



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE QUITO**

**CARRERA DE MECATRÓNICA**

**REDISEÑO DE UN ASCENSOR DE 800 KG DE CAPACIDAD PARA 5 PERSONAS  
IMPLEMENTADO POR LA EMPRESA ASYTEC**

Trabajo de titulación previo a la obtención  
del Título de Ingeniero/a en Mecatrónica

**AUTORES:**

Shirley Jhosset Cargua Cargua

Eddy Santiago Gualacata Noroña

**TUTOR:**

Alejandra Lorena Fernández Yáñez

Quito – Ecuador

2022

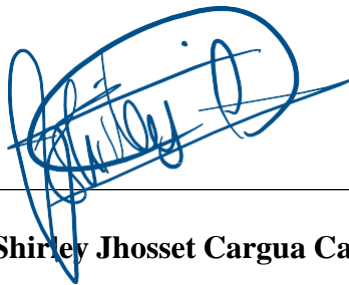
**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

Nosotros, Shirley Jhosset Cargua Cargua con documento de identificación N° 1752872885 y Eddy Santiago Gualacata Noroña con documento de identificación N° 1727264903; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro, la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

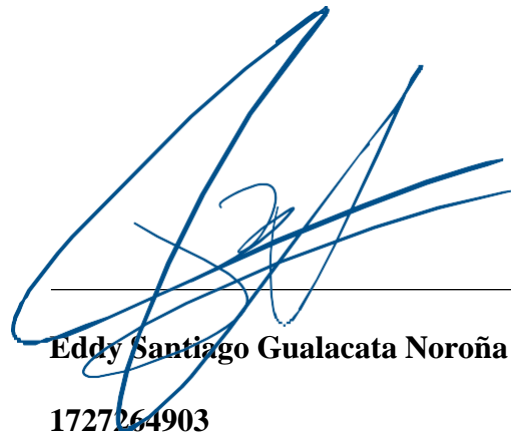
Quito, 26 de septiembre de 2022

Atentamente,



---

**Shirley Jhosset Cargua Cargua**  
**1752872885**



---

**Eddy Santiago Gualacata Noroña**  
**1727264903**

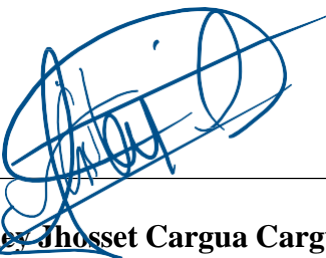
## **CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Shirley Jhosset Cargua Cargua con documento de identificación N° 1752872885 y Eddy Santiago Gualacata Noroña con documento de identificación N° 1727264903, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Dispositivo Tecnológico “Rediseño de un Ascensor de 800 kg de capacidad para 5 personas implementado por la empresa Asytec”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero/a en Mecatrónica, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.


Quito, 26 de septiembre del año 2022

Atentamente,



---

**Shirley Jhosset Cargua Cargua**  
**1752872885**



---

**Eddy Santiago Gualacata Noroña**  
**1727264903**

## **CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Lorena Alejandra Fernández Yánez, con documento de identificación N° 1717366098, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: REDISEÑO DE UN ASCENSOR DE 800 KG DE CAPACIDAD PARA 5 PERSONAS IMPLEMENTADO POR LA EMPRESA ASYTEC, realizado Shirley Jhosset Cargua Cargua con documento de identificación N° 1752872885 y Eddy Santiago Gualacata Noroña con documento de identificación N° 1727264903, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de un Dispositivo Tecnológico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 26 de septiembre del año 2022.

Atentamente,



Ing. Alejandra Lorena Fernández Yánez, MSc  
1717366098

## **DEDICATORIA**

Este proyecto de titulación lo dedico primero a Dios porque es uno de los pilares fundamentales por brindarme esa fortaleza para mi formación académica. A mi madre Luz Amelia que ha sido mi motivación principal, la persona que me guio en cada etapa de mi vida, por instruirme a luchar por mis sueños y ser un ejemplo de vida. A mi abuelito Esperidión que hoy no puede estar a mi lado, pero siempre lo he tenido presente conmigo siendo otra de mis inspiraciones primordiales, de igual manera a mi abuelita Filomena por sus consejos que me ayudan a ser profesional en todo lo que haga. A mis hermanos Fanny, Klever, Wilian y Yadira que han sido un ejemplo, gracias a sus consejos, y apoyo incondicional me animaron a seguir en este largo proceso sin desmayar y que no dejase de estudiar. A mi cuñado William Mendoza que ha estado instruyéndome y apoyándome en mi carrera como profesional, brindarme su apoyo sin importar las circunstancias. Finalmente, a mis amigos que han estado presentes en esta larga trayectoria, pero en especial a Eddy que ha sido una fuente de inspiración, por apoyarme sin necesitar nada a cambio, motivarme día a día para culminar la carrera, y estar cuando más lo necesito, siempre en los momentos más difíciles demostrándome así el verdadero significado de la amistad.

