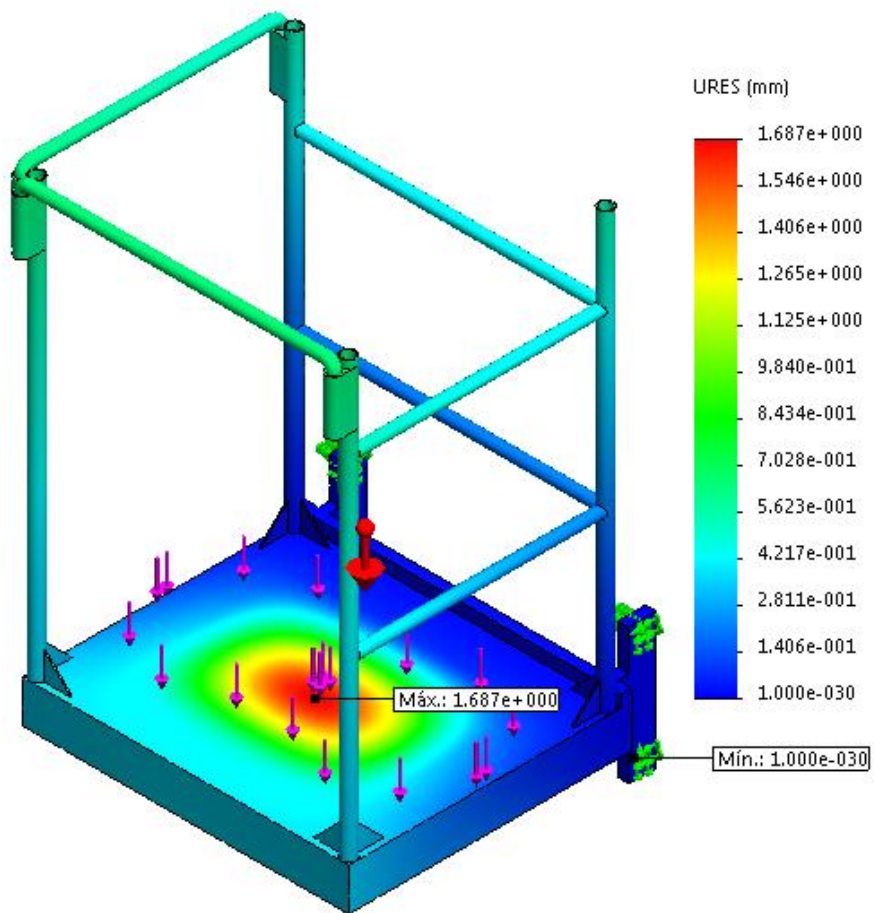


Figura 2.12. Desplazamientos en plataforma.

