

**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO**  
**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD MADERO**  
**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

**Diseño y simulación de un elevador para casa habitación de dos pisos. Para personas de la tercera edad o capacidades diferentes.**

**TESIS**

Que para obtener el grado de:  
**MAESTRO EN INGENIERIA MECANICA**

Presenta

Ing. Jaime Marcelino Galarza Luque

Director de Tesis

M. C. Marco Antonio Olguín Amador

Ciudad Madero, Tamaulipas, México

Noviembre de 2015



**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO**  
**Instituto Tecnológico de Ciudad Madero**

"2015, Año del Generalísimo José María Morelos y Pavón"

Cd. Madero, Tamps; a **19 de Noviembre de 2015.**

OFICIO No.: U4.135/15  
AREA: DIVISIÓN DE ESTUDIOS  
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN  
ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TESIS

**ING. JAIME MARCELINO GALARZA LUQUE**  
**NO. DE CONTROL G00070944**  
**P R E S E N T E**

Me es grato comunicarle que después de la revisión realizada por el Jurado designado para su examen de grado de Maestría en Ingeniería Mecánica, el cual está integrado por los siguientes catedráticos:

- |                       |                                  |
|-----------------------|----------------------------------|
| PRESIDENTE :          | M.C. MARCO ANTONIO OLGUÍN AMADOR |
| SECRETARIO :          | M.C. INÉS EDUARDO GALLEGOS SILVA |
| VOCAL :               | M.C. EDUARDO ABID BECERRA        |
| SUPLENTE:             | M.C. MACARIO LÓPEZ MEZA          |
| DIRECTOR DE TESIS:    | M.C. MARCO ANTONIO OLGUÍN AMADOR |
| CO-DIRECTOR DE TESIS: | M.C. EDUARDO ABID BECERRA        |

Se acordó autorizar la impresión de su tesis titulada:

**"DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN ELEVADOR EN CASA HABITACIÓN DE DOS PISOS PARA PERSONAS DE LA TERCERA EDAD O CAPACIDADES DIFERENTES"**

Es muy satisfactorio para la División de Estudios de Posgrado e Investigación compartir con Usted el logro de esta meta.

Espero que continúe con éxito su desarrollo profesional y dedique su experiencia e inteligencia en beneficio de México.

**ATENTAMENTE**

"POR MI PATRIA Y POR MI BIEN"®

*M. P. María Yolanda Chávez Cinco*  
**M. P. MARÍA YOLANDA CHÁVEZ CINCO**  
**JEFA DE LA DIVISIÓN**



c.c.p.- Minuta  
Archivo  
MYCHC 'IEGS 'jar



Ave. 1° de Mayo y Sor Juana I. de la Cruz Col. Los Mangos, C.P. 89440 Cd. Madero, Tam.  
Tel. (833) 357 48 20. e-mail: itcm@itcm.edu.mx  
www.itcm.edu.mx



## **Dedicatoria**

A mi Dios, por ser mi guía y permitirme llegar a cumplir mis objetivos planteados, por brindarme salud y vida.

Doy gracias a todas las personas importantes en mi vida, en especial a mis Padres por darme ese aliento cuando estaba decaído, por brindarme su apoyo incondicional, por ser mi pilar y sobre todo mi motivación para terminar tan anhelado sueño.

A quienes me motivaron a ser cada día mejor, enseñarme el verdadero significado de la amistad.

A mis maestros que me supieron guiar por el camino correcto, influyendo con sus lecciones y experiencias. En especial al Ing. Marco Antonio Olgún por guiarme en este duro camino por todo su apoyo y conocimiento compartido, de mi tesis; para ser profesional a carta cabal.

## **Agradecimientos**

### **A Dios:**

Por darme la oportunidad de vivir y  
Con su ayuda enfrentar  
las adversidades que aparecen en mí  
camino.

### **A mis PADRES**

Por darme la vida y apoyarme  
en el momento más oportuno.  
Sé que están orgullosos de mí.

### **M. C. Marco Antonio Olguín Amador**

Por su asesoría y enseñanza en el desarrollo  
de dicha investigación.

### **M. C. Macario López Meza:**

Por su valiosa orientación,  
colaboración y consejos  
para realizar esta tesis

### **Y a todos mis amigos:**

Que en un momento dado me  
impulsaron a terminar este proyecto.

## Resumen

Este proyecto inicia con la búsqueda del Consejo Nacional para Personas con Discapacidad (CONAPDIS), en mecanismos necesarios para responder satisfactoriamente a una población vulnerable de personas que por causas congénitas o adquiridas presenten disfunción o ausencia de algunas de sus capacidades sensoriales, motrices, o intelectuales de manera temporal o permanente.

Las redes de ascensores serán accesibles vía Internet, permitiendo a las empresas de mantenimiento realizar rutinariamente controles en los ascensores instalados en cualquier lugar del mundo al igual que hoy navegamos por distintas páginas de Internet. Los cables de acero serán reemplazados por materiales sintéticos de mayor resistencia y durabilidad. Los ascensores con reductor serán historia. Las cabinas podrán reconocer el idioma para aceptar comandos vocales eliminando la necesidad de apretar botones para colocar llamadas.

Lo que sí es seguro es que los ascensores serán siendo parte de los desarrollos arquitectónicos acompañando el crecimiento en altura de los edificios.

Después se detalla acerca de los inicios de los ascensores donde existen indicios de ascensores rudimentarios en uso que eran operados por animales, fuerza humana o mecanismos de agua 300 años A.C.

El ascensor tal como lo conocemos hoy tuvo sus comienzos en los años 1800 y eran propulsados por vapor dentro de cilindros que elevaban la cabina. Para bajar simplemente se abría una válvula y por acción de la gravedad la cabina bajaba.

Recién a comienzos de 1900 aparecen los cables de acero en la fracción de un ascensor, en mecanismos con poleas de desvío y contrapesos.

En la actualidad los ascensores se han sofisticado a tal límite que pueden obedecer comando de voz, en un futuro los materiales de que están hechos serán de fibras sintéticas de mayor flexibilidad y durabilidad, sin problemas de óxido y problemas a fines.

El marco teórico que detalla los principales conceptos de los elementos constitutivos de un ascensor para personas con capacidades diferentes.

Una vez seleccionado el material a utilizarse, se realizan la simulación de las partes principales del ascensor en función de la carga a elevar y los esfuerzos a los que está sometido en su funcionamiento de una vivienda de dos pisos.

Finalmente se presenta la estimación de los costos de construcción del ascensor.

Se exponen algunas conclusiones y recomendaciones que confirman la hipótesis planteada.

## **Abstract**

This project begins with the search of the National Council for Persons with Disabilities (CONAPDIS). in mechanisms to respond satisfactorily to a vulnerable population of people that causes congenital or acquired dysfunction or absence of presenting some of their sensory, motor, intellectual, or temporarily or permanently.

Lifts networks will be accessible via the Internet, allowing companies routinely perform maintenance checks on elevators installed anywhere in the world as now surf the various websites. Steel cables will be replaced by synthetic materials strength and durability. The elevators are geared history. The booths may recognize the language to accept voice commands eliminating the need to press buttons to place calls.

What is certain is that the elevators will remain part of the architectural developments with the growth in height of buildings.

After detailed about the beginnings of the elevators where there are indications that use rudimentary elevators were operated by animal or human power mechanisms of water 300 A. C.

The elevator as we know it today had its beginnings in the 1800s and was powered by steam rising cylinders inside the cabin. To lose just a valve is opened and by gravity down the cabin.

Just at the beginning of 1900 the steel cables appear in the fraction of a lift mechanism with deflection pulleys and counterweights.

At present elevators are sophisticated to such limits that can obey voice commands in the future the materials they are made of synthetic fibers will be greater flexibility and durability, no rust problems and problems at the end.

The theoretical framework that details the main concepts of the constituent elements of an elevator for people with special needs.

Once the material selected for use, simulation of the main parts of the elevator according to the load to be lifted and the stress to which it is subjected in the operation of a two-story house they are made.

Finally the estimated construction cost of the elevator is presented.

Some conclusions and recommendations that confirm the hypothesis are exposed.

## Índice general

<b>Capítulo 1.- Introducción</b> .....	1
Introducción.....	2
Planteamiento del problema.....	7
Justificación.....	8
Alcance y metas.....	9
Objetivos.....	10
Objetivo General.....	10
Objetivos Específicos.....	10
Hipótesis.....	11
<b>Capítulo 2.- Antecedentes</b> .....	12
Antecedentes.....	13
<b>Capítulo 3.-Metodología de la Investigación</b> .....	14
Marco teórico.....	15
3.1.- Elevador para personas con capacidades diferentes.....	15
3.2.- Reseña histórica del elevador.....	15
3.3.- Elementos constitutivos de un elevador para personas con capacidades diferentes.....	17
3.3.1.- Pozo.....	17
3.3.2.- Cabina.....	18
3.3.2.1.- Consideraciones de la cabina.....	19
3.3.2.2.- Sistema de amortiguación.....	20
3.3.3.- Guías.....	21
3.3.3.1.- Guías de la cabina.....	21
3.3.3.2.- Tipos de perfiles de las guías.....	22
3.3.4.- Sistema de frenos.....	22
3.3.4.1.- Funcionamiento del cinturón de seguridad.....	22
3.3.4.2.- Tracción de emergencia.....	25
3.3.5.- Grupo de tracción.....	26
3.3.5.1.- Motor.....	26

3.3.5.2.- Motor de una velocidad.....	26
3.4.- Análisis estructural.....	27
3.4.1.- Las vigas.....	28
3.4.2.- Columnas.....	28
3.4.3.- Cargas.....	28
3.4.3.1.- Cargas muertas.....	29
3.4.3.2.- Cargas vivas.....	30
3.4.4.- Esfuerzos.....	30
3.4.4.1.- Esfuerzos de tracción.....	31
3.4.4.2.- Esfuerzos de compresión.....	31
3.4.4.3.- Esfuerzos de flexión.....	32
3.4.4.4.- Esfuerzos combinados.....	33
3.4.5.- Deflexión.....	33
3.4.6.- Miembros estructurales y conexiones.....	35
3.4.6.1.- Tensores, varillas.....	36
3.4.6.2.- Cables metálicos.....	36
3.4.7.- Resortes.....	37
3.4.7.1.- Resortes de compresión.....	37
3.4.7.2.- Coeficiente K del resorte en caída libre del ascensor.....	39
3.4.8.- Fijación de la cabina.....	42
3.4.9. Uniones por soldadura.....	43
3.4.9.1.- Soldadura de filete.....	43
3.4.9.2.- Resistencia permisible de las unidades soldadas.....	43
3.4.9.3.- Diseño de soldadura de filete.....	44
3.5.- Sistema de elevación.....	46
3.5.1.- Polipasto eléctrico.....	46
3.5.2.- Cables para el sistema de elevación.....	50
3.5.2.1.- Notación de las estructuras de cables.....	51
3.5.2.2.- Cables para elevadores y montacargas.....	52
3.5.2.2.1.- Cables de tracción.....	52
3.5.3.- Puertas de la cabina.....	54

3.5.3.1.- Puertas manuales.....	54
3.5.3.2.- Puertas semiautomáticas.....	54
3.5.3.3.- Puertas automáticas.....	55
<b>Capítulo 4.- Modelo analítico, diseño y simulacion.....</b>	<b>56</b>
Modelo analítico, diseño y simulación.....	57
4.1.- Criterios a ser considerados para analizar el tipo de tracción.....	57
4.1.1.- Costo de fabricación.....	57
4.1.2.- Ventajas.....	58
4.1.2.1.- Facilidad de instalación.....	58
4.1.2.2.- Facilidad de mantenimiento.....	58
4.2.- Criterios considerados para analizar el tipo de cabina.....	58
4.2.1.- Facilidad de montaje e instalación.....	59
4.2.2.- Costos de fabricación.....	59
4.2.3.- Diseño estructural.....	59
4.2.4.- Facilidad de mantenimiento.....	59
4.3.- Análisis de alternativas del tipo de cabina.....	59
4.3.1.- Alternativa A. Cabina completa.....	60
4.3.1.1.- Ventajas.....	61
4.3.1.2.- Desventajas.....	61
4.3.2.- Alternativa B. Media cabina.....	61
4.3.2.1.- Ventajas.....	62
4.3.2.2.- Desventajas.....	62
4.4.- Diseño y simulación.....	62
4.4.1.- Introducción.....	62
4.4.2.- Método para el diseño de la estructura.....	63
4.4.3.- Análisis de casos de agua.....	63
4.4.4.- Análisis de diseño.....	63
4.4.4.1.- Carga neta.....	63
4.4.5.- Dimensiones y peso de la cabina.....	65
4.4.6.- Recorrido.....	68
<b>Capítulo 5.- Resultados y Análisis.....</b>	<b>69</b>

5.1.- Costos.....	70
5.1.1.- Costos de materiales.....	70
5.1.2.- Costos de insumos.....	71
5.1.3.- Costos de maquinado.....	72
5.1.4.- Costos de mano de obra (fabricación y montaje).....	73
5.1.5.- Costos del sistema eléctrico y control.....	73
5.1.6.- Costo de diseño.....	73
5.1.7.- Costo total del proyecto.....	74
Capitulo 6.- Conclusiones, Recomendaciones.....	75
Conclusiones.....	76
Recomendaciones.....	77
Glosario.....	78
Bibliografía.....	81
Bibliografía web.....	82
Anexos.....	83

## Índice de figuras, tablas, graficas, mapas o ilustraciones

Figura 1.1.- Historia del ascensor .....	4
Figura 1.2.- Pasadizo .....	5
Figura 2.1.- Tiempo de proceso del elevador.....	13
Figura 3.1.- Elevador Patent Otis 1861 .....	16
Figura 3.2.- Componentes del ascensor para personas con capacidades diferentes .....	17
Figura 3.3.- Ascensor.....	18
Tabla 3.1.- El peso de la cabina .....	19
Tabla 3.2.- Amortiguador de acumulación de energía .....	20
Figura 3.4.- Resortes.....	21
Figura 3.5.- Perfil angular y perfil V.....	22
Figura 3.6.- Prueba de tensión.....	23
Figura 3.7.- Prueba de tensión.....	23
Figura 3.8.- Cinturon de seguridad (Nissan).....	23
Figura 3.9.- Prueba de tensión fianl.....	24
Figura 3.10.- Prueba de tensión hasta 1080 kg.....	24
Figura 3.11.- Cargas muertas.....	29
Figura 3.12.- Cargas vivas.....	30
Figura 3.13.- Esfuerzos de tracción.....	31
Figura 3.14.- Esfuerzos de compresión.....	31
Figura 3.15.- Flexión simple en una viga.....	32
Figura 3.16.- Esfuerzos combinados.....	33
Figura 3.17.- Deflexión de una viga simplemente apoyada con carga central .....	34
Figura 3.18.- Cable metálico torzales y sección.....	37
Figura 3.19.- Tipos de resortes de compresión.....	38
Tabla 3.3.- Ecuaciones para el calculo de resortes a compresión.....	39
Tabla 3.4.- Datos para el anclaje mecánico incorporado a hormigón endurecido .....	41

Tabla 3.5.- Dimensiones nominales de los agujeros.....	42
Figura 3.20.- Soldadura transversal de filete.....	44
Figura 3.21.- Soldadura longitudinal de filete.....	44
Tabla 3.6.- Esfuerzos permisibles en soldadura.....	45
Figura 3.22.- Polipasto.....	46
Figura 3.23.- Polipasto.....	47
Figura 3.24.- Polipasto.....	48
Figura 3.25.- Polipasto.....	48
Figura 3.26.- Polipasto.....	49
Figura 3.27.- Polipasto.....	49
Figura 3.28.- Tipo de suspensión.....	50
Figura 3.29.- Tipo de suspensión 2:1.....	50
Figura 3.30.- Constitución de un cable (cordones).....	51
Figura 3.31.- Constitución de un cable (estructura).....	52
Figura 3.32.- Cables que se pueden encontrar en un ascensor.....	53
Tabla 4.1.- Criterios de análisis de alternativas del tipo de tracción.....	57
Tabla 4.2.- Criterios de análisis de alternativas tipo de cabina.....	58
Figura 4.1.- Sistema de elevación con cabina completa.....	60
Figura 4.2.- Sistema de elevación con media cabina.....	60
Figura 4.3.- Esquema de cabina completa.....	61
Figura 4.4.- Esquema de media cabina.....	62
Tabla 4.3.- Peso ideal .....	64
Tabla 4.4.- Silla de rueda tradicional.....	65
Figura 4.5.- Dimensiones y peso de cabina .....	66
Tabla 4.5.- El peso de la cabina .....	67
Figura 4.6.- Recorrido de la cabina.....	68
Tabla 5.1.- Material.....	71
Tabla 5.2.- Insumos.....	72
Tabla 5.3.- Costo de maquinado.....	72
Tabla 5.4.- Costo de mano de obra y montaje.....	73
Tabla 5.5.- Costo del proyecto.....	74



## **Capitulo 1.- Introducción**

## Introducción

Desde sus inicios, el consejo nacional para personas con discapacidad (CONAPDIS). Se ha enfocado en buscar los mecanismos necesarios para responder satisfactoriamente a una población vulnerable de personas que por causas congénitas o adquiridas presenten disfunción o ausencia de algunas de sus capacidades sensoriales, motrices, o intelectuales de manera temporal o permanente.

En la actualidad las casas de interés social de dos niveles no cuentan con un espacio para las personas con capacidades diferentes y de la tercera edad, para poder trasladarse de un nivel a otro dentro de su casa habitación ya que por su discapacidad o edad avanzada se limitan a estar en un solo espacio.

Se diseñara, adaptará y acondicionará un elevador en una casa habitación de dos niveles de interés social para satisfacer las necesidades de las personas de capacidades diferentes en su casa habitación, pudiendo trasladarse de un nivel a otro y no estar limitados a un solo. Se acondicionará dicho elevador dentro de la casa habitación para cumplir las necesidades de las personas de capacidades diferentes y de la tercera edad.