Shirley Jhosset Cargua Cargua

## **DEDICATORIA**

El proyecto de titulación lo quiero dedicar principalmente a Dios, quien me dio la dicha de la vida y me permitió el haber llegado lejos en mis metas y jamás abandonarme. A mis padres Sonia y Edison quienes han sido el pilar más importante, gracias a su cariño y apoyo incondicional que me brindan a pesar de nuestras diferencias de opiniones. A mi hermano Daniel que me ve como un ejemplo no solo en lo académico sino como ejemplo de vida y superación. A mis abuelitos Pedro y Vicente que desde el cielo me apoyan y me brindan su luz de la sabiduría y me dan la fuerza que necesito en momentos de molición. A mi compañera de vida Niki quien me apoyo en los momentos más difíciles y donde las ganas eran nulas en mí ser, que gracias a su apego no dejo que me dé por vencido. Finalmente quiero dedicar este proyecto a todos mis amigos y amigas, por darme su apoyo y brindarme una mano cuando lo necesitaba, mil gracias.

Eddy Santiago Gualacata Noroña

## **AGRADECIMIENTO**

No me alcanzaría las palabras para poder agradecer a todas las personas que se involucraron en el proyecto; sin embargo, mis padres se merecen un mérito especial ya que gracias a su esfuerzo y dedicación pude culminar mis estudios y me apoyaron en los momentos donde todo parecía pedido. De la misma manera, agradezco a mi Tutora de tesis la Ingeniera Alejandra Fernández, que, gracias a sus consejos, correcciones y su manera única de impartir su conocimiento hoy puedo culminar con mi proyecto. A mis profesores que me vieron crecer como persona y que supieron brindarme de su intelecto, gracias a ellos hoy me siento afortunado y contento. Así mismo, quiero agradecer a mi colega de proyecto Shirley quien también es mi mejor amiga y me enseñó el valor de la amistad incondicional. Extender mi agradecimiento a la empresa ASYTEC ascensores por permitirnos ejecutar nuestro proyecto y nos brindaron la ayuda necesaria así también como la tutela de expertos en el área de modernización de ascensores.

Eddy Santiago Gualacata Noroña

## **AGRADECIMIENTO**

Estoy tan agradecida en especial con mi madre que ha estado presente siempre cuando más lo necesito, por inspirarme a luchar por lo que quiero y conseguirlo sin importar lo difícil que sea, superarme cada día y ser una persona de bien para vencer cada obstáculo en el que me encuentre. Asimismo, agradezco a los Ingenieros que han aportado su conocimiento en mi formación universitaria y darme la apertura de culminar mi carrera con éxito. También a mi tutora de proyecto MSc. Alejandra Fernández por toda la paciencia y dedicación que le ha aportado, ya que con su conocimiento he podido lograr y aprender de manera más estructurada el proceso de mi proyecto. Y finalmente agradecer a la empresa ASYTEC que me permitieron llevar a cabo la parte práctica de nuestro proyecto brindándonos la ayuda necesaria para nuestra formación profesional en el área de modernización de ascensores, gracias a ellos se pudo culminar de manera exitosa todo el proceso requerido.