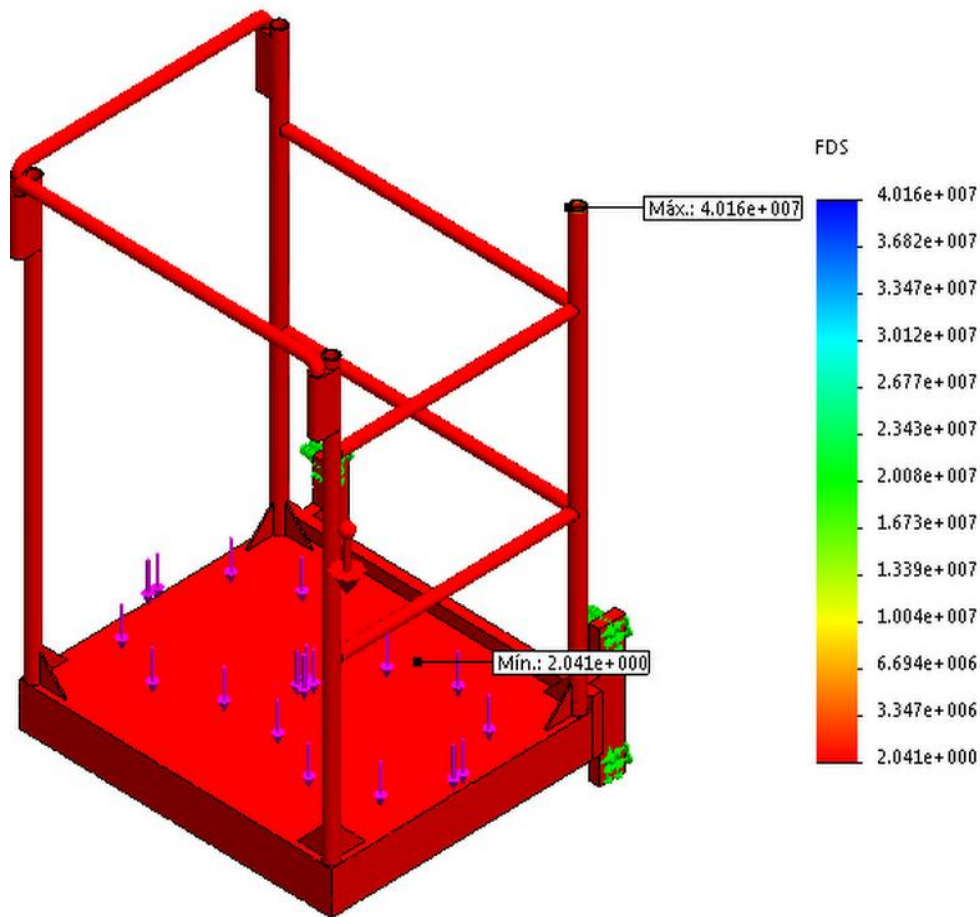


Figura 2.13. Factor de seguridad de la plataforma

2.5. Medidas de seguridad al trabajar con elevadores

Componentes de seguridad del equipo.

Base de apoyo

La estructura del elevador de carga debe estar dispuesta sobre una superficie con suficientes dimensiones y resistencia, de modo que el reparto de la carga transmitida al terreno se distribuya uniformemente.

Estructura portante

Debe formar un conjunto de suficiente rigidez para soportar las cargas y esfuerzos a que estará sometida.

Sistema de deslizamiento

A la estructura portante se encuentra unido el sistema que dirige el desplazamiento de la plataforma. Este debe asegurar en todo momento la

estabilidad horizontal y vertical de la plataforma, y estar calculado para soportar los esfuerzos.

Equipo motriz

Se trata de un bastidor en el que se acoplan un motor eléctrico con electrofreno y una caja reductora que acciona el tambor del cabrestante.

Cables de suspensión.

- Los cables serán de construcción y tamaño apropiados para las operaciones en que se van de emplear.
- El factor de seguridad para los mismos no será inferior a seis.
- Se inspeccionará periódicamente el número de hilos rotos, desechándose cables en que lo estén más del 10% de los mismos, contados a lo largo de los tramos de cableado, separados entre sí por una distancia inferior a ocho veces su diámetro.
- Las poleas deben disponer de un sistema adecuado que impida la salida accidental de los cables de su alojamiento.

Finales de carrera

En los extremos superior e inferior del recorrido de la plataforma deben colocarse finales de carrera.

Normas de seguridad genéricas.

- No utilización del mismo para desplazamientos de personas.
- No circular por su base.
- No asomarse por los huecos de carga y descarga.
- Mantener limpia de restos de materiales la plataforma y las plantas de carga y descarga.
- Proteger el acceso a la base ante posibles caídas de materiales.
- No sobrecargar la plataforma.
- Distribuir la carga dentro de la plataforma, sin que sobresalga.

- En caso de no disponer de salvavidas, disponer colgadas de la plataforma señales de longitud suficiente, que avisen con suficiente antelación el descenso de la plataforma.
- Mantener en buen estado la puesta a tierra y disponer de interruptor diferencial que controle el circuito.
- Instruir al personal sobre su utilización y sus riesgos.
- En caso de avería, desconectar la instalación y avisar al personal de reparaciones.
- Empleo de prendas de protección personal. (www.seguridad de equipos de elevación de carga.html).

2.6. Análisis económico

En la tabla 2.7 que se muestra a continuación, se desglosan los precios de los materiales necesarios para la fabricación del elevador de cilindros. Estos datos fueron obtenidos del Departamento Económico de la Empresa de Cigarros “Lázaro Peña”. Los cuales tienen un costo en moneda nacional de 1066,94 CUP y en divisa de 1954,33 CUC, para un importe en moneda total de 3021,27 pesos.