En el mercado ya existe este tipo de elevadores para casa habitación, pero son muy costosos y una persona de clase media con una casa de interés social es muy difícil adquirir este tipo de aparato para sus necesidades ya que en la actualidad no es un lujo sino una necesidad.

En la zona conurbada gran cantidad de personas de la tercera edad y personas con capacidades diferentes que requieren trasportarse de un nivel al otro dentro de su casa habitación ya sea para descansar y para entretenimiento, o asunto personal. Este tipo personas requieren de un espacio adicional para que se puedan mover con libertad dentro de su entorno.

Considerando que el medio ambiente de la zona conurbada es altamente extremo, existen temporadas de extensa lluvia, otras de viento y otras de frío en donde las personas de capacidades diferentes y tercera edad no pueden salir de su casa y exponerse a estos cambios bruscos de temperatura razón por la cual se propone diseñar un elevador, el cual se instale en el interior de la casa habitación de interés social de dos niveles.

Actualmente los costos de un elevador oscilan entre 125,000 pesos y 200,00 pesos, los cuales son cantidades considerables

Sin embargo las personas que adquieren una casa de interés social no tendrían esta cantidad de dinero para instalar un elevador en su casa. Razón por la cual se está proponiendo primeramente instalarlo en la parte interior en un espacio estratégico y segundo diseñarlo de un material seguro, ligero y bajo costo.

De igual manera, el mantenimiento de un elevador construido de acero inoxidable con piso de mármol y mecanismo ya sea hidráulicos o eléctricos son muy costosos, en esta propuesta se está considerando un elevador que no requiere mucho mantenimiento, una vez que se tratara de eliminar partes que requieran lubricación, mármol y otros accesorios no indispensables para el diseño de dicho elevador en el interior de la casa habitación.

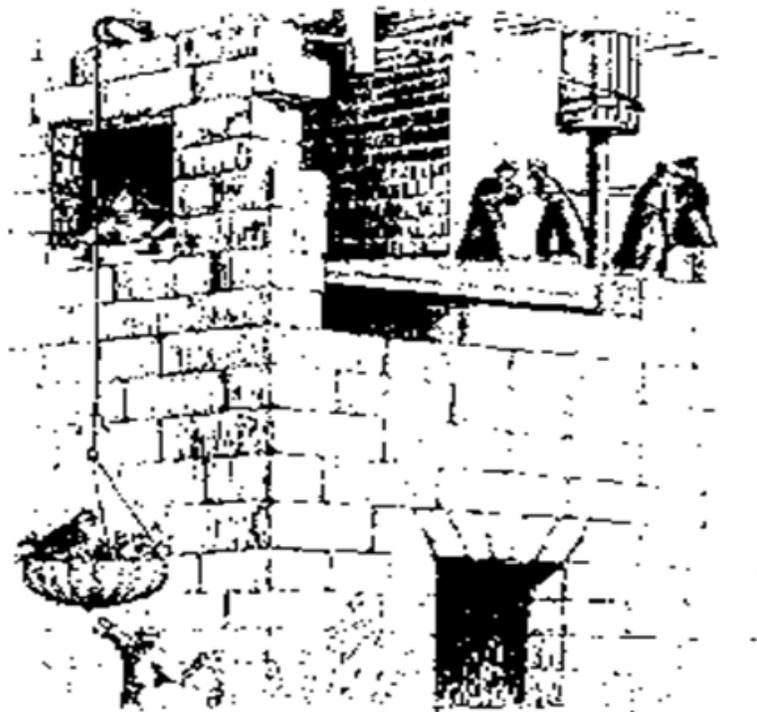
Se tratara de que dicho elevador no esté expuesto a la intemperie tenga los materiales básicos de servicio y funcionamiento seguro, cómodo, económico, ya que por la zona en la que vivimos es muy salitrosa, humedad y afecta el acero, en su interior este mantenimiento será muy esporádicamente respecto a su estructura metálica.

Hay indicios de ascensores rudimentarios en uso que eran operados por animales, fuerza humana o mecanismos de agua 300 años AC.

El ascensor tal como lo conocemos hoy tuvo sus comienzos en los años 1800 y eran propulsados por vapor dentro de cilindros que elevaban la cabina. Para bajar simplemente se abría una válvula y por acción de la gravedad la cabina bajaba.

Recién a comienzos de 1900 aparecen los cables de acero en la tracción de un ascensor, en mecanismos con poleas de desvío y contrapeso.

En 1853, Elisha Graves Otis participa de una exposición en el New York Crystal Palace mostrando un ascensor con "tracción de emergencia" que evitaba la caída de la cabina aun luego de romperse los amarres que la mantenían en posición, marcando un hito en la historia del ascensor. En 1857, el primer ascensor de pasajeros Otis entro en operación en un almacén de la ciudad de Nueva York y diez años más tarde los hijos de Elisha fundan Otis Brothers and Company en Yonkers, Nueva York, para comenzar la producción en masa de ascensores. Varios otros modelos de ascensores aparecen en escena: a tornillo, hidráulicos, etc.



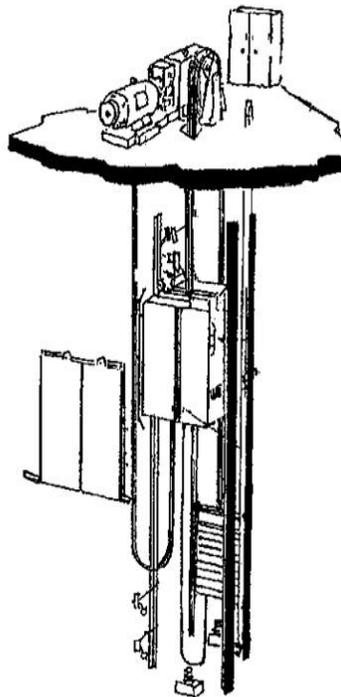
**Figura 1.1- Historia del ascensor**

Fuente: [http://www.silcon.com.ar/un\\_poco\\_de\\_historia.htm](http://www.silcon.com.ar/un_poco_de_historia.htm)

Recién en 1887 se incorpora el motor eléctrico en un ascensor cuando el inventor alemán Werner von Siemens coloca un motor eléctrico en la parte inferior de una cabina de ascensor.

A partir de allí la tecnología de motores y control de ascensores se desarrolla rápidamente. En 1889 hace su aparición el ascensor con motor eléctrico y reductor, haciendo posible el desarrollo de edificios mas altos al poder transportar pasajeros a mas altura.

En 1903 el diseño evoluciona hacia el ascensor sin reductor y motor de corriente continua acompañando la construcción de edificios de mas de 100 pisos de altura. Los controles de los ascensores comienzan a hacerse mas complejos permitiendo hacer los viajes mas confortables al agregar velocidades intermedias de nivelación y la interconexión de varios ascensores en grupo.



**Figura 1.2- Pasadizo**

Fuente: [http://www.silcon.com.ar/un\\_poco\\_de\\_historia.htm](http://www.silcon.com.ar/un_poco_de_historia.htm)

La seguridad aplicada al ascensor continúa evolucionando para hacer mas confiables los viajes en ascensor.

Actualmente un complejo sistema de comandos y contactos gobiernan los ascensores que usamos a diario. Las computadoras han invadido los sistemas de control haciendo cada viaje en ascensor más confortable y seguro. Tener diez ascensores conectados trabajando en grupo se reduce a complejos programas de computadoras en lugar de enormes tableros con millones de relés.

Las redes de ascensores serán accesibles vía Internet, permitiendo a las empresas de mantenimiento realizar rutinariamente controles en los ascensores instalados en cualquier lugar del mundo al igual que hoy navegamos por distintas páginas de Internet. Los cables de acero serán reemplazados por materiales sintéticos de mayor resistencia y durabilidad. Los ascensores con reductor serán historia. Las cabinas podrán reconocer el idioma para aceptar comandos vocales eliminando la necesidad de apretar botones para colocar llamadas....

Lo que sí es seguro es que los ascensores serán siendo parte de los desarrollos arquitectónicos acompañando el crecimiento en altura de los edificios.

## **Planteamiento del problema**

En el pasado y hasta la actualidad las compañías constructoras de viviendas no han considerado a las personas con capacidades diferentes, ya que la comunicación de un nivel y otro, en casos habitación, lo hacen mediante escaleras.

Lo anterior hace que se dificulte el traslado de un nivel a otro para personas mayores o de capacidades diferentes.

Para resolver este problema, se plantea el diseño de un ascensor en el cual las personas con capacidades especiales y adultos mayores puedan trasladarse de un piso a otro de una manera más sencilla.

## **Justificación**

En la actualidad las compañías constructoras de viviendas y sobre todo las de vivienda en serie, no ofrecen un sistema de elevación (ascensor) que pudiera satisfacer las necesidades del usuario con discapacidad o capacidades diferentes, aunado que al ser este un sector de la población del cual los estudios de demográficos (INEGI), la mayoría carecen de los medios suficientes para hacerse de las opciones que hoy se ofrecen en el mercado.

Por lo que se considera que este es un problema que es necesario resolver.

## **Alcances o metas**

La presente investigación tiene como alcance el diseño de elementos mecánicos para el sistema de elevación, diseño de la cabina elevadora, accesos, equipo de tracción y el material necesario para la construcción de ascensor, previa simulación del mismo.

En la simulación se utilizara el software Solid Work, el cual hace un análisis de los elementos sometidos a diferentes esfuerzos.

En el sistema de elevación se utilizará un montacargas de los utilizados para elevar cargas. Ya que son accesibles en precio, seguras y tienen la capacidad de carga para efectuar el trabajo.

Se elaboraran planos y detalles mecánicos de los elementos involucrados en el proyecto llevara a cabo un análisis de costos para la construcción y montaje del ascensor según resultados obtenidos mediante el software.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Diseñar y simular un ascensor con carga máxima de 500 kg para personas con capacidades diferentes y/o adultos mayores para ser instalado en una casa habitación de las llamadas interés social; de dos plantas.

### **Objetivos específicos**

1. Diseñar y simular el ascensor con la ayuda del software Solidworks.
2. Analizar el sistema de tracción y la cabina.
3. Demostrar que el ascensor funciona de manera adecuada en una vivienda de dos niveles.
4. Elaborar planos de las piezas conforman el ascensor.

## **Hipótesis**

Con el diseño y simulación de un ascensor en una vivienda de dos niveles se facilita el traslado de personas con capacidades diferentes, en forma segura.

## **Capitulo 2.- Antecedentes**

## Antecedentes

Hay indicios de ascensores rudimentarios en uso que eran operados por animales, fuerza humana o mecanismos de agua 300 años A.C.

El ascensor tal como lo conocemos hoy tuvo sus comienzos en los años 1800 y eran propulsados por vapor dentro de cilindros que elevaban la cabina. Para bajar simplemente se abría una válvula y por acción de la gravedad la cabina bajaba.

Recién a comienzos de 1900 aparecen los cables de acero en la tracción de un ascensor, en mecanismos con poleas de desvío y contrapeso.

Proceso del ascensor

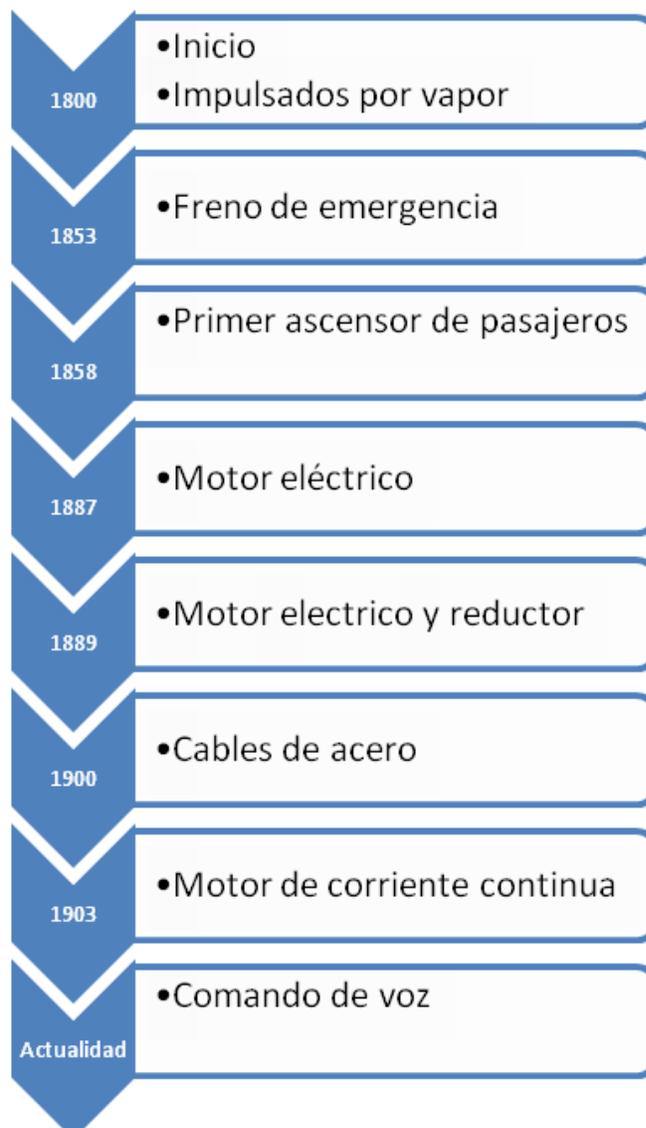


Figura 2.1.- Tiempo de proceso del elevador

## **Capitulo 3.- Metodología de la investigación**

## **Marco teórico**

### **3.1. Ascensor para personas con capacidades diferentes**

Un ascensor para personas con capacidades diferentes es exclusivamente diseñado para transportarlas entre los dos niveles de una construcción. Puede ser utilizado para ascender o descender en un edificio, casa, construcción u oficina.

Hay una extensa gama de aplicaciones, tanto en la casa como en la oficina; en la casa para la transportación de alimentos y utensilios de manera higiénica, rápida y confiable entre un piso a otro. En la oficina, entre los diferentes pisos transportando la papelería, libros y objetos de valor. En la mayoría de edificaciones ya se aplica un acceso obligatorio mediante un ascensor para personas con capacidades diferentes.

En este proyecto el ascensor será utilizado para transportar a las personas con capacidades diferentes y brindar una facilidad en la vida diaria de los mismos.

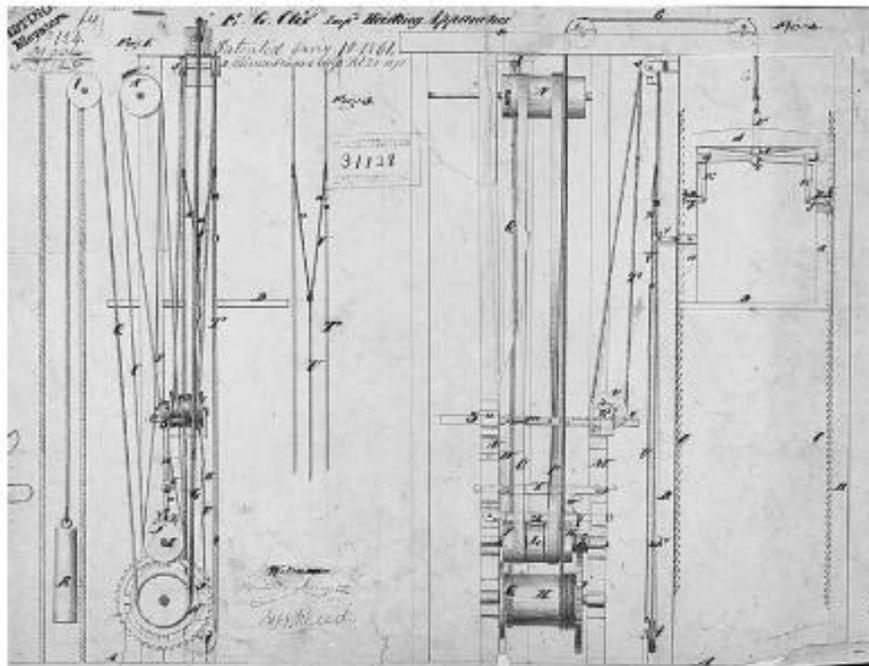
### **3.2. Reseña histórica del ascensor**

Las grúas y ascensores primitivos, accionados con energía humana y animal o con ruedas de agua, estaban en uso ya en el siglo III A.C.

En el siglo XIX, se empezó a desarrollar por primera vez un nuevo concepto de ascensor sin cuarto de máquinas, con notable difusión en el mercado japonés, basado en la tecnología del motor lineal.

El ascensor moderno es en gran parte un producto del siglo XIX. La mayoría de los elevadores de ese siglo eran accionados por una máquina de vapor, ya fuera directamente o a través de algún tipo de tracción hidráulica.

En el predecesor del ascensor de tracción moderno, las cuerdas de elevación pasaban a través de una rueda dirigida por correas, o polea, para hacer contrapeso en las guías. La fuerza descendente que ejercen los dos pesos sostenían la cuerda estirada contra su polea, creando suficiente fricción o tracción entre las dos para que la polea siguiera tirando de la cuerda.



**Figura 3.1.- Elevador Patent Otis 1861**

Fuente:

<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:ElevatorPatentOtis1861.jpg?uselang=es#file>

En 1853 el inventor y fabricante estadounidense Elisha Otis exhibió un ascensor equipado con un dispositivo (llamado seguro) para parar la caída de la cabina si la cuerda de izado se rompía. En ese caso, un resorte haría funcionar dos trinquetes sobre la cabina, forzándolos en engancharse a los soportes de los lados del hueco, así como al soporte de la cabina. Esta invención fue un impulso a la construcción de ascensores.

Los ascensores eléctricos se usan hoy en todo tipo de edificios.