Tabla 2.7 Costo de los materiales para la fabricación del elevador

DESAGREGACION DE LOS INSUMOS FUNDAMENTALES									
ORGANISMO O EMPRESA		Empresa de Cigarros Holguín		Equipo				Elevador de Cilindro de Gases	
CODIGO	PRODUCTOS	Material	U.M	COSTO PRESUPUESTO					
				NORMA DE CONSUMO	Precio	Precio	PRECIO	NUEVO IMPORTE	
					CUC	CUP		DIVISA	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 (7 X 8)
0010000077	ANGULARES DE AC L/C 75X75X8X3000		U	1,00	24,945	4,247	29,192	24,945	29,192
0010000075	ANGULARES DE AC L/C 35X35X5X3000		U	1,50	22,170	3,135	8,435	33,255	37,960
0010000076	ANGULARES DE AC L/C 40X40X4X3000		U	0,50	8,400	1,070	9,470	4,200	4,735
0010000035	VIGA UPE 150X6000		U	1,00	23,610	6,620	30,230	23,610	30,230
0003000648	TORNILLO C/HEXAG M20X75		U	4,00	0,000	0,296	0,296	0,000	1,183
0010000028	Plancha AC 3X1500X5800		U	0,03	267,600	114,340	381,940	9,098	12,986
0016000230	TUBERIA AC CARBONO 3/4"		U	1,00	14,943	3,424	18,366	22,414	27,549
0016000231	TUBERIA AC CARBONO 1/2"		U	0,50	11,821	2,708	14,529	17,732	21,793
0011009604	Plancha Ac 20 x 1500 x 800 mm		U	0,04	1446,680	272,010	1718,690	57,867	68,748
0011008716	BARRA RED AC 20X3000		U	0,03	12,397	2,184	14,581	0,413	0,486
0002018148	RODAMIENTO SKF 6304		U	4,00	0,830	0,240	1,070	3,320	4,280
0002009063	MOTOREDUCTOR 220/380V 0.45KW		U	1,00	1362,460	419,840	1782,300	1362,460	1782,300
0002012690	DRIVE SPROCKET (Z=15 T=1/2")		U	1,00	10,400	116,230	126,630	10,400	126,630
0002007736	DRIVE SPROCK 36T(1/2" Z=36)		U	1,00	315,165	39,395	354,560	315,165	354,560
0001017179	EJE ø25		U	1,00	0,000	222,500	222,500	0,000	222,500
0006000750	CANCAMO CERRADO M-8		U	2,00	1,050	0,000	1,050	2,100	2,100
0002010439	CHUMAC DE PIE NP25 EC		U	2,00	27,820	6,335	34,155	55,640	68,310
0002017500	POLEA ø90		U	2,00	0,000	105,070	105,070	0,000	210,140
0002016538	CADENA 12.7X7.75X4.88		U	1,00	8,234	1,669	9,903	8,152	9,804
0011001049	BISAGRA LIBRO 1		U	1,00	0,710	0,140	0,850	0,710	0,850
0002014527	TORNILLO ALL M10 X 70 X 1.5		U	8,00	0,188	0,039	0,227	1,501	1,817
0002019585	CABLE DE AC GVZDO,D=4,8mm, 6X19		m	5,20	1,350	0,960	2,310	1,350	3,119
Totales								1954,33	3021,27

CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas en este Trabajo de Diploma son:

1. Se realizó el diseño del elevador para cilindros de gases. Para obtener este diseño fue preciso determinar las condiciones de operación del elevador y calcular los parámetros cinemáticos del sistema de carga para verificar que la potencia del motorreductor permitiera satisfacer las condiciones de diseño. Se comprobó que la transmisión por cadena fuera factible.
2. Se obtuvieron las tensiones y los desplazamientos en la estructura portante y en la plataforma de elevación mediante estudios estáticos realizados con el método de los elementos finitos.
3. El análisis económico realizado arrojó que el costo de fabricación es de 3021,27 pesos en moneda total, lo cual es factible de ejecutar por la empresa.

RECOMENDACIONES

Al concluir este Trabajo de Diploma se recomienda:

1. Presentar los resultados de este trabajo a la dirección general de la empresa para la aprobación final y ejecutar la fabricación del elevador.
2. Implementar las acciones de mantenimiento propuestas en los anexos para garantizar el funcionamiento del elevador y medidas de seguridad para evitar accidentes durante el trabajo.
3. El diseño presentado, aunque resuelve el problema de la fábrica de Cigarros, puede ser introducido en otras empresas donde se manipulen cilindros de gases.

REFERENCIAS

1. Como funciona un ascensor 20-marzo-2017. Recuperado de: (www.Como%20Funciona.htm).
2. Elevador de carga 2-marzo-2017. Recuperado de: (www.Elevador%20De%20Carga%20en%20Mercado%20Libre%20Venezuela.htm)
3. Funcionamiento y partes de un ascensor 2-marzo-2017. Recuperado de:(www.Funcionamiento%20y%20partes%20de%20un%20ascensor%20%20katika888.htm)
4. G. Escobar, M. Sánchez Noa, E. García Domínguez, J. Wellesley-Bourke Funcasta, C. Fabre Sentile. Estructuras de elevadores, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría.
5. García, S y Uribe, A. (2006).
Diseño y desarrollo de un elevador industrial de carga para la empresa CODIMEC. (Tesis de grado). Escuela de ingeniería departamento de diseño de producto Medellín-Colombia.
6. Guamán, G. y Vega, S. (2014). “Diseño y construcción de un elevador para la facultad de mecánica”. (Tesis de grado). Escuela superior politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador.
7. Guía Técnica para la Implantación de Medidas de Seguridad y Reglamentación Técnica en Equipos de Elevación de Cargas 8-mayo-2017. Recuperado de : (www.seguridad de equipos de elevación de carga.html)
8. Gurrí, C. (2011). Cálculo del accionamiento y propuesta del diseño estructural de un elevador de plataforma (tesis de grado). Universidad de Holguín Sede Oscar Lucero Moya.
9. Las Cargas Externas. Maestría en Máquinas Agrícolas. Facultad de Ingeniería .Universidad de Holguín sede “Oscar Lucero Moya”.
10. Multimedia Builder 4.9.7. Libro Electrónico Transportadores.2
11. Partes del Ascensor 2-marzo-2017. Recuperado de: (www.Partes%20del%20Ascensor%20%20%25category_title%25%2)

[0 %20Revista%20del%20Ascensor%20%20Ascensores%20-%20Elevadores.htm](#))

12. Pedro, E. (2014). “Propuesta de diseño de un elevador apoyado en el software solidworks para la planta Liconsa de Xalapa, Ver.”(Tesis de grado). Universidad de Veracruzana. México
13. Pedro, PC. El ascensor o elevador, su origen e historia. Recuperado de: (www.teinteresasaber.com/2015/05/el-ascensor-o-elevador-su-origen-e.html)
14. Portabella, C. (2014). Un procedimiento para cálculo de estructuras por el método de elementos finitos con error prefijado utilizando refinamiento de malla adaptativo. (Tesis de grado). Escuela técnica superior de ingeniería de Camins. Barcelona – España.
15. Seguridad ascensores 20–marzo-2017. Recuperado de: (www.guia-urbana.com/favicon.png)
16. Sistema de Máquinas Transportadora. Universidad de Holguín sede “Oscar Lucero Moya” .Facultad de Ingeniería. Maestría en Máquinas Agrícolas.
17. Sokolov, F.; Usov, P .Mecánica Industrial. Editorial Mie, 1986, Moscú, 522 p. Mecánica Industrial.
18. SolidWorks Simulation_2016.
19. Transmisión por cadena. Diseño de Elemento de Máquina I. Facultad de Ingeniería .Universidad de Holguín sede “Oscar Lucero Moya”.

ANEXOS

Anexo 1. Valores de Q_0 en kg. (Sokolov, 1986)

Cadena de manguitos rodillos			Cadena de eslabones dentados	
Paso t , mm:	Q_0 , kG	Paso t , mm	Anchura b , cm	Q_0 , kG
20	2000	12,7	2-10,5	1000 b^*
25	3150	15,87	3-12,5	1200 b
30	4000	19,05	3,5-20	1500 b
35	5000	25,4	5,5-25	1700 b
40	6300	31,75	8-27,5	2500 b

* Los valores de b se toman en cm.

Anexo 2. Valores de n_{adm} . (Sokolov, 1986)

Tipo y paso de la cadena	Número de revoluciones por minuto de la estrella pequeña								
	50	200	400	600	800	1000	1200	1600	2000
De manguito rodillo									
$t = 12 \div 15$ mm	7	7,8	8,55	9,35	10,2	11,0	11,7	13,2	14,8
$t = 20 \div 25$ mm	7	8,2	9,35	10,3	11,7	12,9	14,0	16,3	—
$t = 30 \div 35$ mm	7	8,55	10,2	13,2	14,8	16,3	19,5	—	—
De eslabón dentado									
$t = 12,7 \div 15,87$ mm	20	22,2	24,4	26,7	29,0	31,0	33,4	37,8	42,0
$t = 19,05 \div 25,4$ mm	20	23,4	26,7	30,0	33,4	36,8	40,0	46,5	53,5

Anexo 3. Valores de u_{adm} . (Sokolov, 1986)

Tipo de cadena	Paso de la cadena, en mm					
	12 12,7	15 15,87	20 19,05	25 25,4	30 31,75	40 38,1
Manguito rodillo	60	50	35	30	25	20
Eslabón dentado	80	65	50	30	25	—

Anexo 4. Funciones del mantenimiento

El servicio de mantenimiento tiene 6 funciones básicas, estas son:

- Inspeccionar: detectar anomalías en los equipos a través de recorridos.
- Reparar: solucionar averías que se producen en el equipo, para devolver a éste el estado de disponibilidad perdida a causa de la avería, en el menor tiempo y con el menor costo posible.
- Mantener: evitar las averías y el mal funcionamiento de equipos e instalaciones a futuro, reduciendo el costo y la cantidad de intervenciones.
- Preservar: realizar las intervenciones que exige el diseño del equipo para su correcta conservación y así, poder alargar la vida útil de las máquinas e instalaciones, evitando su desgaste mediante la generación de rutinas de engrase, limpieza y protección contra agentes erosivos y corrosivos.
- Mejorar: modificar el diseño del equipo a la luz de la experiencia, para reducir el costo del mantenimiento en el futuro.
- Concebir: participar en el diseño de los equipos para transferir al diseñador la experiencia y los conocimientos de las características de mantenimiento de los equipos.

Mantenimiento preventivo

Se entenderá por mantenimiento preventivo el conjunto de operaciones programadas, consistentes en la realización de inspecciones, verificaciones, limpiezas, puestas a punto, revisiones y sustituciones periódicas de los elementos de los ascensores para conseguir el correcto funcionamiento de los mismos, evitando que se produzca la avería o fallo.

Objetivos del mantenimiento preventivo

Los objetivos del mantenimiento preventivo se pueden sintetizar en la consecución de tres logros de fundamental importancia y de vital necesidad para un correcto funcionamiento del equipo:

- a) Máximo ofrecimiento actividad - funcionamiento, con máxima eficiencia funcional, alta confiabilidad operativa y elevado grado de seguridad industrial.
- b) Reducción al máximo del desgaste o deterioro de los elementos mecánicos, preservando el capital invertido en dichos medios.
- c) Ejecución de las dos funciones anteriores de la manera más eficaz posible tomando en cuenta que el equipo se utilizara con el fin de transportar personas.