Con velocidades de 10 m/seg. Hasta 600 m/seg.; el ascensor más rápido del mundo ubicado en la Torre Burj Khalifa, situado en el centro financiero de Dubái.

### **3.3.Elementos constitutivos de un ascensor para personas con capacidades diferentes.**

Los componentes más importantes de un ascensor para personas con capacidades diferentes en desplazamiento vertical.



**Figura 3.2.- Componentes del ascensor para personas con capacidades diferentes**

Fuente: Autor

#### **3.3.1. Pozo**

Es un ducto vertical construido en obra civil o estructura metálica en cuyo interior se encuentran los elementos mecánicos de amortiguamiento. El pozo debe tener una sobre medida superior e inferior respecto del recorrido de la misma.

El pozo está destinado solamente al desplazamiento del elevador, sin que pueda ser utilizado para ninguna instalación ajena a la del propio elevador, por ejemplo, conductos eléctricos, tuberías de agua, etc. Las paredes del pozo deberán ser materiales que no originen polvo y tener la suficiente resistencia para soportar las reacciones de las guías ancladas a ellas, así como el desequilibrio de las cargas de la cabina.

### 3.3.2. Cabina

La cabina es el elemento importante del ascensor. El ascensor se diseñara con unas dimensiones de 1.30 mts x 1.30 mts en el caso que se acceda directamente con la silla considerando que se introduce sin hacer girar dentro de la cabina y haya un acompañante. El diseño propuesto es el que se muestra en la figura el cual es un ascensor de media cabina que se puede adaptar a cualquier construcción de interés social.

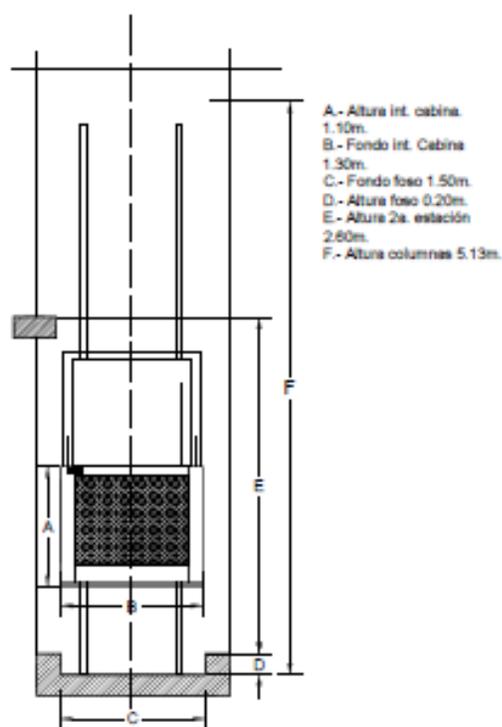


Figura 3.3.- Ascensor

Elementos de que están considerados para el peso de la cabina.

**Tabla 3.1.- El peso de la cabina**

Ítem	Cantidad	Detalle del material y la ubicación	Material	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
1	4	Base de la cabina (tubo de 50x50x3)	ASTM A – 36	L = 1300 mm	19.5936
2	2	Nervios base de la cabina (canal U 50x50x3)	ASTM A – 36	L = 1300 mm	9.7968
3	1	Piso corrugada (plancha diamantada)	ASTM A – 36	1300 x 1300 (mm)	41.12615
4	4	Postes de paredes laterales (tubo cuadrado de 40x40x2)	ASTM A – 36	L = 900 mm	6.7824
5	6	Travesaños infer. Y super. (tubo cuadrado de 40x40x2)	ASTM A – 36	L = 1300 mm	14.6952
6	2	Puertas (tubo cuadrado de 40x40x2)	ASTM A – 36	650 x 900	11.6808
7	3	Paredes de tool laterales y posterior	ASTM A – 36	1300 x 900	27.5535
8	2	Paredes de tool para puertas	ASTM A – 36	900 x 650	9.1845
9	1	Accesorios varios	ASTM A – 36		3
<b>TOTAL</b>					<b>143.3981</b>

### 3.3.2.1. Consideraciones de la cabina

La norma oficial mexicana NOM – 053 – SCFI – 2000 Elevadores eléctricos de tracción para pasajeros y carga. Especificaciones de seguridad y métodos de prueba para equipos nuevos. Señala que la cabina deberá estar diseñada y fabricada en forma de su espacio y resistencia correspondiente.

### 3.3.2.2. Sistema de amortiguación

Los elevadores deben estar provistos de amortiguadores, para detener la cabina o el contrapeso en caso necesario. Se sitúan generalmente en el foso al final del recorrido de la cabina o del contrapeso, aunque también pueden montarse en la parte inferior del bastidor de éstos. En este caso, usaremos un resorte debidamente montado en el foso de tipo automotriz, ya que las características estas cumplen las normas oficiales para el uso requerido.

La NORMA OFICIAL MEXICANA, distingue dos clases de amortiguadores:

- a) Amortiguadores de acumulación de energía. No pueden emplearse más que para ascensores de velocidad nominal no superior a 0.135 m/s.
- b) Amortiguadores de disipación de energía. La velocidad nominal del ascensor es 0.0674 m/s.

**Tabla 3.2.- Amortiguador(es) de acumulación de energía**

<b>Velocidad nominal</b>	<b>Carrera en mm</b>
0.25	65
0.50	65
0.75	65
1.00	77
1.20	128

En este proyecto se empleara un resorte como sistema de amortiguación.



**Figura 3.4.- Resorte**

### **3.3.3. Guías**

Las guías conducen la cabina en su trayectoria y le sirven de apoyo en caso de rotura de los cables, por lo que deben tener una resistencia de acuerdo al peso total de la cabina mas carga neta y estar perfectamente aplomadas.

#### **3.3.3.1. Guías de la cabina**

El desplazamiento de la cabina se asegura por medio de guías rígidas, preferiblemente en forma de perfil angular y perfectamente calibrado y alineado, las guías de los ascensores deben tener la suficiente resistencia mecánica para soportar sin romper ni sufrir deformaciones permanentes a dos clases de esfuerzos:

- El empuje horizontal debido a posibles excentricidades de la carga.
- El esfuerzo del freno que puede transmitir la cabina a las guías al ser detenidas brusca o progresivamente.

### 3.3.3.2. Tipos de perfiles de las guías

- Perfiles angular: son los más empleados tanto para las guías de cabina como contrapeso, puesto que estos perfiles disponen de una buena resistencia a la flexión, aparte de mayor superficie de contacto (las dos caras de cada guía). Su inconveniente es el precio, ya que al estar perfectamente calibradas y enderezadas, los costos de fabricación son un tanto más altos.
- Perfiles V: son menos poco utilizados en la actualidad a pesar de tener un buen comportamiento mecánico, ya que al disponer de caras inclinadas, no resultan estables.
- Perfiles de sección circular: el uso no es recomendable, puesto que el agarre de las guías tiene muy poca superficie de contacto. No obstante, el costeo de estos perfiles es bajo y la instalación es más sencilla.



Figura 3.5.- Perfil angular y Perfil V  
Fuente: Autor

### 3.3.4. Sistema de frenos

#### 3.3.4.1. Funcionamiento del cinturón de seguridad

Los cinturones de seguridad se fabrican de diferentes materiales que son:

- Plástico.
- Fibra de carbón.
- Combinación de ambos.

El cinturón de seguridad utilizado es de una combinación de plástico y fibra de carbono.



**Figura 3.6.- Prueba de tensión**  
Inicial



**Figura 3.7.- Prueba de tensión**  
Inicial de 0 a 100

El elevador contará con un sistema de seguridad contra caídas accidentales en caso de que fallara el elevador eléctrico, poco probable, es decir, que se presente una ruptura del cable del elevador vertical, para esto se utilizara un cinturón de seguridad automotriz de la marca Nissan de una longitud de 3500 mm, se muestra en la fotografía.



**Figura 3.8.- Cinturón de seguridad (Nissan)**

Al cual se le hicieron pruebas en la maquina universal del laboratorio de ingeniería mecánica en donde se sometió a atracción soportando una carga de 1080 kg. La carga mencionada esta dentro de los parámetros de carga, las vivas y las muertas, que se manejaron en el elevador.



**Figura 3.9.- Prueba de tensión**  
Final



**Figura 3.10.- Prueba de tensión**  
0 a 1080 kg

Para mantener la cabina en su carrera normal. Se utilizara un limit switch, al final de esta, montándolo en el pozo para evitar accidentes. Además para amortiguar la caída se utilizara un resorte helicoidal en el fondo del pozo.

Un cinturón de seguridad tradicional se compone de una cinta que recorre tu abdomen desde el hombro a la pelvis donde va fuertemente fijada a la estructura del auto. Cuando el cinturón está puesto correctamente, la fuerza de parada se aplica mayoritariamente al torso, pero al extenderse por una parte amplia del cuerpo, la potencia no se concentra en una sola área, reduciendo los daños.

El material con el que están hechos los cinturones es flexible, por lo que en caso de parada súbita, se estira mitigando la violencia de la parada. Tienen la habilidad de extenderse y retraerse. Si te inclinas hacia delante despacio, el cinturón permitirá este movimiento, pero en caso de colisión, se quedará fijado y te mantendrá en el sitio.

En un sistema sencillo, la cinta del cinturón está conectada a un mecanismo retractor. El elemento central de este es la bobina, la cual está enganchada con una de las puntas de la cinta. Dentro del retractor, un resorte aplica una fuerza de rotación a la bobina por medio de un muelle. Esto sirve para rebobinar la correa que quede suelta y mantenerla ajustada.

Cuando tiras de la correa hacia fuera, la bobina gira y pone el resorte en la misma dirección. La bobina giratoria desenrolla el muelle interno que hace la fuerza de sujeción. El resorte quiere volver a su posición original por lo que notamos que se resiste al destensar la correa. Si soltamos el cinturón, volverá a su posición original.

#### **3.3.4.2. Tracción de emergencia**

En el extremo libre del motor se puede acoplar un volante con manivela para accionar manualmente el motor, separando previamente las zapatas de freno manualmente por medio de la palanca adecuada.

Así, en caso de avería o corte de suministro eléctrico, puede ponerse el suelo de la cabina al nivel del piso más próximo para facilitar el manejo del usuario. Como norma de seguridad, antes de realizar un accionamiento de emergencia debe desconectarse el interruptor principal para aislar el motor de la red.

### **3.3.5. Grupo de tracción**

#### **3.3.5.1. Motor**

La construcción y características de los grupos tractores y sobre todo de los motores, con que van equipados, varía según sea la velocidad nominal del elevador y el servicio que deben prestar.

Se puede establecer la siguiente clasificación:

- a) Motores de corriente alterna
  - 1. Asíncronos
    - a. Motores de 1 velocidad.
    - b. Motores de 2 velocidades.
    - c. Motores con convertidor de frecuencia.
  - 2. Síncronos
    - a. Motores gearless (sin reductor).
- b) Motores de corriente continua han sido reemplazados en las nuevas instalaciones por de corriente alterna.

#### **3.3.5.2. Motores de una velocidad**

Los grupos tractores con motores de una velocidad solo se utilizan para ascensores de velocidad hasta 0.63 m/s. la curva par/velocidad de un motor estas características apenas deja margen de variación para la velocidad.

El nivel de confort es bajo, por lo que suelen usarse en ascensores industriales de gran carga pero de velocidad reducida (0.2 – 0.3 m/s) y en ascensores de viviendas de 4 personas, de tipo económico en las que el constructor ha buscado la solución más sencilla y de menor costo de fabricación.

Los más empleados son los siguientes:

- a) Con el eje de la polea de adherencia en voladizo. En este caso el grupo tractor debe estar provisto de un dispositivo que impida la salida de los cables.
- b) Con el rotor del motor montado en el mismo eje del sinfín y el motor acoplado al cárter del reductor por medio de bridas.
- c) Con motor de eje vertical.
- d) Con motor especial montado en posición vertical u horizontal y cuyo estator esta en el centro del motor y el rotor lo rodea exteriormente. El rotor está montado sobre el eje del sinfín y unido a el por una chaveta. El cilindro que rodea y protege el rotor, sustituye el tambor de freno sobre el que actúan las zapatas.

El presente proyecto no utilizara un reductor, ni gearless.

El perfil de los canales de las poleas de arrastre tiene una influencia en la duración de los cables. Si la garganta de la polea es demasiado estrecha, el cable quedara enclavado en ella, y si es demasiado ancha, no encuentra el apoyo necesario y el cable se aplasta. En cualquier de los dos casos anteriores se produce un desgaste anormal y prematuro del cable.

### **3.4. Análisis estructural**

Las estructuras están sujetas frecuentemente a fuerzas y condiciones de trabajo que no pueden ser previstas con precisión por lo cual siempre es necesario diseñar con un factor de seguridad. Al diseñar cualquier tipo de elemento estructural o mecánico es necesario identificar los esfuerzos a los que está sometido y de acuerdo a estos seleccionar los elementos mecánicos y estructurales que conformarán el ascensor para personas con capacidades diferentes.

Las fuerzas y momentos en los miembros de las estructuras estáticamente determinadas sujetas a cargas estáticas se calculan empleando las condiciones de equilibrio, así como el resultado de estas da las reacciones. En estructuras estáticamente indeterminadas es necesario hacer algunas estimaciones de las dimensiones de los miembros para poder determinar los esfuerzos. Cuando ya se conoce el tipo de estructura, las cargas involucradas, así como las fuerzas y reacciones se procede a diseñar cada miembro, teniendo en cuenta:

- Rigidez y resistencia adecuada
- Facilidad de conexión
- Economía

Para descartar cualquier tipo de inconvenientes o dudas en el diseño se requiere de una verificación de la estructura final así como las cargas reales que se aplican, obtenidas en el diseño.

#### **3.4.1. Las vigas**

Son elementos esbeltos que trabajan generalmente bajo cargas de flexión dispuestos de manera horizontal recta.

#### **3.4.2. Columnas**

Son los miembros que trabajan a compresión, verticales rectos cuya longitud es mayor que su ancho.

#### **3.4.3. Cargas**

Un aspecto importante al iniciar el análisis de una estructura es la estimación precisa de las cargas que recibirá una estructura durante su vida útil.

Entre las más usadas tenemos las cargas muertas y las cargas vivas.

### 3.4.3.1. Cargas muertas

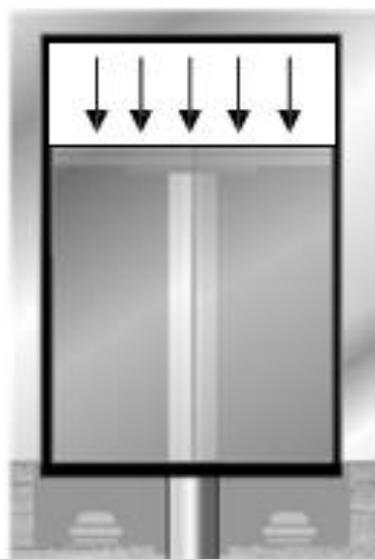
Son las cargas que actúan durante toda la vida de la estructura. Incluyen todos los elementos de la estructura como vigas, pisos, techos, columnas, cubiertas y los elementos arquitectónicos como ventanas, acabados, divisiones permanentes.

También se denominan cargas permanentes.

La principal carga muerta es el peso propio de la estructura. Sus valores se obtienen considerando el peso específico del material de la estructura y el volumen de la estructura.

Aunque es el tipo de carga más fácil de evaluar, su monto depende de las dimensiones de los miembros de la estructura las cuales no se conocen al inicio del proceso.

Es necesario recurrir entonces a estimaciones del valor inicial más o menos aproximadas. En los casos comunes esta estimación inicial será suficiente; pero en casos no rutinarios, será necesario evaluar de nuevo el peso de la estructura y revisar el diseño.



**Figura 3.11.- Cargas muertas**

Fuente: Autor

### 3.4.3.2. Cargas vivas

Son causadas por el uso u ocupación de la estructura, incluyen personas, objetos móviles o divisiones que puedan cambiar de sitio. Generalmente actúan durante períodos cortos de la vida de la estructura. También se denominan cargas de “ocupación”. En kN en el Sistema Internacional o en lbf en el Sistema Ingles. Usualmente se consideran que ocupan toda el área del piso como cargas uniformes, aunque en algunos casos están concentradas en un área específica.



**Figura 3.12.- Cargas vivas**

Fuente: Autor

Otras de las cargas vivas que intervienen son aquellas causadas por el viento, lluvia, sismo, voladuras, suelos y cambios de temperatura.

### 3.4.4. Esfuerzos

Se producen como resultado de aplicar cargas que actúan sobre un área o estructura y pueden ser de tracción, compresión, flexión, cortante, torsión y combinados.

### 3.4.4.1. Esfuerzos de tracción

Se denomina tracción al esfuerzo al que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo como se observa.

Se considera que las tensiones que tienen cualquier sección perpendicular a dichas fuerzas: son normales a esa sección y de sentidos opuestos a las fuerzas que intentan alargar el cuerpo.



Figura 3.13.- Esfuerzos de tracción  
Fuente: Autor

### 3.4.4.2. Esfuerzos de compresión

Una barra está sometida a compresión como se observa en la figura cuando se aplican dos fuerzas que actúan en el eje centroidal y en sentido opuesto, lo que produce una contracción en el elemento.

Puede ser calculado con  $\sigma_c = \frac{F}{A}$  **Ecuación 1**

$\sigma_c$  = Esfuerzo de compresión

F = Fuerza

A = Área

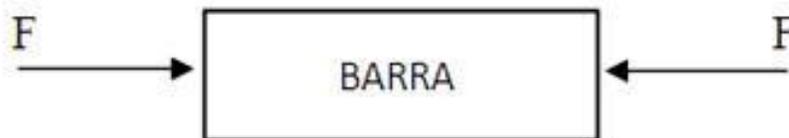


Figura 3.14.- Esfuerzo de compresión  
Fuente: Autor

### 3.4.4.3. Esfuerzos de flexión

Este esfuerzo se origina en una barra o elemento que está sometida a la acción de una carga perpendicular P, a su eje como se observa en la figura. Esta acción es la causante de la deformación de la barra y la ecuación que describe esta reacción es conocida como “Ecuación elástica”.