Ventajas operativas del mantenimiento preventivo

Las ventajas operativas que se derivan de la aplicación del Sistema de Mantenimiento Preventivo, son:

- a) Reducción del número de averías en servicio.
- b) Reducción consecuente de emergencia por rotura.
- c) Mayor disponibilidad de funcionamiento.
- d) Mayor índice de confiabilidad en servicio.
- e) Reducción de los materiales requeridos y tiempo – tareas correctivos vs tiempos tareas preventivos.
- f) Ampliación del límite de vida útil de los equipos.
- g) Eliminación de la necesidad del equipo de reserva.
- h) Mayor grado de seguridad mecánica y eléctrica.

Ventajas económicas del mantenimiento preventivo.

Las ventajas económicas del mantenimiento preventivo se derivan en gran medida de las ventajas operativas antes señaladas:

- Reducción de inversiones para renovación del equipo.
- Reducción del costo de reparaciones en mano de obra y materiales.

Para realizar el mantenimiento preventivo se debe considerar los siguientes aspectos:

- a) Suministro de los materiales y consumibles necesarios para la ejecución de las operaciones de mantenimiento, como aceites, grasas, valvulinas, útiles de limpieza, etc.

- b) Atender, durante la jornada laboral, las averías que se produzcan.
- c) Interrumpir el servicio cuando se aprecie que no ofrece las debidas condiciones de seguridad.
- d) Instruir al personal encargado, para que pueda desempeñar correctamente el servicio que le está encomendado. (GUAMÁN y VEGA, 2014)

Tabla A4.1. Operaciones de mantenimiento a realizar. Operaciones mensuales de mantenimiento.

Verificación	Operación a realizar
Holguras entre las guías y la cabina	La holgura no debe exceder de 10mm como máximo, el juego debe ser exacto para que no existan problemas. También es preciso revisar el estado de las guías y sus fijaciones con la estructura.
Estado de la máquina y grupo tractor	No debe variar la holgura moto-reductor, poleas y eje. Los equipos deben estar correctamente anclados en la bancada, es necesario revisar el anclaje. En el motor se debe realizar una correcta limpieza, y verificar que no existan caídas de tensión en la línea principal.
Estado de los cables de tracción y amarres	Verificar el estado, y que se encuentren correctamente lubricados los cables de tracción, lubricante recomendado. En los amarres se debe revisar que no exista soltura, caso contrario realizar reajuste de los mismos, y mantener siempre limpios.
Niveles de aceite y fugas	Mantener siempre lubricadas las guías, y controlar el nivel de aceite de cada recipiente. El aceite que se debe

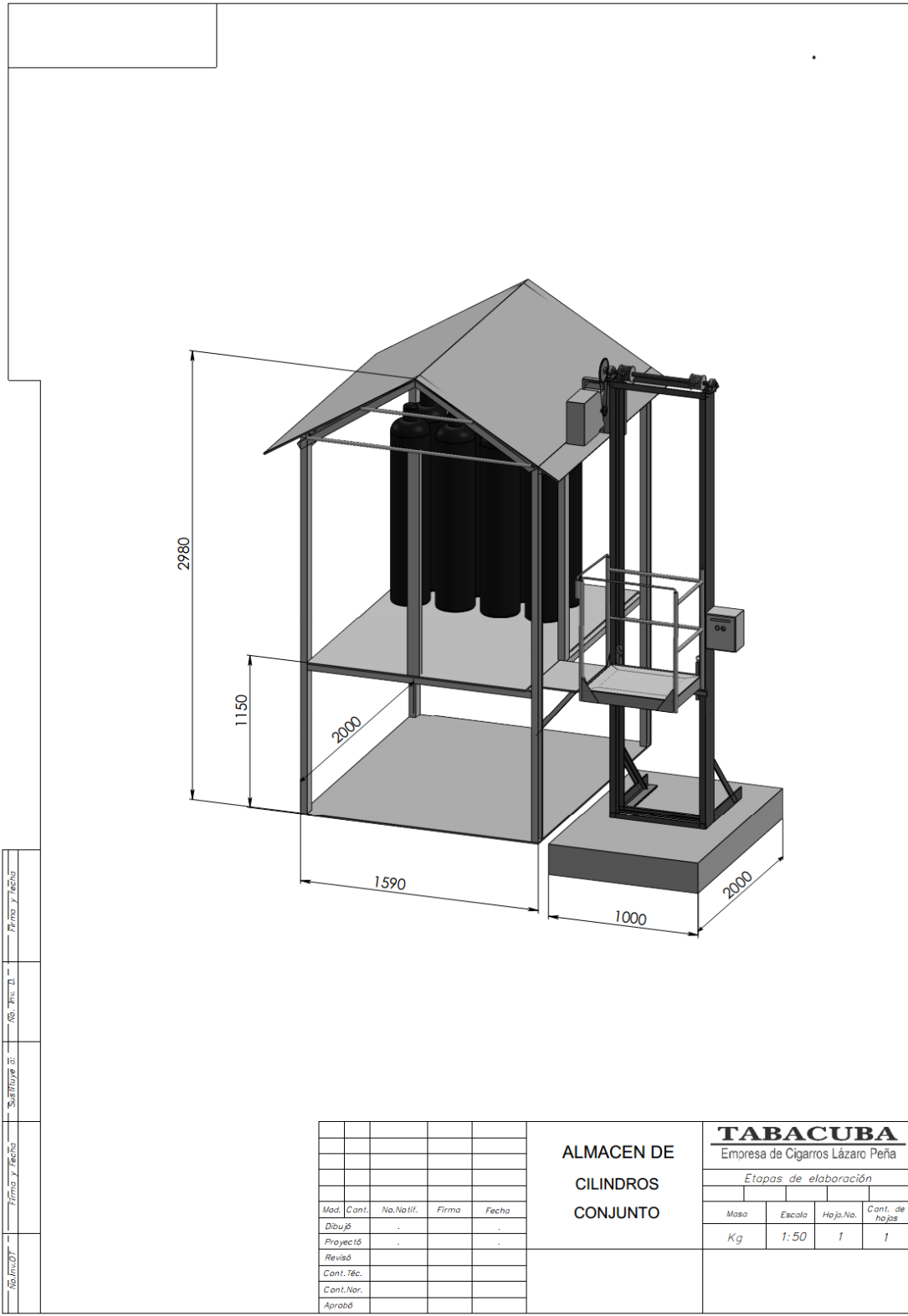
	utilizar es un AW40.
Funcionamiento del limitador, su engrase, conexión del contacto, cables.	Revisar los contactos, su estado y lubricación del cable guía. Mantener totalmente limpio el limitador.

Tabla A4.2 Operaciones de mantenimiento a realizar. Operaciones semestrales de mantenimiento.

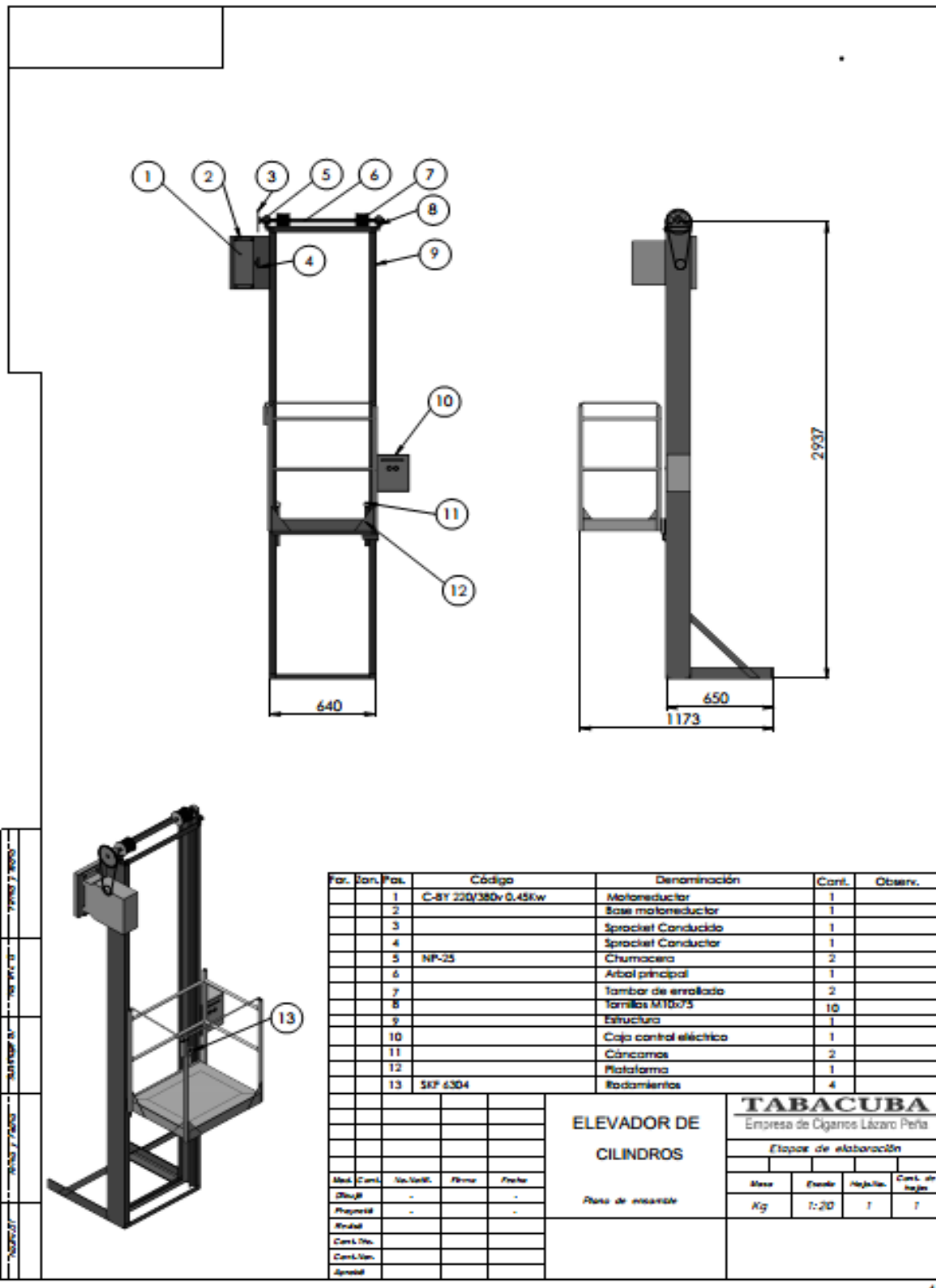
VERIFICACIÓN	OPERACIÓN A REALIZAR
Nivel de aceite en la caja reductora	El nivel del aceite debe comprobarse regularmente, mínimo una vez al mes; el agujero de ventilación debe mantenerse siempre limpio. En el reductor nuevo después de las 200 horas iniciales de funcionamiento debe cambiarse el aceite realizando un lavado respectivo; los posteriores cambios se harán entre las 1500 y 2000 horas de trabajo.
Estado y patinaje de los cables	Colocar toda la carga nominal dentro de cabina en modo prueba y chequear si no existe deslizamiento indebido, es recomendable revisar las poleas, y accionamiento de paracaídas en un caso extremo.
Revisar que las poleas estén sujetadas en los ejes	No puede existir juego entre los diferentes conjuntos, revisar las chavetas en cada polea que no exista juego, caso contrario asegurar puede ser con soldadura o rectificando el apriete.
Limpieza y lubricación del limitador	Lubricar los cables con aceite adecuado