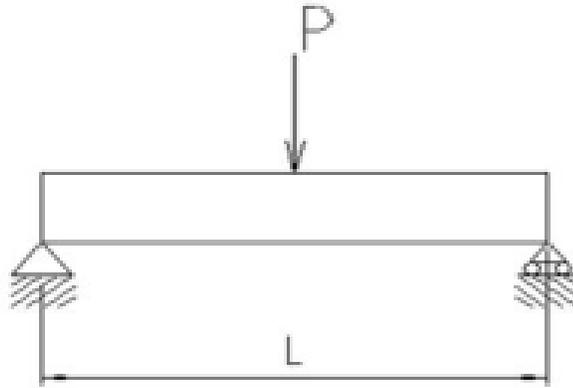


Figura 3.15.- Flexión simple en una viga

En el estudio de vigas se debe tener presente el esfuerzo real al que trabaja la viga, este parámetro está dado por las siguientes ecuaciones:

Modulo de la sección  $z = \frac{1}{c}$  **Ecuación 2**

Esfuerzo de flexión  $\sigma_b = M \frac{c}{I}$  **Ecuación 3**

Reemplazando  $\sigma_b = \frac{M}{Z} \leq [\sigma_b]$  **Ecuación 4**

C = Distancia máxima al eje centroidal.

M = Momento de flexionante positivo.

$\sigma_b$  = Esfuerzo permisible.

#### 3.4.4.4. Esfuerzos combinados

Los elementos estructurales deben resistir esfuerzos por flexión y carga axial, si el elemento presenta compresión y flexión al mismo tiempo deben cumplir con la condición de rigidez y de esbeltez para que no falle.

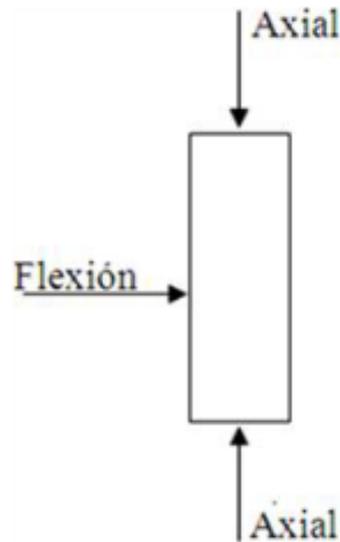


Figura 3.16.- Esfuerzos combinados

Fuente: Autor

Y  $C_m$  el factor de reducción o modificación de esfuerzos, el cual es menor a uno y se obtiene mediante la fórmula:

$$C_m = 1 - 0.6 \frac{\sigma_a}{\sigma_e'}$$

**Ecuación 5**

#### 3.4.5. Deflexión

Todos los cuerpos reales se deforman bajo la aplicación de una carga, elástica o plásticamente.

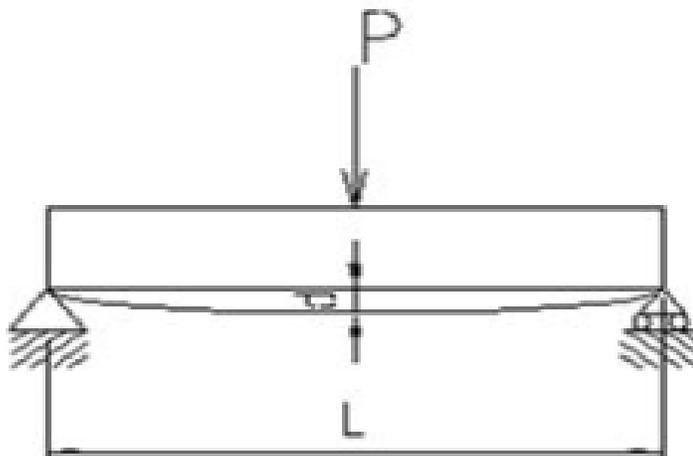
Un cable metálico es flexible, pero sometido a tensión puede estar rígido.

Las deflexiones de las vigas de acero se limitan generalmente a valores máximos.

Algunas de las razones para limitar las deflexiones son:

- Las deflexiones excesivas pueden dañar los materiales unidos o soportados por las vigas consideradas.
- La apariencia de las estructuras se ve afectada por deflexiones excesivas.
- Las deflexiones excesivas no inspiran confianza en las personas que utilizan una estructura, aunque existe una completa seguridad desde el punto de vista de la resistencia.
- Puede ser necesario que diferentes vigas que soportan la misma carga, tenga las mismas deflexiones.

En la ASD (Allowable Stress Design / diseño por esfuerzos permisibles) no especifica exactamente deflexiones máximas permisibles, ya que no es aceptable un solo grupo de deflexiones máximas para todos los casos existentes.



**Figura 3.17.- Deflexión de una viga simplemente apoyada con carga central**  
Fuente: Autor

Para su cálculo en una viga simplemente apoyada se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Deflexión} = (PL^3)/48EI$$

Donde P = Carga,

L = Claro,

I = Momento de inercia,

E = Módulo de Young,

### **3.4.6. Miembros estructurales y conexiones**

Los miembros pueden transmitir cuatro tipos de cargas y por ello se les clasifica en:

- Tensores.- transmiten cargas de tensión.
- Columnas.- transmiten cargas de compresión.
- Trabes o vigas.- transmiten cargas de flexión.
- Ejes o flechas.- transmiten cargas de torsión.

En la práctica un miembro no está sometido a cargas de un solo tipo, por ejemplo, un miembro sometido a tensión también tiene una pequeña flexión debido a su propio peso.

Para todos estos miembros estructurales existen tres tipos de conexiones:

- Apernadas
- Con pasadores
- Soldadas.

En el presente proyecto se utilizarán todos los miembros estructurales detallados, ya que están inmersos tanto en el diseño de la cabina como en el sistema de tracción, mismos que serán unidos por medio de conexiones apernadas y soldaduras para bajar costos de construcción e instalación del ascensor.

### 3.4.6.1. Tensores, varillas

Cuando se usan varillas y barras como miembros a tensión, pueden soldarse simplemente en sus extremos, o bien, mantenerse en posición por medio de roscas con tuercas.

El esfuerzo de diseño nominal a tensión para varillas roscadas es igual a  $0.33 S_u$  según las especificaciones ASD (Allowable Stress Design / diseño por esfuerzos permisibles), el esfuerzo se aplica al área total  $A_D$  de la varilla calculada con el diámetro exterior de la rosca. El área requerida para una carga particular a tensión es:

$$A_D = \frac{T}{0.33S_u} \quad \text{Ecuación 6}$$

En donde:  $T$  = Tensión o fuerza total

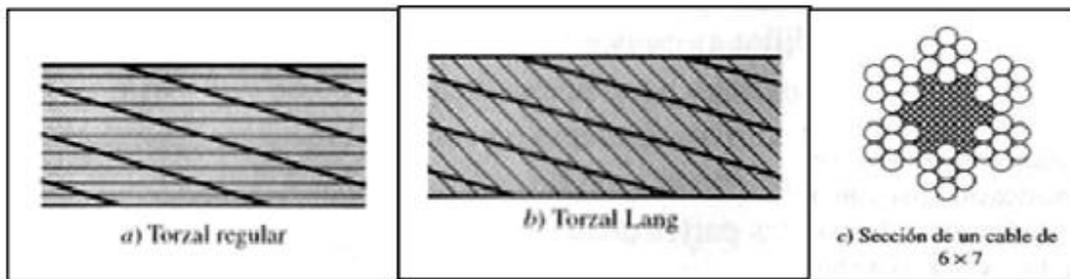
$A_D$  = Resistencia a la tensión

### 3.4.6.2. Cables metálicos

Se fabrican de dos tipos de arrollamiento:

- De Torzal Regular, es el estándar aceptado, tiene el alambre enrollado en una dirección para construir los toroides y los toroides torcidos en la dirección opuesta, a fin de formar el cable, estos cables visibles están colocados casi paralelos al eje del cable.
- De Torzal Lang, tiene los alambres en el toroide y los toroides en el cable torcido en la misma dirección los alambres exteriores están en diagonal a través del eje del cable.

Estos cables son más resistentes al desgaste abrasivo y a la falla por fatiga.



**Figura 3.18.- Cable metálico torzales y sección**  
Fuente: Autor

Los cables de acero se designan como cables de arrastre ejemplo;

$1\frac{1}{8}$  pulg de 6x7. Entonces  $1\frac{1}{8}$  pulg = diámetro del cable 6x7 = 6 el

número de toroides y 7 el número de alambres en cada toroide.

Cuando un cable metálico pasa alrededor de una polea, se produce reajuste de los elementos. Cada uno de los alambres y toroides debe deslizarse sobre otros y puede ocurrir alguna flexión o concentración de esfuerzos. El esfuerzo es uno de los alambres de un cable puede calcularse como:

$$\sigma = E_r \frac{d_w}{D} \quad \text{Ecuación 7}$$

Donde  $E_r$  = Modulo de elasticidad del cable

$d_w$  = Diámetro del alambre

$D$  = Diámetro de la polea

En su aplicación se consideran factores como la carga de fatiga, la fricción, el calor, la resistencia a la corrosión, problemas cinemáticas, propiedades de los materiales, lubricación, tolerancias de maquinado, ensamble, uso y costo.

### 3.4.7. Resortes

Se pueden clasificar en resortes de alambre, resortes planos o resortes con formas especiales.

Los resortes de alambre incluyen resortes helicoidales de alambre redondo o cuadrado, hechos para resistir cargas de tensión, de compresión y torsión. Estos dispositivos permiten la aplicación controlada de una fuerza o de un par de torsión, el almacenamiento y la liberación de energía representan otro posible propósito.

La flexibilidad permite la distorsión temporal para el acceso y la restauración inmediata de la función.

### 3.4.7.1. Resortes de compresión

Son sometidos a esfuerzos de compresión y pueden ser cilíndricos, cónicos, de paso fijo o cambiante.

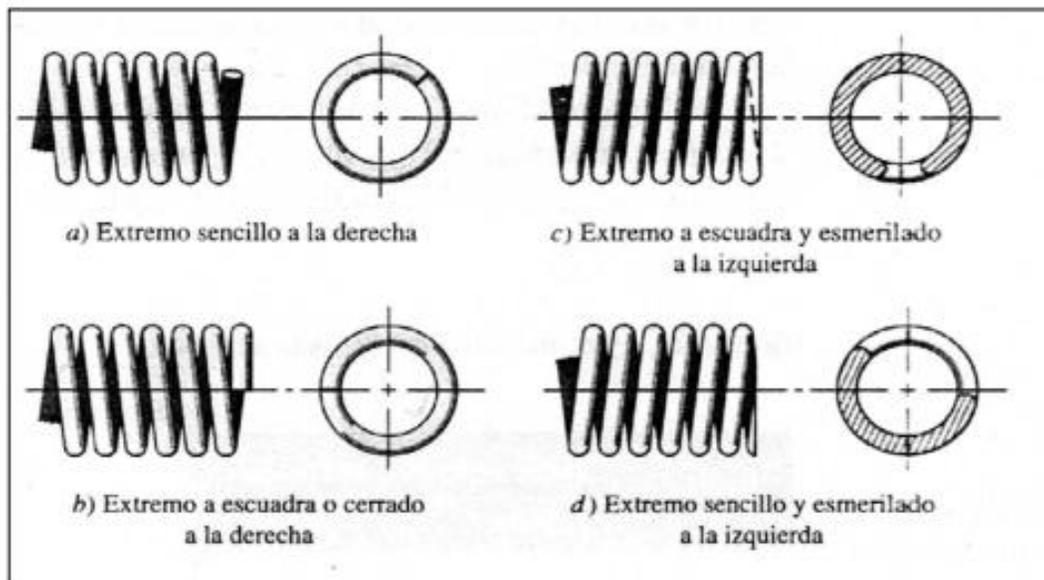


Figura 3.19.- Tipos de resortes de compresión

Fuente: Autor

**Tabla 3.3.- Ecuaciones para el cálculo de resortes a compresión**

$L_s = (N_t + 1)xd$	Longitud solida del resorte	<b>Ecuación 8</b>
$L = (Y + L_s)$	Longitud total del resorte	<b>Ecuación 9</b>
$k = \frac{Gxd^4}{8xD^3xN}$	Modulo o razón del resorte	<b>Ecuación 10</b>
$Y = \frac{(F)}{(K)}$	Deflexión del resorte	<b>Ecuación 11</b>
$D = (D_e - d_{alambre})$	Relación de diámetros	<b>Ecuación 12</b>
$p = \frac{(L_0 - d)}{N_a}$	Paso	<b>Ecuación 13</b>

En donde  $N_t$  =Número de espirales totales

$G$  = Modulo de elasticidad en torsión

$d$  = Diámetro del alambre

$D$  = Diámetro el resorte

### 3.4.7.2. Coeficiente K del resorte en caída libre del ascensor

Desde una altura h, la velocidad que adquiere el ascensor es  $V = \sqrt{2gh}$ . Aplicando lo mismo se puede calcular lo que se ha comprimir el resorte para tener esa aceleración (La velocidad pasa de V a 0. Ahora V pasa a ser  $V_0$ ):

$$V^2 - V_0^2 = 2ax \quad \text{Ecuación 14}$$

$$x = \frac{0 - V_0^2}{2a} = \frac{2gh}{2a} = \frac{gh}{a} \quad \text{Ecuación 15}$$

Cuando el ascensor está a punto de empezar a comprimir tiene energía cinética  $\left(\frac{1}{2}mV^2\right)$  y potencial gravitatoria respecto al punto

en el que queda comprimido ( $mgx$ ). Toda esta energía la adquiere el resorte en forma de potencial elástica  $\left(\frac{1}{2}Kx^2\right)$ .

$$\left(\frac{1}{2}mV^2\right) + (mgx) = \frac{1}{2}Kx^2$$

$$(mV^2) + (2mgx) = Kx^2$$

$$K = \frac{mV^2 + 2mgx}{x^2} = \frac{2mg(h + x)}{x^2}$$

$$V^2 = 2gh$$

**Ecuación 16**

En todas las aplicaciones, la distancia mínima entre anclajes y las distancias mínimas a los bordes recomendadas por el fabricante deben ser respetadas para evitar las grietas en el material base durante la colocación y para garantizar la capacidad de carga admisible.

**Tabla 3.4.- Datos para el anclajes mecánicos incorporados a hormigón endurecido.**

Parámetro	Símbolo	Unidades	Diámetro			
			$\frac{3}{8}$ in	$\frac{1}{2}$ in	$\frac{5}{8}$ in	$\frac{3}{4}$ in
Profundidad efectiva de empotramiento	$n_{ef}$	In	4	5	7 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{7}{8}$
Diámetro exterior	$d_0$	in	0.748	0.827	1.142	1.420
Área afectiva de la sección transversal del anclaje – tracción	$A_{se}$	in <sup>2</sup>	0.090	0.131	0.243	0.380
Capacidad de corte de acero – valor promedio	$V_s$	lb	21.640	29.140	49.700	70.400
Tensión de fluencia mínima específica del anclaje	$f_y$	lb/in <sup>2</sup>	92.800	92.800	92.800	92.800
Resistencia a la tracción específica del anclaje	$F_{ut}$	lb/in <sup>2</sup>	116.000	116.000	116.000	116.000
Área de la sección transversal de la camisa del anclaje	$A_{si}$	in <sup>2</sup>	0.304	0.346	0.690	1.047
Resistencia a la tracción de la camisa del anclaje	$f_{utsi}$	lb/in <sup>2</sup>	123.300	123.300	101.500	79.800
Separación mínima	$S_{min}$	in	4	5	7.5	9 $\frac{1}{8}$
Torque de instalación	$T_{min}$	ft - lb	37	59	88	221
Distancia crítica a un borde – tracción	$C_{CT}$	in	6	7.5	11 $\frac{1}{4}$	14 $\frac{3}{4}$
Distancia mínima a un borde – tracción	$C_{min}$	in	3.2	4	6	7 $\frac{7}{8}$
Espesor mínimo del elemento en el cual se incorpora un anclaje	$h_{min}$	in	5 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{5}{8}$	9 $\frac{7}{8}$	15
Categoría del anclaje			1	1	1	1
Factor de efectividad	$k$		24	24	24	24
Resistencia al arrancamiento – obtenida de ensayos – valor característico calculado	$N_p$	lb	9100	12.730	23.390	35.530
Resistencia sísmica obtenida de ensayos – tracción	$N_{eq}$	lb	5280	7977	14.310	22.872
Resistencia sísmica obtenida de ensayos – corte	$V_{eq}$	lb	10.820	14.570	24.850	35.200

En el proyecto se utilizara pernos de anclaje de  $\frac{3}{4}$  de pulgada, mismos que deben tener una distancia mínima de 9  $\frac{7}{8}$  de pulgada.

### 3.4.8. Fijación de la cabina

El montaje de estructuras de acero por medio de soldadura es un proceso que además de ser rápido, requiere mano de obra menos especializada que cuando se trabaja con remaches o pernos.

Los agujeros estándar para tornillos y remaches pueden ser:

- Holgados:** pueden usarse en todas las placas de una conexión y muy útiles para acelerar el proceso de montaje. No debe de usarse en justas de aplastamiento ni cuando la carga excede a la resistencia permisible al deslizamiento.
- Agujeros de ranura corta:** puede usarse independientemente de la carga aplicada, si la resistencia permisible por deslizamiento es mayor que la fuerza aplicada.
- Agujeros de ranura larga:** puede usarse en cualquier superficie de contacto pero solo en una parte conectada tipo fricción o tipo aplastamiento.