Anexo 5. Planos del elevador.

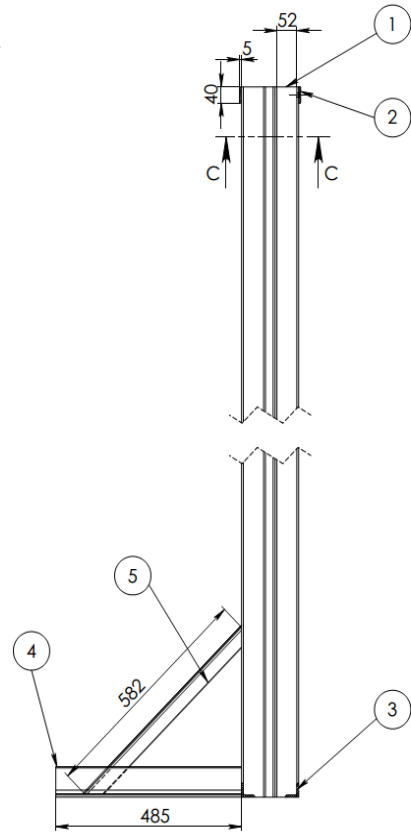
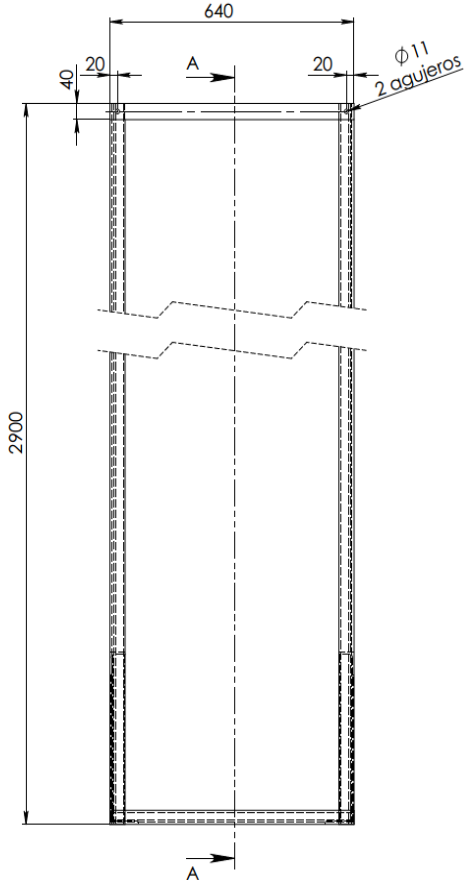
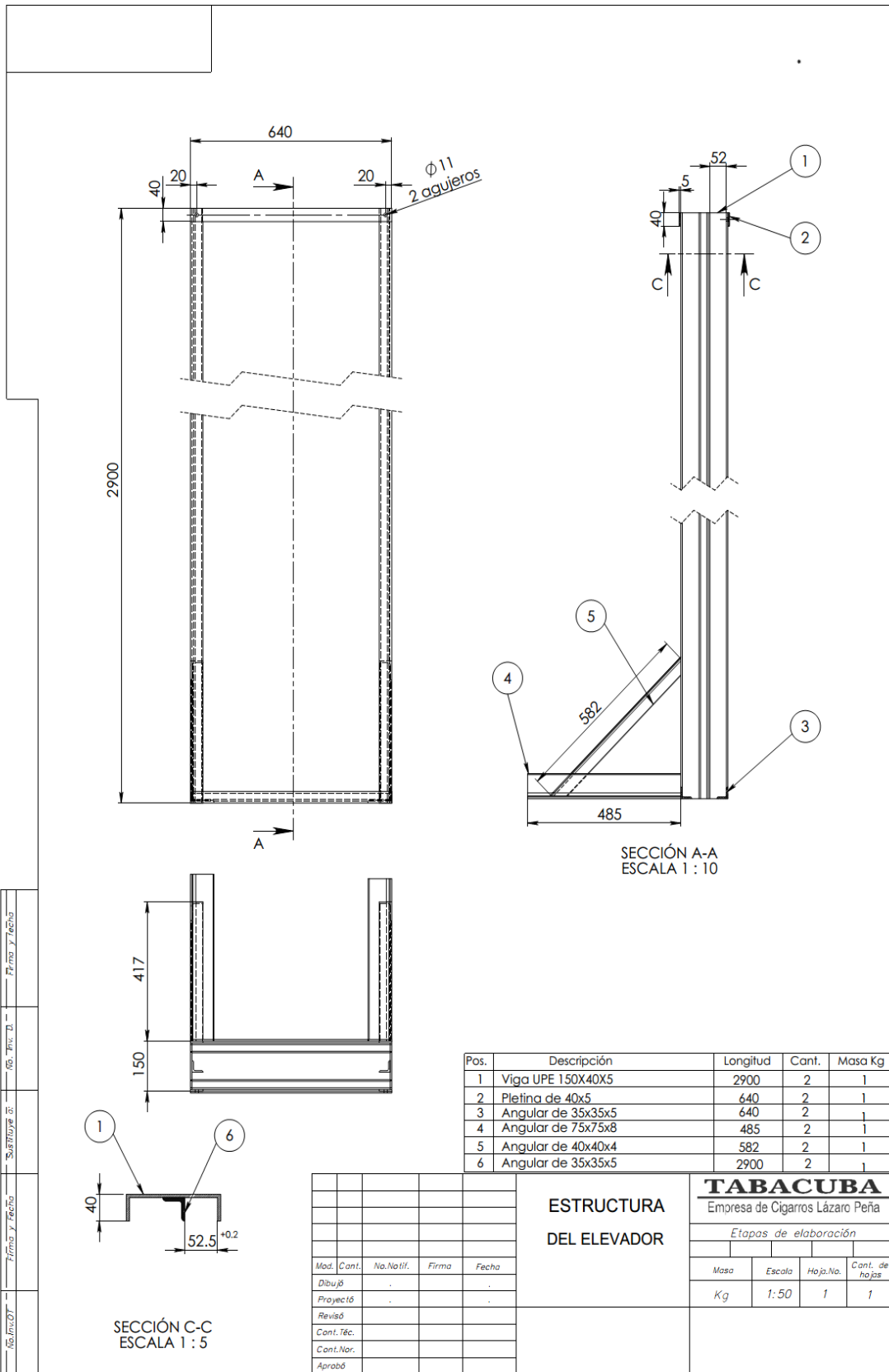
A5.1 Almacén de cilindros conjunto



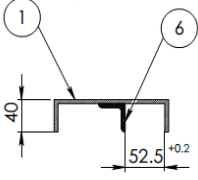
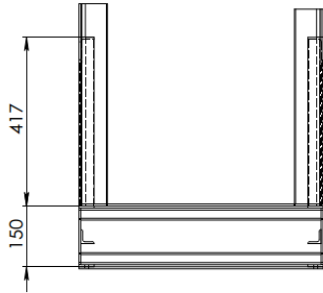
A5.2 Elevador de cilindros, plano de ensamble



A5.3 Estructura del elevador



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 10



SECCIÓN C-C
ESCALA 1 : 5

Pos.	Descripción	Longitud	Cant.	Masa Kg
1	Viga UPE 150X40X5	2900	2	1
2	Pletina de 40x5	640	2	1
3	Angular de 35x35x5	640	2	1
4	Angular de 75x75x8	485	2	1
5	Angular de 40x40x4	582	2	1
6	Angular de 35x35x5	2900	2	1

Mod.	Cant.	No. Natif.	Firma	Fecha
Dibujó				
Proyectó				
Revisó				
Cont. Téc.				
Cont. Nor.				
Aprobó				

ESTRUCTURA
DEL ELEVADOR

TABACUBA			
Empresa de Cigarros Lázaro Peña			
Etapas de elaboración			
Masa	Escala	Hoja.No.	Cant. de Hojas
Kg	1:50	1	1

A5.5 Soporte de los rodamientos