Tabla 3.5.- Dimensiones nominales de los agujeros

Diámetro del tornillo	Estándar (Diámetro)	Agrandados (Diámetro)	De ranura corta (ancho x longitud)	De ranura larga (ancho x longitud)
$\frac{1}{2}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{9}{16} \times \frac{11}{16}$	$\frac{9}{16} \times \frac{11}{16}$
$\frac{5}{8}$	$\frac{11}{16}$	$\frac{13}{16}$	$\frac{11}{16} \times \frac{7}{8}$	$\frac{11}{16} \times 1 \frac{9}{16}$
$\frac{3}{4}$	$\frac{13}{16}$	$\frac{15}{16}$	$\frac{11}{16} \times 1$	$\frac{13}{16} \times 1 \frac{7}{16}$
$\frac{7}{8}$	$\frac{15}{16}$	$1 \frac{1}{16}$	$\frac{15}{16} \times \frac{1}{8}$	$\frac{15}{16} \times 2 \frac{3}{16}$
1	$1 \frac{1}{16}$	$1 \frac{1}{4}$	$1 \frac{1}{16} \times 1 \frac{5}{16}$	$1 \frac{1}{16} \times 2 \frac{1}{2}$
$\geq 1 \frac{1}{8}$	$d + \frac{1}{2}$	$d + \frac{1}{2}$	$\left(d + \frac{1}{16}\right) \times \left(d + \frac{3}{8}\right)$	$\left(d + \frac{1}{16}\right) \times (2.5xd)$

### **3.4.9. Uniones por soldadura**

#### **3.4.9.1. Soldadura de filete**

Este tipo de soldaduras son más resistentes a la tensión y a la compresión que al corte, de manera que la soldadura debe diseñarse para corte.

Para la soldadura de filete de  $45^\circ$  las dimensiones de los lados son iguales y dichas soldaduras se conocen por la dimensión de sus lados (como una soldadura de filete de  $\frac{1}{4}$  pulg) y el grueso de la garganta es 0.707 veces el tamaño de la soldadura.

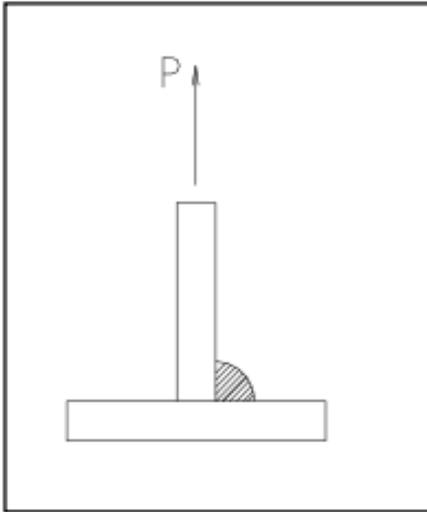
La soldadura filete de preferencia debe ser superficie plana o ligeramente convexa, para valores diferentes de lados desiguales.

#### **3.4.9.2. Resistencia permisible de las unidades soldadas**

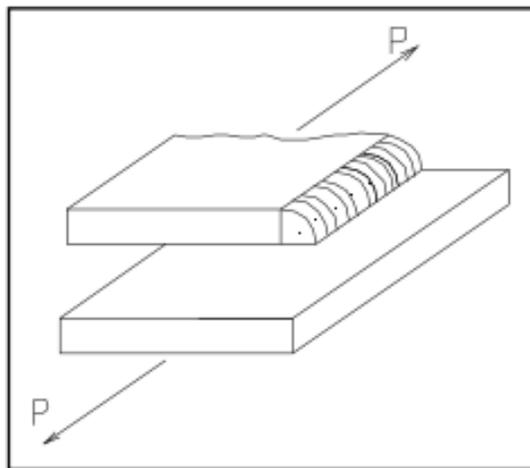
El esfuerzo en una soldadura se considera igual a la carga  $P$  dividida entre el área de la garganta efectiva de la soldadura.

Este método para determinar la resistencia de soldadura de filete, se usa sin tomar en cuenta la dirección de la carga.

Los filetes transversales son un tercio más resistentes que los filetes longitudinales, una de las razones es que el esfuerzo está más uniformemente repartido en su longitud total, en tanto que en los filetes longitudinales se reparte en forma dispareja debido a deformaciones variables en la soldadura, otra razón es que las pruebas muestran que la rotura ocurre en un ángulo diferente de  $45^\circ$ , dando un área de garganta efectiva mayor.



**Figura 3.20.- Soldadura transversal de filete**  
Fuente: Autor



**Figura 3.21.- Soldadura longitudinal de filete**  
Fuente: Autor

En el proyecto se aplicara la soldadura de filete tanto transversal como longitudinal para los elementos que conforman la cabina y la estructura misma del ascensor.

**Tabla 3.6.- Esfuerzos permisibles en soldadura**

Tipo de soldadura y esfuerzo	Esfuerzo permisible	Resistencia requerida de la soldadura
Soldadura de filete		
Cortante en el área efectiva	30 % de la resistencia nominal a tensión del metal de soldadura (klb/plg <sup>2</sup> )	Puede usarse metal de soldadura con resistencia igual o menor que la del metal de la soldadura compatible
Tensión o compresión paralela al eje de la soldadura	Igual a la del metal base	

### 3.4.9.3. Diseño de soldaduras de filete

Las soldaduras de filete no deben diseñarse usando un esfuerzo permisible mayor que el permitido en los miembros adyacentes que van a conectarse.

Para el cálculo del espesor de la garganta efectiva se utiliza la siguiente fórmula:

$$t_e = 0.707 (h) \quad \text{Ecuación 17}$$

Donde 0.707 = Coeficiente de soldadura

h = Grueso de garganta (soldadura de filete de 45°)

El esfuerzo cortante admisible en la soldadura por pulgada es:

$$F_v = t_e 0.30 (70) \frac{lb}{pulg^2} \quad \text{Ecuación 18}$$

Donde 0.30 = Es el esfuerzo permisible de la soldadura de filete, equivalente al 30 % de la resistencia nominal al tensión del metal base en el área efectiva.

70 = Es la resistencia ultima a la tensión de un electrodo E70XX en Klb/pulg<sup>2</sup>

Así el esfuerzo cortante permisible en el área efectiva de las soldaduras de filete es 0.30 veces la resistencia a tensión del electrodo pero no debe de exceder el esfuerzo permisible del material base (0.60 Fy en tensión).

### 3.5. Sistema de elevación

#### 3.5.1. Polipasto eléctrico

Se emplea en la elevación o movimiento de cargas siempre que queramos realizar un esfuerzo menor que el que tendríamos que hacer levantando a pulso el objeto.

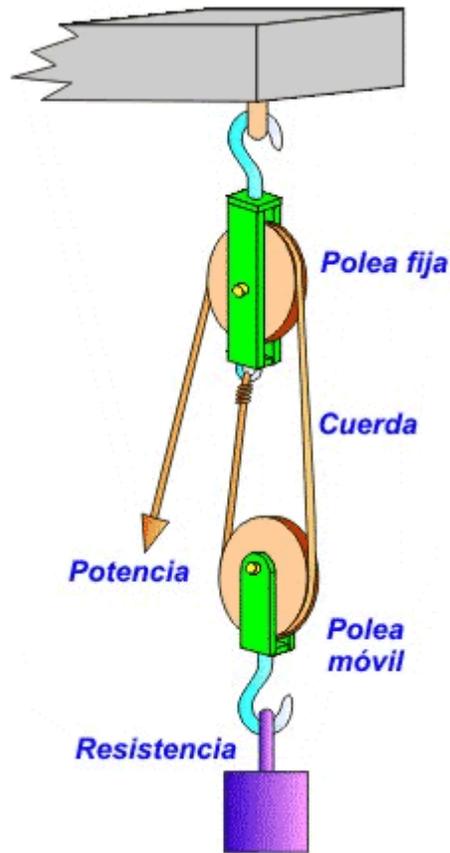


Figura 3.22.- Polipasto

Es una combinación de poleas fijas y móviles recorridas por una sola cuerda que tiene uno de sus extremos anclado a un punto fijo.

Los elementos técnicos del sistema son los siguientes:

- La polea fija tiene por misión modificar la dirección de la fuerza (potencia) que ejercemos sobre la cuerda. El hecho de ejercer la potencia en sentido descendente facilita la elevación de cargas, pues podemos ayudarnos de nuestro propio peso.

- La polea móvil tiene por misión proporcionar ganancia mecánica al sistema. Por regla general, cada polea móvil nos proporciona una ganancia igual a 2.

La **cuerda** (cable) transmite las fuerzas entre los diferentes elementos. Su resistencia a la tracción ha de estar en función del valor de la *resistencia* y de la ganancia mecánica del sistema, que a su vez depende del número de poleas móviles y de su combinación con las fijas.

En este mecanismo la ganancia mecánica y el desplazamiento de la carga van en función inversa: cuanto mayor sea la ganancia conseguida menor será el desplazamiento.

La ganancia de cada sistema depende de la combinación realizada con las poleas fijas y móviles, por ejemplo, podremos obtener ganancias 2, 3 ó 4 según empleemos una polea fija y una móvil, dos fijas y una móvil o una fija y dos móviles respectivamente.

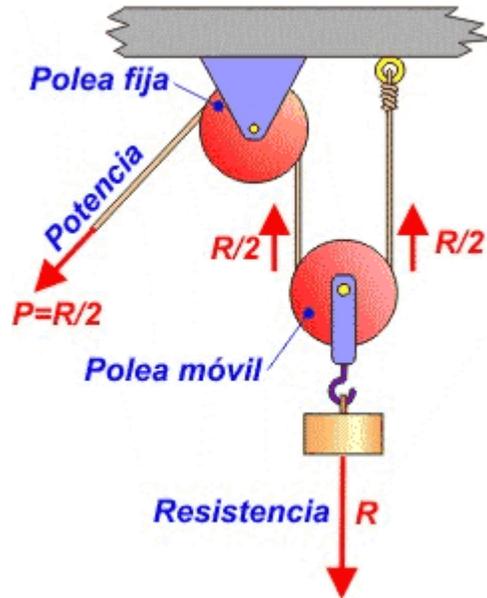


Figura 3.23.- Polipasto

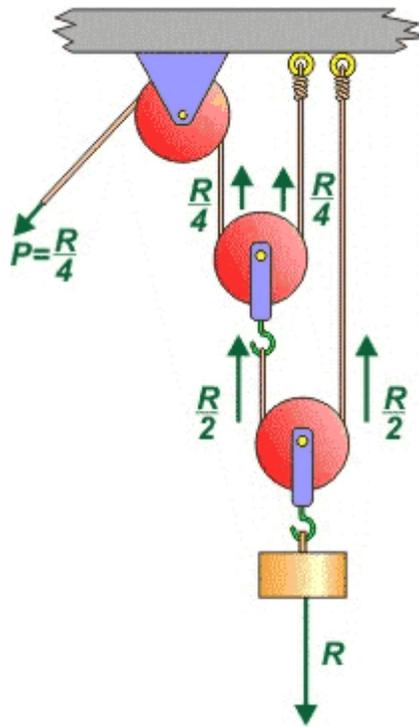


Figura 3.24.- Polipasto

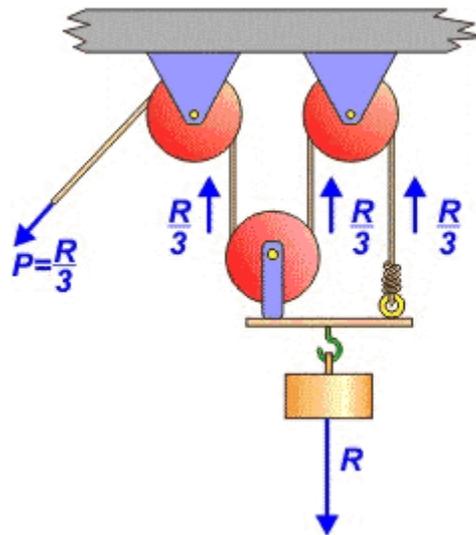


Figura 3.25.- Polipasto

Este sistema tiene el inconveniente de que la distancia a la que puede elevarse un objeto depende de la distancia entre poleas (normalmente entre entre las dos primeras poleas, la fija y la primera móvil). Para solucionarlo se recurre a mecanismos en los que varias poleas fijas y

móviles acoplados respectivamente en ejes comunes, son recorridos por la misma cuerda.

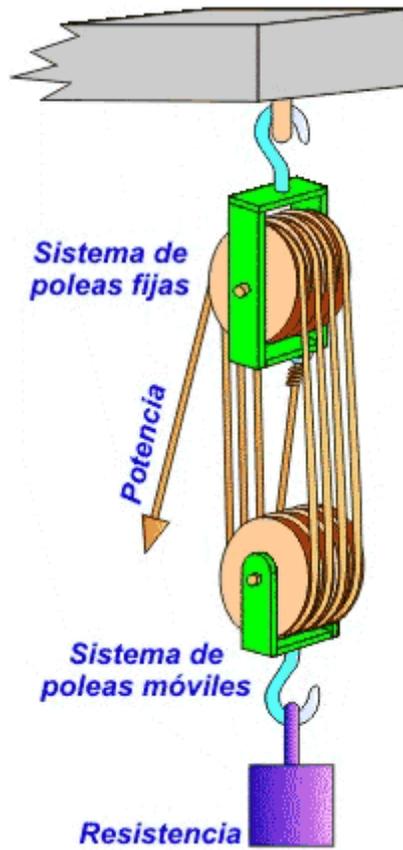


Figura 3.26.- Polipasto

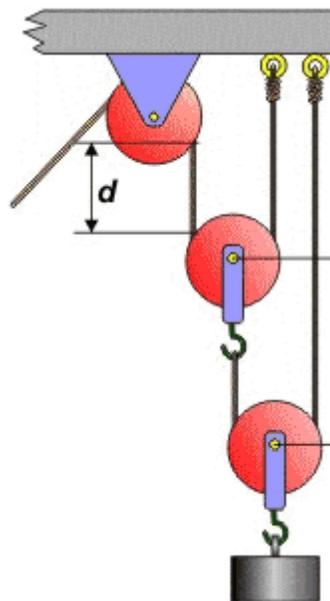
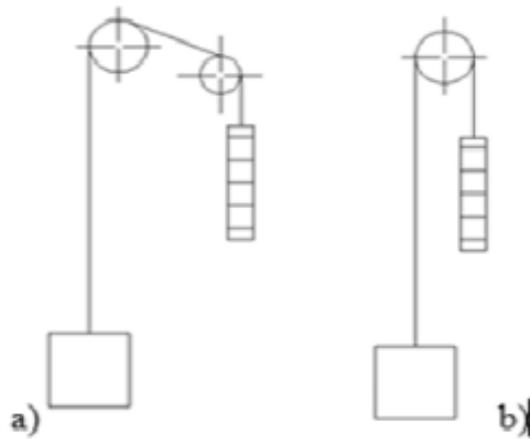
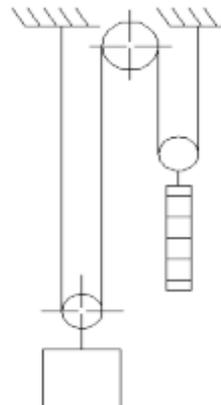


Figura 3.27.- Polipasto



**Figura 3.28.- Tipo de suspensión 1:1 a) Con polea de reenvío, b) Sin polea de reenvío**

Fuente: Autor



**Figura 3.29.- Tipo de suspensión 2:1**

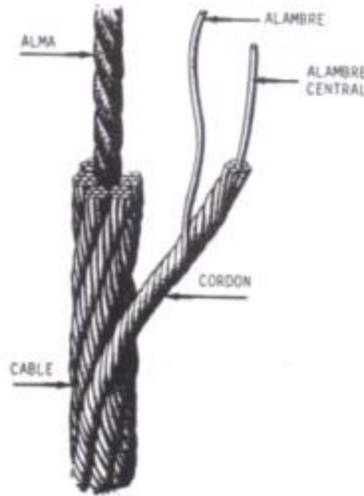
Fuente: Autor

### 3.5.2. Cables para el sistema de elevación

Las cabinas y contrapesos están suspendidos en la práctica por cables de acero. Se sugiere que el número de cables independientes sea por los menos dos, con sus respectivos sistemas de enganche.

Un cable metálico, es un elemento constituido por alambres agrupados formando cordones, que a su vez se enrollan sobre un alma formando un conjunto apto para resistir esfuerzos de tensión.

- Alambres: Generalmente de acero trefilado al horno.
- Almas: Son los núcleos en torno a los cuales se enrollan los alambres y los cordones. Hechos de acero o yute.
- Cordones: Son las estructuras más simples que podemos construir con alambres y almas. Se forman trenzando los alambres



**Figura 3.30.- Constitución de un cable (Cordones)**

Fuente: [http://www.depaginas.com.ar/fotosde\\_Cables\\_de\\_acero](http://www.depaginas.com.ar/fotosde_Cables_de_acero)

### 3.5.2.1. Notación de las estructuras de cables

La designación de un cable se expresa en la práctica de forma abreviada, mediante una notación compuesta por tres signos, cuya forma genérica es:

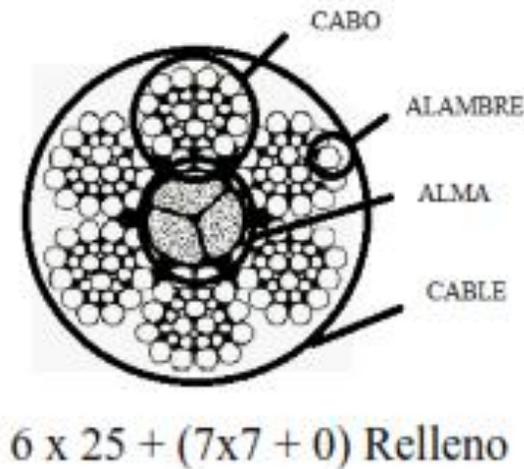
$A \times B + C$  siendo:

- A el número de cordones
- B el número de alambres de cada cordón
- C el número de almas textiles

Cuando el alma del cable no es textil o sea formada por alambres, se sustituye la última cifra C, por una notación entre paréntesis que indica la composición de dicha alma. Si los cordones o ramales del cable son otros cables, se sustituye la segunda cifra B por una notación entre paréntesis que indica la composición.

Ejemplo:

Un cable constituido por 6 cordones de 25 alambres cada cordón, dispuestos alrededor de un alma compuesta por un cordón metálico formado por 7 cordones que contienen 7 hilos cada uno, se representaría.



**Figura 3.31.- Constitución de un cable (Estructura)**

Fuente: <http://www.miningcorp.com/servicios.htm>

### 3.5.2.2. Cables para elevadores y montacargas

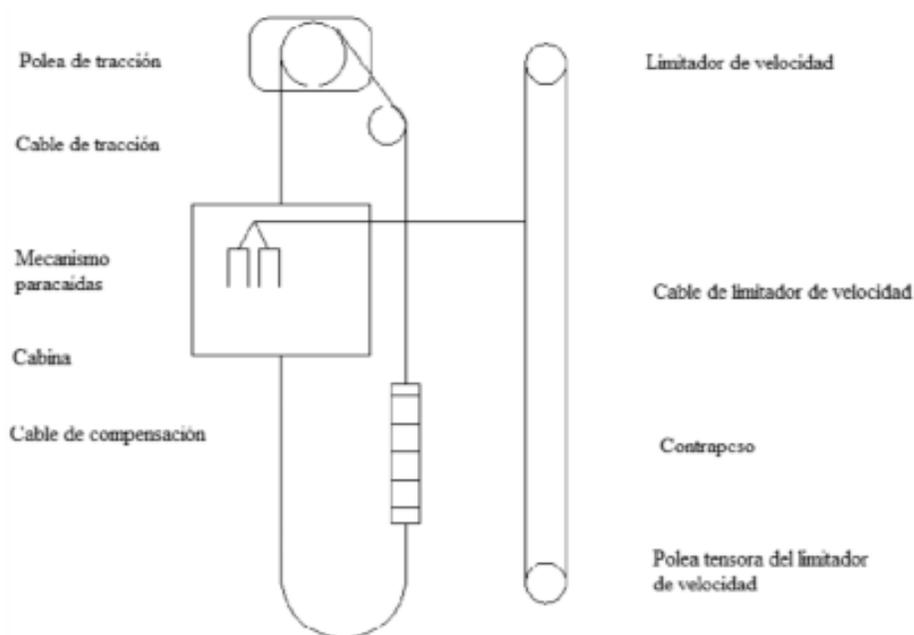
En un elevador o montacargas se utilizan los cables para tres aplicaciones distintas:

- Cables / Cadenas de compensación
- Cables de tracción (o suspensión)
- Cables del limitador de velocidad

#### 3.5.2.2.1. Cables de tracción

Para los cables de tracción la configuración Seale es la más utilizada ya que los alambres más exteriores son muy gruesos con gran resistencia a la rotura por abrasión y además es muy fácil de utilizar ya que sólo se necesitan tres tipos de alambres. En aquellos casos en los que se considere más importante la fatiga que la

abrazión se usará la configuración Warrington que posee más alambres y de menor grosor.



**Figura 3.32.- Cables que se pueden encontrar en un ascensor**

Fuente: Autor

La atracción de los cables puede realizarse por dos procedimientos:

- **Por adherencia** de los cables en la garganta de la polea de arrastre del grupo tractor. Es la que se usa en realidad, ya que se consigue mayor seguridad para el caso de que fallen los finales de carrera, permite la instalación de ascensores a cualquier altura, y esta es más sencilla y económica.
- **Por fricción** de los cables dándole dos vueltas en la polea motriz. Solo en este caso se usara el perfil de garganta semiesférico sin entalla.

En el presente proyecto se realizara la tracción del cable por adherencia, ya que es más seguro, económico y presenta menor desgaste.

### **3.5.3. Puertas de la cabina**

Constituyen el medio de acceso a la cabina y están ligadas mecánicamente a ella. En la mayoría de los casos son de funcionamiento automático gobernado por el funcionamiento del ascensor. La hoja u hojas de la apertura se deslizan horizontalmente o verticalmente accionadas por un motor y guiadas en sus extremos superior e inferior.

Los ascensores en función de su tamaño y su uso pueden incorporar distintos tipos de puertas. Puertas manuales, semiautomáticas o automáticas.

#### **3.5.3.1. Puertas manuales**

Abaratan bastante tanto el costo del ascensor como de la instalación del mismo y su posterior mantenimiento, son puertas incómodas aunque en muchos casos transmiten más seguridad a los usuarios, pues las encuentran más sencillas de abrir y sienten un control sobre las mismas que les propicia más tranquilidad.

Aplicaciones:

- En hospitales.
- En la industria.
- Puertas corredizas con dimensiones no tradicionales.
- Puertas corredizas automáticas de materiales no tradicionales.
- Puertas manuales con auto-cierre

#### **3.5.3.2. Puertas semiautomáticas**

Son aquellas que se activan mediante la pulsación de un botón, es la opción que se instala con menos frecuencia.

### **3.5.3.3. Puertas automáticas**

Son las más demandadas, se acostumbra verlas en grandes elevadores de centros comerciales y hospitales, aunque ya se instalan también de forma habitual en viviendas, se abren y cierran de forma autónoma mediante sensores de movimiento.

#### **Aplicaciones:**

- Ofrecen soluciones para el hogar, industria o comercio.
- Residenciales
- Puertas automatizadas abatibles, plegadizas, corredizas y ascendentes en varios estilos y finos acabados.
- En la industria.
- Sistemas de acceso para personas y vehículos.
- Sistemas Comerciales
- Acceso de cortina, abatibles, corredizas y barreras para acceso de vehículos con equipo de la mejor calidad y funcionalidad.

En el presente proyecto se instalarán puertas manuales de vaivén dentro de la vivienda, por motivos de costos y facilidad de operación del los usuarios.

## **4. Modelo analítico, diseño y simulación**

## Modelo analítico, diseño y simulación

Para el análisis y selección de alternativas, se tomara en cuenta como primer punto los criterios y el factor de ponderación, de los cuales nos llevara al análisis de dos puntos de vista para el diseño del ascensor, estos son:

1. Tipos de tracción (forma de elevación)
  - a. Ascensor con rodillo y cable.
  - b. Ascensor con polea y contrapeso.
2. Tipo de cabina
  - a. Cabina completa.
  - b. Media cabina.

Se ha definido que se va a diseñar un ascensor eléctrico por costos y versatilidad por lo tanto el análisis que se va a realizar es que tipo de tracción va a tener nuestro sistema de elevación y la forma de la cabina a ser diseñado.

### 4.1. Criterios a ser considerados para analizar el tipo de tracción

Los factores analizados son:

**Tabla 4.1.- Criterios de análisis de alternativas del tipo de tracción**  
Fuente: Autor

Ítem	Criterio
1	Costos de fabricación
2	Facilidad de instalación
3	Facilidad de mantenimiento

#### 4.1.1. Costo de fabricación

Los costos de fabricación es uno de los factores que se analizan con mayor detalle, ya que ello depende de que el proyecto sea de un costo adecuado para la fabricación, tomando en cuenta buenos materiales y los tiempos adecuados para obtener la mejor manera de elevar el ascensor.

En este caso se utiliza un elevador vertical tipo comercial con botonera opcional de control remoto; cuyas características técnicas en los diagramas adjuntos (anexos 8), ya que se adapta en su totalidad a lo requerido.

#### **4.1.2. Ventajas**

##### **4.1.2.1. Facilidad de instalación**

En esta alternativa se analizará las facilidades de montaje, el número de elementos que intervienen en la construcción y la forma de ensamblaje en el sistema de elevación del ascensor para que tenga la capacidad planteada.

##### **4.1.2.2. Facilidad de mantenimiento**

El criterio que se toma en cuenta es ver la facilidad de mantenimiento de cada elemento que constituye el sistema de elevación, analizar el funcionamiento adecuado de los mismos y obtener un resultado de costos vs tiempo de mantenimiento del ascensor.

La alternativa a seleccionar debe ser la que reúna el puntaje más alto, luego de que se evalúen todos los factores y criterios mencionados. Se tomara el valor de tres como ideal.

#### **4.2. Criterios considerados para analizar el tipo de cabina**

Los factores a ser analizados

**Tabla 4.2.- Criterios de análisis de alternativas tipo de cabina**  
Fuente: Autor

<b>Item</b>	<b>Criterio</b>
1	Facilidad de Montaje e Instalación
2	Costos de Fabricación
3	Diseño Estructural
4	Facilidad de Mantenimiento

#### **4.2.1. Facilidad de montaje e instalación**

El criterio a considerar es la facilidad de montaje, número de elementos que intervienen en la construcción y la forma de la cabina con el objetivo de que tenga una ergonomía adecuada para las personas que se van a utilizar el ascensor.

#### **4.2.2. Costos de fabricación**

Son los factores que se analiza con más énfasis, ya que de ellos depende que el proyecto sea de un costo adecuado para la fabricación, tomando en cuenta los requerimientos básicos que se necesitan colocar en la cabina del ascensor.

#### **4.2.3. Diseño estructural**

Influye en el análisis de cargas en la cabina.

#### **4.2.4. Facilidad de mantenimiento**

Este criterio es sobre cada elemento que constituye la cabina y el tipo de mantenimiento requerido.

### **4.3. Análisis de alternativas del tipo de cabina**

La cabina a elegir debe cumplir la misma función, el cual es de transportar a la persona con capacidades diferentes, brindando la seguridad adecuada y debe poseer cualidades ergonómicas.

Los tipos de cabinas que se van a analizar son

a) Cabina Completa



**Figura 4.1.- Sistema de elevación con cabina completa**

Fuente: Autor

b) Media cabina



**Figura 4.2.- Sistema de elevación con media cabina**

Fuente: Autor

#### **4.3.1. Alternativa A. Cabina completa**

La estructura de esta cabina es completa, tiene una mayor sujeción en los rieles porta guía, esta cabina es una armadura cuadrilátero equidistante de forma rectangular, su desplazamiento y carga.



**Figura 4.3.- Esquema de cabina completa**

Fuente: Autor

#### **4.3.1.1. Ventajas**

- No requiere protección – techo.
- Es paneleada en sus cuatro lados.
- Se utiliza para edificios mayores a tres pisos.

#### **4.3.1.2. Desventajas**

- Costo elevado por sus componentes de aislamiento
- En caso de emergencia o incendio es cerrada

#### **4.3.2. Alternativa B. Media cabina**

Esta estructura se le considera económica, de media altura, tiene una sujeción en las rieles porta guías, es una armadura rectangular, los rieles guías y la canastilla base, esta cabina es de fácil mantenimiento y de fácil montaje. Como su desplazamiento y carga.



**Figura 4.4.- Esquema de media cabina**  
Fuente: Autor

#### **4.3.2.1. Ventajas**

- Los costos son bajos
- Facilidad de cálculo y construcción.
- Se utiliza para elevar en edificios de pocos pisos.

#### **4.3.2.2. Desventajas**

- Es descubierta y requiere de techo adicional.

El presente proyecto se optara por la Alternativa B, que es la opción de media cabina.

### **4.4. Diseño y simulación**

#### **4.4.1. Introducción**

En el presente capitulo se detalla el procedimiento de dimensionamiento de los elementos que constituyen el elevador, mediante los criterios de diseño se establecerá la selección de materiales de cada elemento.

#### **4.4.2. Método para el diseño de la estructura**

Se consideran los siguientes métodos:

- Todas las piezas metálicas que intervienen están consideradas en su diseño para que actúen sobre ellos en forma de cargas estáticas columnas, vigas, placas, canales, ángulos, tornillos, etc.
- Los materiales empleados son de acero común de especificación A-36 ya que son de bajo costo y fácil adquisición en el mercado nacional.

#### **4.4.3. Análisis de casos de carga**

Se considera que sobre la estructura actuaran fuerzas externas que pudieran afectar el elevador.

- Carga de viento, en este caso no hay afectación pues los que se instalara dentro de una casa habitación.
- Cargas debido sismos y temblores se diseñara según las normas que existan en la zona para la cual se diseña el proyecto.
- Cargas muertas son las que se generan en si por toda la estructura y materiales necesarios para su construcción.
- Cargas vivas, son las que se generan por las personas que utilizaran el ascensor, de lo cual se considera máximo dos personas de peso aproximadamente a los 250 kg.

#### **4.4.4. Análisis de diseño**

##### **4.4.4.1. Carga neta**

La carga neta es la carga para el cual esta diseñado el elevador que es principio una carga de 250 kg. (Dos personas).

**Tabla 4.3.- Peso ideal**

Tabla del peso ideal					
Altura		Hombre		Mujer	
Pies y pulgadas	Metros	Kg	Lbs	Kg	Lbs
4' 7"	1.40	...	...	40 – 53	88 – 116
4' 9"	1.45	...	...	42 – 54	92 – 119
4' 10"	1.50	...	...	43 – 55	94 – 121
4' 11"	1.52	...	...	44 – 56	97 – 123
5' 0"	1.54	...	...	44 – 57	97 – 125
5' 1"	1.56	...	...	45 – 58	99 – 127
5' 2"	1.58	51 – 64	112 – 141	46 – 59	101 – 130
5' 3"	1.60	52 – 65	114 – 143	48 – 61	105 – 134
5' 3½"	1.62	53 – 66	116 – 145	49 – 62	108 – 136
5' 4"	1.64	54 – 67	119 – 147	50 – 64	110 – 141
5' 5"	1.66	55 – 69	121 – 152	51 – 65	112 – 143
5' 6"	1.68	56 – 71	123 – 156	52 – 66	114 – 145
5' 7"	1.70	58 – 73	127 – 160	53 – 67	116 – 147
5' 7½"	1.72	59 – 74	130 – 163	55 – 69	121 – 152
5' 8"	1.74	60 – 75	132 – 165	56 – 70	123 – 154
5' 9"	1.76	62 – 77	136 – 169	58 – 72	127 – 158
5' 10"	1.78	64 – 79	141 – 174	59 – 74	130 – 163
5' 10½"	1.80	65 – 80	143 – 176	...	...
5' 11"	1.82	66 – 82	145 – 180	...	...
6' 0"	1.84	67 – 84	147 – 185	...	...
6' 1"	1.86	69 – 86	152 – 189	...	...
6' 2"	1.88	71 – 88	156 – 194	...	...
6' 2½"	1.90	73 – 90	160 – 198	...	...
6' 3"	1.92	75 - 93	165 – 205	...	...

Según la tabla anterior, el peso máximo es de 93 kg y una silla de ruedas de uso común aproximadamente pesa 12 kg.

Por lo anterior la carga neta de dos personas es de 186 kg más los 12 kg de la silla y una carga adicional es de 20 kg por seguridad haciendo una carga total de 281 kg.

Tabla 4.4.- Silla de rueda tradicional

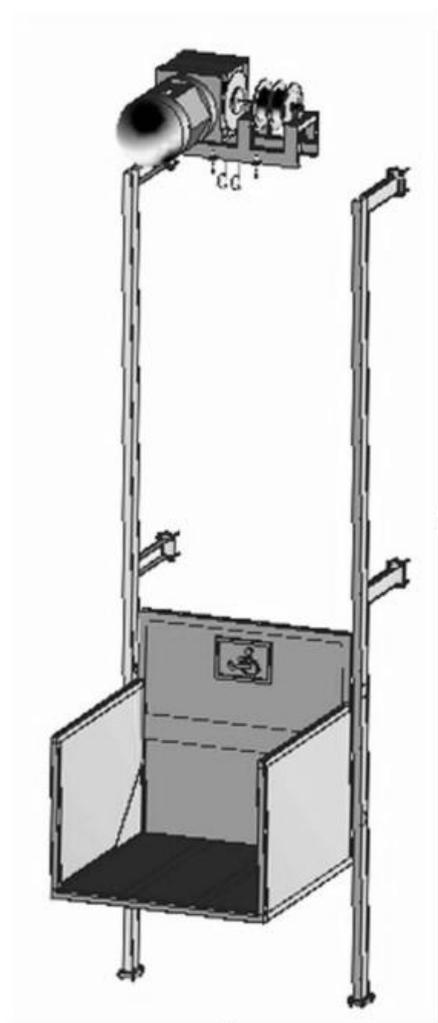
<b>SILLA DE RUEDA TRADICIONAL</b>	
	<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>
	<p>Súper estrecha, desde 60 cm. especialmente recomendada para espacios reducidos y para desplazamientos. Ruedas de 500 mm que la hacen autopropulsable.</p> <p>Ultraligera: Fabricada en aluminio de aviación, peso total: 10,6 kg.</p> <p>Respaldo abatible para reducir aún más sus dimensiones.</p> <p>Ruedas delanteras macizas de 150 mm</p> <p>Ruedas traseras hinchables/inflables de 500mm. Antivuelco.</p>
	<b>CARACTERISTICAS TÉCNICAS</b>
<p>Peso total 10.6, 10.7 kg. Peso máximo recomendado 90 kg.</p>	<p>Ancho asiento: 40, 45 cm. Ancho total: 60, 65 cm. Altura total 93 cm. altura respaldo 47 cm. Fondo total 90 cm. fondo asiento 36 cm.</p>

#### 4.4.5. Dimensiones y peso de la cabina

El elevador se diseñara con unas dimensiones de 1.30 mts x 1.30 mts en el caso que se acceda directamente con la silla considerando que se introduce hacer girar dentro de la cabina y haya un acompañante. (Agregar norma).

El diseño propuesto es el que se muestra en la figura el cual es un elevador de media cabina que se puede adaptar a cualquier construcción de interés social.

Figura 4.5.- Dimensiones y Peso de cabina



El peso de la cabina se resume en la siguiente lista

**Tabla 4.5.- El peso de la cabina**

Ítem	Cantidad	Detalle del material y la ubicación	Material	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
1	4	Base de la cabina (tubo de 50x50x3)	ASTM A – 36	L = 1300 mm	19.5936
2	2	Nervios base de la cabina (canal U 50x50x3)	ASTM A – 36	L = 1300 mm	9.7968
3	1	Piso corrugada (plancha diamantada)	ASTM A – 36	1300 x 1300 (mm)	41.12615
4	4	Postes de paredes laterales (tubo cuadrado de 40x40x2)	ASTM A – 36	L = 900 mm	6.7824
5	6	Travesaños infer. Y super. (tubo cuadrado de 40x40x2)	ASTM A – 36	L = 1300 mm	14.6952
6	2	Puertas (tubo cuadrado de 40x40x2)	ASTM A – 36	650 x 900	11.6808
7	3	Paredes de tool laterales y posterior	ASTM A – 36	1300 x 900	27.5535
8	2	Paredes de tool para puertas	ASTM A – 36	900 x 650	9.1845
9	1	Accesorios varios	ASTM A – 36		3
				<b>TOTAL</b>	<b>143.3981</b>

#### 4.4.6. Recorrido

Se toma en cuenta una casa de las llamadas de interés social de altura aproximada de 2.50 mts x nivel. Para el cálculo se tomara como recorrida el peso y la parte superior de la casa.

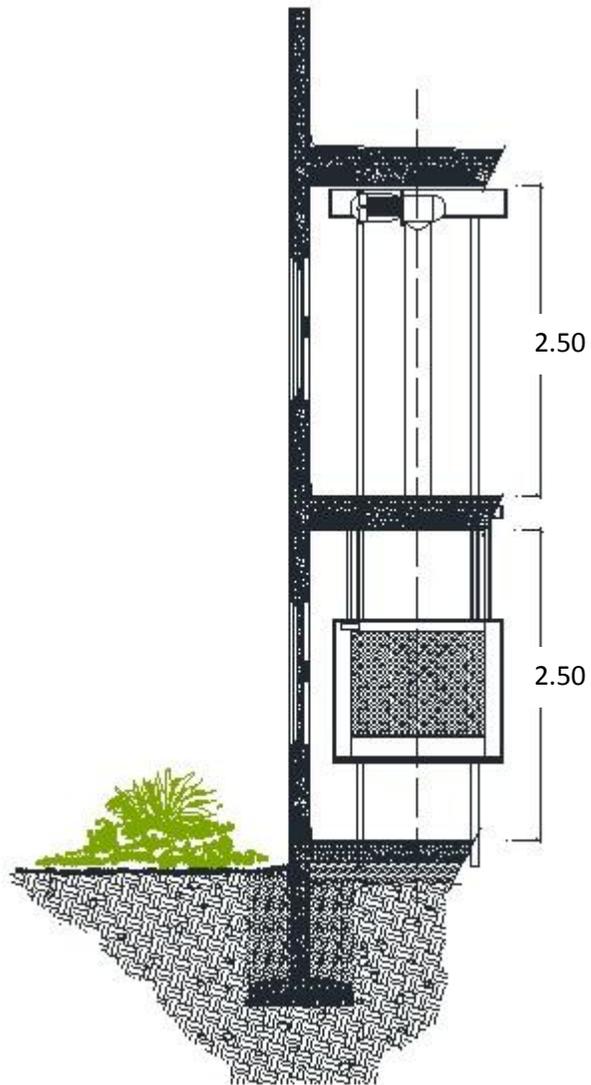


Figura 4.6.- Recorrido de la cabina

## 4.5. Simulación



### 1. Descripción

No hay datos

## Simulación

**Fecha:** lunes, 02 de noviembre de 2015

**Diseñador:** Solidworks

**Nombre de estudio:** Análisis estático 1

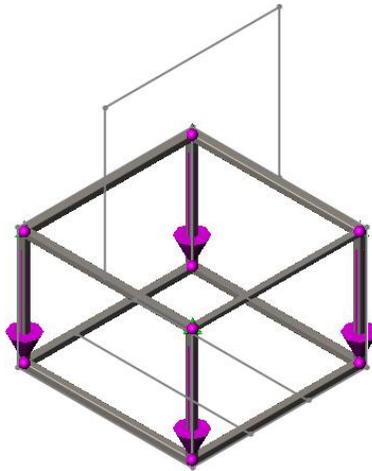
**Tipo de análisis:** Análisis estático

### 4.5.1. Tabla de contenidos

Descripción	1
Suposiciones	2
Información de modelo	3
Propiedades de estudio	4
Unidades	5
Propiedades de material	6
Cargas y sujeciones	7
Información de malla	8
Información de malla – detalles	9
Detalles del sensor	10
Fuerzas resultantes	11
Vigas	12
Resultados del estudio	13
Conclusión	14

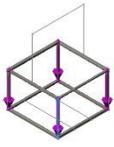
## 2. Suposiciones

## 3. Información de modelo



Nombre del modelo: GALARZA  
Configuración actual: SIN PUENTE

### Sólidos de viga:

Nombre de documento y referencia	Formulación	Propiedades	Ruta al documento/Fecha de modificación
Viga-1(Recortar/Extender18[1]) 	Viga – Sección transversal uniforme	Estándar de sección-iso/square tube/40 x 40 x 4 Área de sección: 530.522in <sup>2</sup> Longitud:850mm Volumen:0.000450951m <sup>3</sup> Densidad:7850kg/m <sup>3</sup> Masa:3.53997kg Peso:34.6917N	C:\Users\Desktop\GALARZA.A.SLDPRT Nov 02 19:08:58 2015

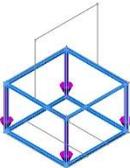
## 4. Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla de viga
Tipo de solver	Direct sparse solver
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS

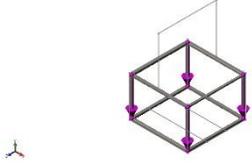
## 5. Unidades

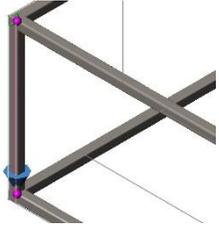
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m <sup>2</sup>

## 6. Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades
	<p>Nombre: ASTM A36 Acero</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: 2.5e+008 N/m<sup>2</sup></p> <p>Límite de tracción: 4e+008 N/m<sup>2</sup></p> <p>Módulo elástico: 2e+011 N/m<sup>2</sup></p> <p>Coeficiente de Poisson: 0.26</p> <p>Densidad: 7850 kg/m<sup>3</sup></p> <p>Módulo cortante: 7.93e+010 N/m<sup>2</sup></p>

## 7. Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		<b>Entidades:</b> 4 Joint(s) <b>Tipo:</b> Geometría fija

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		<b>Entidades:</b> 4 Juntas <b>Referencia:</b> Arista< 1 > <b>Tipo:</b> Aplicar fuerza <b>Valores:</b> ---, ---, 125 N <b>Momentos:</b> ---, ---, --- N.m

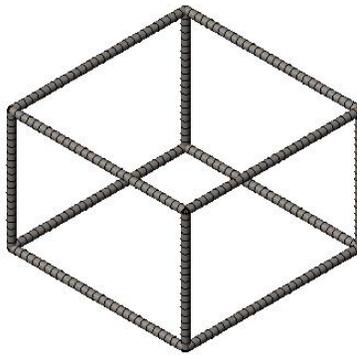
## 8. Información de malla

Tipo de malla	Malla de viga
---------------	---------------

## 9. Información de malla - Detalles

Número total de nodos	323
Número total de elementos	315
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:04

Nombre del modelo: GALARZA  
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-SIN PUENTE-)  
 Tipo de malla:



Edición de estudiante. Sólo para uso en la enseñanza

## 10. Detalles del sensor

No hay datos

## 11. Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-1.45519e-011	500	0	500

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	-1.25136e-005	-8.45599e-006	-0.624957	0.624957

## 12. Vigas

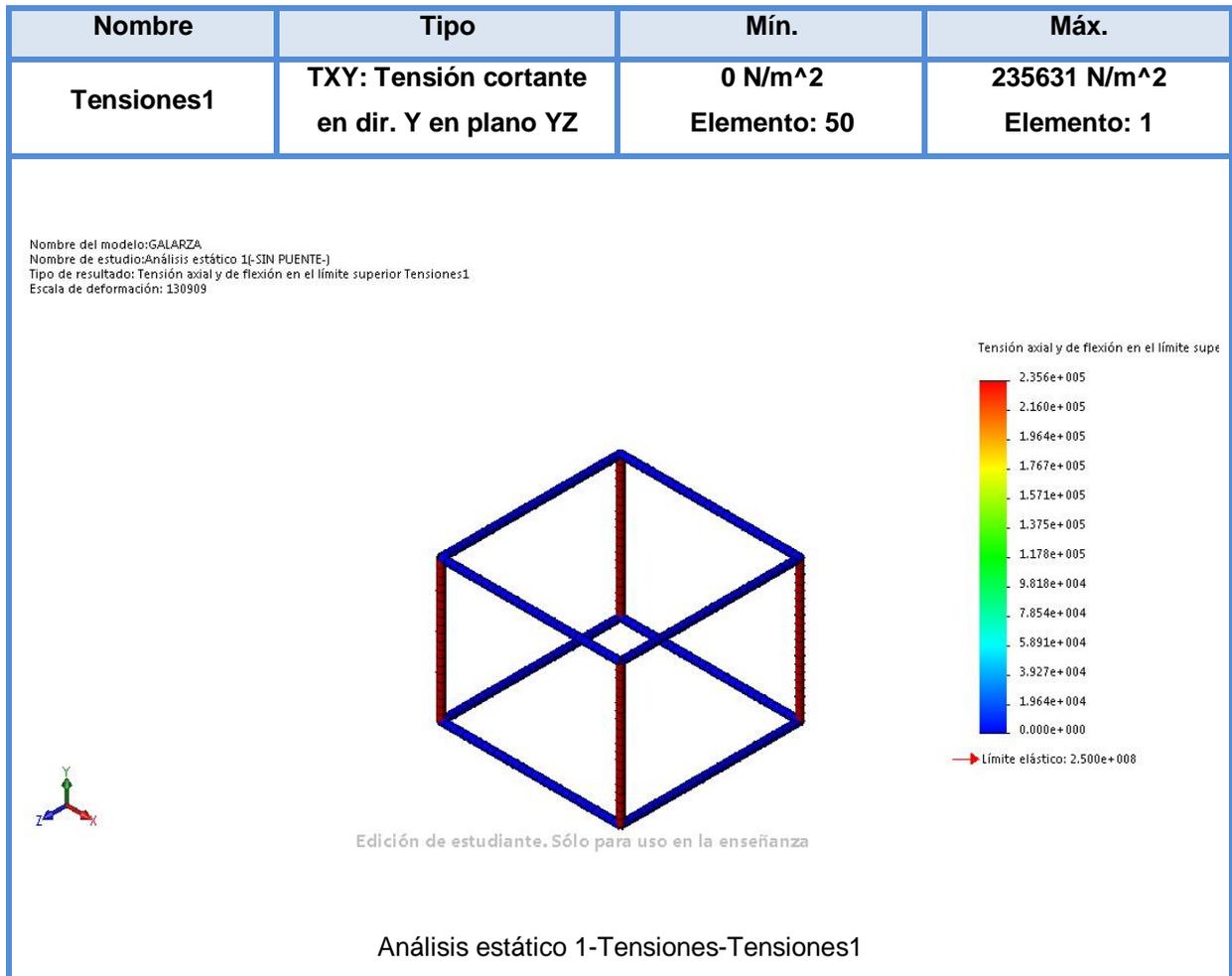
Fuerzas de viga

Nombre de viga	Juntas	Axial(N)	Corte1(N)	Corte2(N)	Momento1 (N.m)	Momento2 (N.m)	Torsión (N.m)
Viga-1 (Recortar / Extender 18[1])	1	125	-0.000102109	-1.49162e-005	6.50839e-007	-3.52955e-006	-2.14069e-006
	2	-125	0.000102109	1.49162e-005	-1.33296e-005	9.03218e-005	2.14069e-006
Viga-2 (Recortar / Extender 8[1])	1	-8.85647e-005	-1.00925e-005	2.09925e-005	-5.70998e-006	-6.32421e-006	-7.80005e-007
	2	8.85647e-005	1.00925e-005	-2.09925e-005	-2.05307e-005	-6.29136e-006	7.80005e-007
Viga-3 (Recortar / Extender 17[1])	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
Viga-4 (Recortar / Extender 5[2])	1	1.48849e-006	1.00924e-005	-1.26606e-005	-7.62328e-006	-6.29134e-006	7.80227e-007
	2	-1.48849e-006	-1.00924e-005	1.26606e-005	-8.20245e-006	-6.32412e-006	-7.80227e-007
Viga-5 (Recortar / Extender 14[1])	1	-125	-1.49539e-005	-1.49199e-005	7.07541e-006	-8.12079e-006	2.12452e-006
	2	125	1.49539e-005	1.49199e-005	5.60652e-006	-4.59001e-006	-2.12452e-006
Viga-6 (Recortar / Extender 13[1])	1	125	7.50993e-005	5.2649e-006	7.53532e-006	-2.3564e-005	-2.12452e-006
	2	-125	-7.50993e-005	-5.2649e-006	-3.06015e-006	-4.02704e-005	2.12452e-006
Viga-7 (Recortar / Extender 23[1])	1	125	1.20554e-005	-5.26862e-006	-1.27906e-006	-1.03829e-005	-2.14084e-006
	2	-125	-1.20554e-005	5.26862e-006	-3.19927e-006	1.35787e-007	2.14084e-006
Viga-8 (Recortar / Extender 23[2])	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
Viga-9 (Recortar / Extender 12[2])	1	4.82375e-006	1.35439e-005	-7.45608e-007	-1.43084e-006	-8.4649e-006	-2.18043e-006
	2	-4.82375e-006	-1.35439e-005	7.45608e-007	4.98833e-007	-8.46496e-006	2.18043e-006
Viga-10 (Recortar / Extender 22[2])	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
Viga-11 (Recortar / Extender 10[2])	1	4.82755e-006	1.34654e-005	-9.26529e-006	-6.75532e-006	-8.41588e-006	3.03327e-006
	2	-4.82755e-006	-1.34654e-005	9.26529e-006	-4.82629e-006	-8.41586e-006	-3.03327e-006
Viga-12 (Recortar / Extender 21[1])	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0

### Tensiones de viga

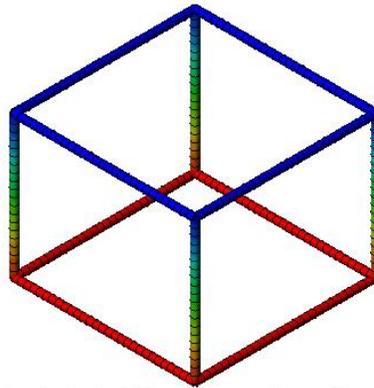
Nombre de viga	Juntas	Axial (N/m <sup>2</sup> )	Dir. de pliegue1 (N/m <sup>2</sup> )	Dir. de pliegue2 (N/m <sup>2</sup> )	Torsional (N/m <sup>2</sup> )	Peor caso (N/m <sup>2</sup> )
<b>Viga-1 (Recortar / Extender 18[1])</b>	1	235617	0.086482	0.468998	-0.21348	235617
	2	235617	1.77121	12.0018	0.21348	235631
<b>Viga-2 (Recortar / Extender 8[1])</b>	1	0.166939	0.758728	-0.840346	-0.0777858	1.76601
	2	0.166939	-2.72807	0.835981	0.0777858	3.73099
<b>Viga-3 (Recortar / Extender 17[1])</b>	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
<b>Viga-4 (Recortar / Extender 5[2])</b>	1	0.00280571	-1.01296	0.835979	0.077808	1.85175
	2	0.00280571	1.08992	-0.840334	-0.077808	1.93306
<b>Viga-5 (Recortar / Extender 14[1])</b>	1	235617	-0.940164	-1.07907	0.211867	235619
	2	235617	0.744981	0.60991	-0.211867	235618
<b>Viga-6 (Recortar / Extender 13[1])</b>	1	235617	1.00128	3.13112	-0.211867	235621
	2	235617	0.406626	-5.35104	0.211867	235623
<b>Viga-7 (Recortar / Extender 23[1])</b>	1	235617	-0.169959	1.37965	-0.213495	235618
	2	235617	0.425111	0.018043	0.213495	235617
<b>Viga-8 (Recortar / Extender 23[2])</b>	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
<b>Viga-9 (Recortar / Extender 12[2])</b>	1	0.00909246	-0.190127	1.1248	-0.217443	1.32402
	2	0.00909246	-0.0662838	-1.1248	0.217443	1.20018
<b>Viga-10 (Recortar / Extender 22[2])</b>	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
<b>Viga-11 (Recortar / Extender 10[2])</b>	1	0.00909963	-0.897631	1.11828	0.302492	2.02501
	2	0.00909963	0.641307	-1.11828	-0.302492	1.76869
<b>Viga-12 (Recortar / Extender 21[1])</b>	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0

### 13. Resultados del estudio

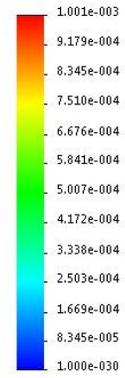


Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
<b>Desplazamientos1</b>	URES: Desplazamientos resultantes	0 mm Nodo: 51	0.00100138 mm Nodo: 217

Nombre del modelo: GALARZA  
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-SIN PUENTE-)  
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1  
Escala de deformación: 130909



URES (mm)

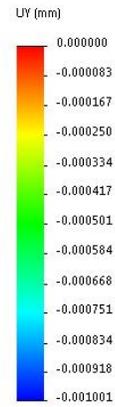
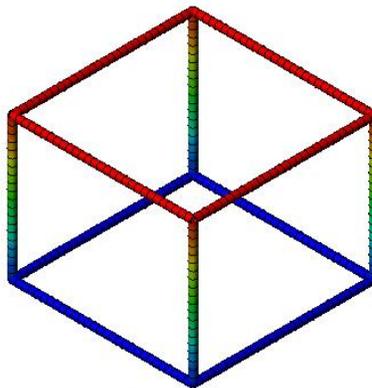


Edición de estudiante. Sólo para uso en la enseñanza

Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos2	UY: Desplazamiento de Y	-0.00100138 mm Nodo: 217	0 mm Nodo: 51

Nombre del modelo: GALARZA  
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-SIN PUENTE-)  
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos2  
Escala de deformación: 130909

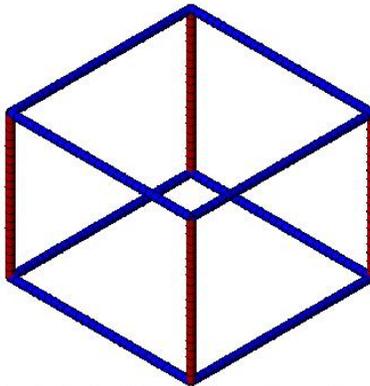


Edición de estudiante. Sólo para uso en la enseñanza

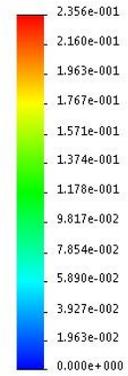
Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos2

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
<b>Tensiones2</b>	SX: Tensión normal de X	0 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Elemento: 50	0.235617 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Elemento: 108

Nombre del modelo: GALARZA  
Nombre de estudio: Análisis estático 1-(SIN PUENTE-)  
Tipo de resultado: P/A de tensión axial Tensiones2  
Escala de deformación: 130909



P/A axial (N/mm<sup>2</sup> [MPa])

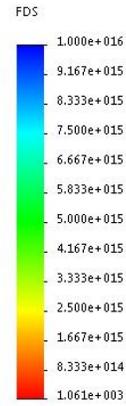
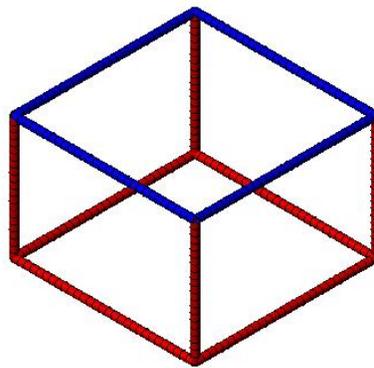


Edición de estudiante. Sólo para uso en la enseñanza

Análisis estático 1-Tensiones-Tensiones2

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
<b>Factor de seguridad1</b>	Automático	1060.98 Nodo: 1	1e+016 Nodo: 51

Nombre del modelo: GALARZA  
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-SIN PUENTE-)  
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1  
Criterio: Automático  
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 1.1e+003



Edición de estudiante. Sólo para uso en la enseñanza

Análisis estático 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

## **Capitulo 5.- Resultados y Análisis**

## **Resultados y análisis**

El presente capítulo tiene como principal objetivo dar a conocer los resultados y análisis así como también determinar los recursos que se emplearan para la construcción del proyecto, para lo cual interesa describir los costos parciales y el costo total del elevador (ascensor) para personas con capacidades diferentes o de la tercera edad.

### **5.1. Costos**

Los rubros a tomar en cuenta dentro de los costos son:

- Materiales.
- Insumos.
- Costo de maquinado.
- Costo de mano de obra.
- Costo de sistema eléctrico.
- Costo de diseño.

#### **5.1.1. Costos de materiales**

Es la materia prima que se emplea para construir los elementos que constituyen el ascensor (elevador).

Se detallan los materiales utilizados como el costo y la cantidad de cada uno de ellos como podemos apreciar en la siguiente tabla, los que fueron obtenidos en el mercado local.

**Tabla 5.1.- Material**

Ítem	Cantidad	Detalle del material y la ubicación	Ubicación	Dimensiones (mm)	Cantidad (m)	Costo Unitario	Costo Total
1	4	Base de la cabina (tubo de 50x50x3)	Cabina	50x50x3	1	\$ 212.50	\$ 850.00
2	2	Nervios base de la cabina (canal U 50x50x3)	Cabina	50x50x3	1	\$ 50.00	\$ 100.00
3	1	Piso corrugada (plancha diamantada)	Piso	250x250x3	1	\$ 300.00	\$ 300.00
4	4	Postes de paredes laterales (tubo cuadrado de 40x40x2)	Columnas	40x40x2	1	\$ 75.00	\$ 300.00
5	6	Travesaños infer. Y super. (tubo cuadrado de 40x40x2)	Estructura	40x40x2	1	\$ 84.00	\$ 504.00
6	2	Puertas (tubo cuadrado de 40x40x2)	Cabina	40x40x2	1	\$ 85.50	\$ 171.00
7	3	Paredes de tool laterales y posterior	Columnas	40x40x2	1	\$ 34.00	\$ 102.00
8	2	Paredes de tool para puertas	Columnas	40x40x2	1	\$ 50.00	\$ 100.00
9	1	Accesorios varios	Varios		1	\$ 226.00	\$ 226.00
						<b>Total</b>	<b>\$ 2, 653.00</b>

### 5.1.2. Costos de insumos

Son aquellos elementos que se encuentran disponibles en el mercado para su comercialización y sin alteración alguna para su uso.

Los costos de los elementos normalizados se los encuentra en la tabla siguiente, que se obtienen también en el mercado local.

**Tabla 5.2.- Insumos**

Ítem	Material	Ubicación	Dimensión	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
1	Perno de anclaje	Columna – piso	¾" x 4"	12	\$ 65.00	\$ 780.00
2	Perno de anclaje	Columna – pared	5/8" x 5"	48	\$ 43.00	\$ 2, 064.00
3	Grilletes	Sistema de tracción	1"	4	\$ 34.00	\$ 136.00
4	Arandelas planas	General	Global	1	\$ 255.00	\$ 255.00
5	Remaches	General	Global	1	\$ 110.00	\$ 110.00
6	Lija para hierro	General	Global	5	\$ 11.00	\$ 55.00
7	Disco para corte	General	Global	1	\$ 40.00	\$ 40.00
8	Pintura anticorrosiva	General	Global	2 lt	\$ 21.25.00	\$ 42.50
9	Thinner	General	Global	1 gal	\$ 30.00	\$ 30.00
10	Electrodo E – 6011 Kg	General	Global	6 kg	\$ 62.00	\$ 372.00
11	Varios	General	Global		\$ 315.00	\$ 315.00
					<b>Total</b>	<b>\$ 4, 199.50</b>

### 5.1.3. Costos de maquinado

Para determinar el costo de cada maquina y equipo empleado en la construcción, el costo establecido incluye el costo del operativo para la misma, el tiempo que se señala en la siguiente tabla, se detallan los diferentes procedimientos, el tiempo, el costo total.

**Tabla 5.3.- Costo de maquinado**

Ítem	Operación	Descripción	Tiempo total (H)	Costo (H)	Costo Total
1	Transporte de material	General	1	\$ 340.00	\$ 340.00
2	Corte de material	General	8	\$ 106.00	\$ 848.00
3	Esmerilado y limado	General	2	\$ 90.00	\$ 180.00
4	Soldadura	Estructura de cabina y columna	18	\$ 120.00	\$ 2, 160.00
5	Taladro	Placas de anclaje	1	\$ 149.00	\$ 149.00
6	Torneado	Piezas mecanizadas	4	\$ 250.00	\$ 1, 000.00
7	Rectificado	Columna y piezas	2	\$ 102.00	\$ 204.00
	Pintura	Piezas mecanizadas	8	\$ 100.00	\$ 2, 400.00
				<b>Total</b>	<b>\$ 7, 281.00</b>

### 5.1.4. Costo de mano de obra (fabricación y montaje)

Estos costos están relacionados con la mano de obra requerida para el armado y ensamblado de cada una de las partes y sistemas del elevador (ascensor). Tomando en cuenta los gastos de movilización de las personas y del transporte de materiales.

Para el montaje se considera el trabajo de 3 personas durante 5 días, por 8 horas diarias de trabajo con un costo de 3 a 1,5 USD/hombre, el costo de la mano de obra se muestra en la tabla siguiente.

**Tabla 5.4.- Costo de mano de obra y montaje**

Ítem	Tipo de operación	Descripción	Tiempo total (H)	Costo (H)	Costo total
1	Supervisor	Montaje	40	\$ 50.00	\$ 2, 000.00
2	Soldador	Fabricación y montaje	40	\$ 36.00	\$ 1, 440.00
3	Ayudante	Fabricación y montaje	40	\$ 24.00	\$ 960.00
4	N / A	Movilización			\$ 112.00
				<b>Total</b>	\$ 4, 512.00

#### **5.1.5. Costo del sistema eléctrico y control**

Dentro del sistema eléctrico y de control se puede tomar como referencia un costo aproximado a los 250 dólares.

#### **5.1.6. Costo de diseño**

Este tipo de costo representa al tiempo y esfuerzo que los ingenieros dedican para el diseño de la máquina elevadora (ascensor), un método para evaluar el costo de diseño se basa en el porcentaje del costo de la máquina una vez construida.

Este porcentaje depende del grado de dificultad tanto del diseño así como de la construcción. Para el presente diseño este porcentaje es el 30%.

#### **5.1.7. Costo total del proyecto**

En la siguiente tabla se observa el resumen de los costos que se va a utilizar en la fabricación del elevador (ascensor).

El objetivo que se tuvo en mente por alcanzar fue la construcción de un elevador (ascensor) en una casa habitación de interés social de dos niveles para personas con capacidades diferentes o personas de la tercera edad; así como también el de realizar un diseño adecuado a las necesidades tanto físicas como económicas de las personas que lo necesiten o lo puedan adquirir.

**Tabla 5.5.- Costo del proyecto**

<b>Descripción</b>	<b>Valor total</b>
Costo de los materiales	\$ 2, 653.00
Costo de los insumos	\$ 4, 199.50
Costo del maquinado	\$ 7, 281.00
Costo de mano de obra	\$ 4, 512.00
Costo del sistema eléctrico	\$ 4, 250.00
Costo de diseño	\$ 11, 000.00
<b>Total</b>	<b>\$ 33, 895.50</b>

En comparación al costo de equipos similares, un elevador de estas características está evaluado en unos 8000 dólares, uno de los objetivos es realizar el diseño a bajo costo para que las personas que lo necesiten lo puedan adquirir.

## **Capitulo 6.- Conclusiones, Recomendaciones**

## Conclusiones

- El presente proyecto cumple con el objetivo inicial de diseñar y simular un ascensor para personas con capacidades diferentes.
- De acuerdo a las alternativas mencionadas en el capítulo II, se concluye que las mejores opciones tanto para el sistema de tracción como para el tipo de cabina son sistema de rodillo con doble cable y media cabina respectivamente.
- La simulación es una herramienta de apoyo que comprueba que los cálculos realizados están dentro de un intervalo aceptable de variación. Así también muestran en qué partes de la estructura se puede producir la falla o fatiga.
- El ascensor se puede instalar en cualquier tipo de vivienda de dos pisos que disponga de un espacio físico requerido en el diseño.
- Este tipo de ascensor puede contribuir al traslado de personas con capacidades diferentes de una forma fácil y segura, confirmando así la hipótesis planteada en el comienzo del proyecto.
- La construcción de este ascensor representaría aproximadamente el 65% del costo de ascensores que existen en el mercado.

## Recomendaciones

- El diseño mecánico debe de ir de la mano con el sistema de control eléctrico.
- Para mayor seguridad se recomienda colocar letreros de información sobre el uso y la carga máxima que puede transportar el ascensor (elevador).
- A partir del presente estudio se pueden realizar adecuaciones a tipos de niveles, sistema de izaje, el tipo de cabina e inclusive hasta en la mejora del funcionamiento.

## Glosario

**Capacidades Especiales o diferentes.-** Término para referirse a las personas con discapacidad, a fin de eliminar la negatividad en la definición del colectivo de personas con discapacidad y reforzar su esencia de diversidad.

**Inox.-** Abreviación de acero inoxidable que es de elevada pureza y resistente a la corrosión, en el contexto se refiere al acero inoxidable 304.

**Equipo de tracción o equipo tractor.-** Conjunto del motor reductor con las poleas, ejes, chumaceras que permiten la movilidad del equipo.

**HP.-** Unidad de potencia que desarrolla un motor. Hp = Horse Power = Caballos de Potencia.

**Izaje.-** Es todo dispositivo que permite elevar ó bajar una carga, previamente calculada, en forma segura y controlada.

**Foso, poso o hueco.-** Espacio en el cual viajara la cabina en forma vertical, debe tener un sistema de seguridad adecuado.

**Bastidor:** Armazón de metal que soporta el equipo de tracción.

**Excentricidad.-** Distancia entre el centro geométrico de una pieza y su centro de giro.

**Resistencia a la flexión.-** Resistencia a la acción o efecto de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal.

**Carga nominal.-** Representa la carga que soportara el equipo, se desprecia el peso de los materiales que conforman la cabina.

**Rotor.-** Se denomina así la parte móvil de una máquina rotativa en contraposición con la parte fija, llamada estator, el movimiento puede ser exclusivamente giratorio en torno a su propio eje.

**Trifásico.-** Dícese de un sistema de tres corrientes eléctricas alternas iguales, procedentes del mismo generador, y desplazadas en el tiempo, cada una respecto de las otras dos, en un tercio de período.

**RPM.-** revoluciones por minuto, es la unidad de frecuencia o velocidad angular.

**Polea de tracción.-** una polea es un dispositivo mecánico de tracción o elevación, formado por una rueda acanalada montada en un eje, estos pueden considerarse maquinas simples que constituyen casos especiales de la palanca.

**Acoplado.-** Unir o encajar entre sí dos piezas o cuerpos de manera que ajusten perfectamente.

**Momento torsor.-** Es la componente paralela al eje longitudinal del momento de fuerza resultante de una distribución de tensiones sobre una sección transversal.

**Flexión.-** La sollicitación mecánica a un momento perpendicular el eje longitudinal de un elemento de un mecanismo o de una estructura.

**Inercia.-** Es la propiedad que tienen los cuerpos de permanecer en su estado de reposo o movimiento, mientras no se aplique sobre ellos alguna fuerza o la resistencia que opone la materia al modificar su estado de reposo o movimiento.

**Fluencia.-** Es la deformación irrecuperable de la probeta a partir de la cual solo se recuperara parte de su deformación, la correspondiente deformación elástica, quedando una deformación irreversible, que se puede llegar a producir en el ensayo de tracción.

**Chaveta.-** Es una pieza de sección rectangular o cuadrada que se inserta entre dos elementos que deben ser solidarios entre sí para evitar que se produzcan deslizamientos de una pieza sobre la otra.

**Compresión.-** esfuerzo que aparece cuando una fuerza trata de comprimir un cuerpo.

**Bancada.-** Plataforma fija en la que se instala una maquina o conjunto de ellas.

**Axial.-** Se refiere al plano que divide las secciones superior e inferior del cuerpo o elemento.

**Empotrado.-** Fijar de manera rígida un elemento al piso o pared.

**Apernado.-** Unido a través de pernos.

**Grado SAE 8.-** Norma técnica y química para la fabricación de pernos.

**Norma EN 81.-** Normas de seguridad para la construcción e instalación de los ascensores.

## Bibliografía

- Norma Oficial Mexicana NOM – 053 – SFCI – 2000. Elevadores eléctricos de tracción para pasajeros y carga específica. especificaciones de seguridad y métodos de prueba para equipos nuevos.
- Normas técnicas complementarias sobre criterios y acciones para el diseño estructurales de las edificaciones.
- SHIGLEY, Diseño en Ingeniería Mecánica, 8 Edición, Editorial Mc Graw Hill, México 2008, p. 902.
- SPIRAMULU VINNAKOTA, “Estructuras de acero Comportamiento y LRFD” Primera edición; Editorial Mc. Graw-Hill; Mexico. 2006.
- TIMOSHENKO, G; “Resistencia de materiales”.
- MIROLIUBOV, E., “Resistencia de materiales”; Editorial MIR, Moscú 1985.
- AISC; (1980); “American Institute of Steel Construction, Inc” Octava edición; Chicago, Illinois.
- NORMA ASCE07-05 (1984); “Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures”, tercera edición; Atlanta.
- SHIGLEY JOSEPH EDWARD, CHARLES R. MISCHKE, “Diseño en Ingeniería Mecánica” McGraw-Hill Interamericana de México, 1999
- MIRAVETE ANTONIO, “Elevadores, Principios e innovaciones”, Editorial Reverte, S.A. Barcelona, 2007.

## Bibliografía web

- [http://www.silcon.com.ar/un\\_poco\\_de\\_historia.htm](http://www.silcon.com.ar/un_poco_de_historia.htm)
- <http://commons.wikimedia.org>
- [http://www.depaginas.com.ar/fotosde Cables de acero](http://www.depaginas.com.ar/fotosde_Cables_de_acero)
- <http://www.miningcorp.com/servicios.htm>
- <http://www.conadis.gob.mx/docs/leydiscapacidades.pdf>
- <https://www.industry.siemens.com/>
- [http://www.depaginas.com.ar/fotosde Cables de acero](http://www.depaginas.com.ar/fotosde_Cables_de_acero)
- [http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_mecanica/chavetas/default2.asp](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_mecanica/chavetas/default2.asp)
- <http://www.renner.com.gt/catalogos-n/icm/Catalog-2010-LIC022-1-Spanish.pdf>
- <http://www.acermet.cl/aceros-inoxidables-bobinas-y-planchas.htm>
- <http://www.ipac-acero.com/ipac/pfen004.html>
- [http://www.elevadores.mx/detalles Elevador-Discapacitados](http://www.elevadores.mx/detalles_Elevador-Discapacitados)