Shirley Jhosset Cargua Cargua



## ÍNDICE

RESUMEN .....	I
ABSTRACT .....	II
INTRODUCCIÓN .....	III
OBJETIVOS .....	V
Objetivo general .....	V
Objetivos específicos .....	V
CAPÍTULO I .....	1
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....	1
1.1 Ascensor .....	1
1.1.1 Partes del Ascensor .....	1
1.2 Análisis y estudio de alternativas .....	5
1.2.1 Seguridad .....	8
1.2.2 Tiempo de construcción .....	8
1.2.3 Estético .....	8
1.2.4 Rapidez .....	8
1.2.5 Construcción de Diagramas Eléctricos .....	9
1.2.6 Económico / Costo .....	9
CAPÍTULO II .....	10
CÁLCULOS .....	10
2.1 Carga neta .....	10
2.2 Cabina .....	10
2.2.1 Determinación de la capacidad de personas en el edificio .....	11
2.2.2 Velocidad de ascensor .....	11
2.2.3 Cálculo de velocidad .....	12
2.2.4 Capacidad de tráfico= a % .....	12
2.2.5 Tiempo de espera .....	12
2.2.6 Cálculo del tráfico de personas .....	13
2.2.7 Tiempo total de viaje .....	13
2.3 Empuje Horizontal .....	15
2.3.1 Cálculo del número de espiras activas .....	21
2.3.1 Flecha de las guías .....	19
2.4 Cables de suspensión .....	22
2.4.1 Fuerza de frenado .....	17
2.4.1 Comprobación del cable .....	22
2.5 Cálculo de amortiguador .....	19

2.7	Cálculo del motorreductor (potencia) .....	23
2.7.1	Potencia a CV .....	23
CAPÍTULO III .....		25
IMPLEMENTACIÓN .....		25
3.1	Inspección técnica .....	25
3.1.1	Inspección de la sala de máquinas y ducto .....	25
3.1.2	Inspección de cabina y sobre cabina.....	26
3.2	Desmontaje .....	27
3.3	Caja de control .....	28
3.4	Tablero de control .....	32
3.5	Control normal / inspección (N/I).....	34
3.6	Nivelación de pisos y sensor de puertas de cabina. ....	34
3.7	Decoración de cabina.....	36
3.8	Fabricación de pesas de contra peso .....	37
3.9	Alineación de guías de contrapeso.....	37
3.10	Nivelación de puertas de cabina .....	38
3.11	Lubricación de guías .....	38
3.12	Mantenimiento del motorreductor .....	39
3.13	Potenciación del motorreductor .....	39
3.14	Ensamblaje de botoneras de hall.....	40
3.15	Programación final de control.....	41
3.15.1	Programación de variador.....	41
3.15.2	Corrección de errores en tarjeta de control.....	42
3.16	Pruebas de funcionamiento .....	42
CAPÍTULO IV .....		44
COSTOS Y PRESUPUESTO .....		44
4.1	Elementos de fabricación .....	44
4.2	Mano de obra indirecta .....	45
4.3	Resumen de costos realizados.....	46
CAPÍTULO V .....		47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		47
5.1	Conclusiones .....	47
5.2	Recomendaciones .....	48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		49

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Matriz QFD con relación entre necesidad y requerimiento del usuario.....	6
Figura 2. Grado de relación en la matriz QFD. ....	6
Figura 3. Relación de los requerimientos del usuario en la matriz QFD.....	7
Figura 4. Matriz QFD y la relación con empresas que brindan un servicio similar .....	7
Figura 5. Medidas de la cabina. ....	11
Figura 6. Empuje horizontal sobre las guías.....	15
Figura 7. Posición de los amortiguadores en foso. ....	19
Figura 8. Tablero de control con bobinas y contactores.....	25
Figura 9. Control manual / inspección en deterioro .....	26
Figura 10. Desmontaje de tablero de control.....	27
Figura 11. Desmontaje de Botoneras de cabina y hall y separación de indicadores. ....	28
Figura 12. Caja de control y caja con medidas.....	29
Figura 13. Ensamblaje de rielín y canaleta.....	29
Figura 14. Caja de control con contactores y portafusibles.....	30
Figura 15. Tarjeta de control de marca ASYTEC y conexión de partes electrónicas y medidor de voltaje .....	30
Figura 16. Conexión de fuentes, conexión de variador y tarjeta central. ....	31
Figura 17. Encendido de placa central y caja de control terminada .....	32
Figura 18. Instalación de tablero de control. ....	32
Figura 19. Conexión de borneras y separación con correas, conexión de fuentes de 12 y 24 V. ....	33
Figura 20. Encendido de placa de control. ....	33
Figura 21. Instalación y diagrama de conexión de caja de control N/I .....	34
Figura 22. Instalación de rayos de luz en puertas de cabina.....	35
Figura 23. Pruebas de sensores.....	36
Figura 24. Agujero para adherencia e instalación de porcelanato. ....	36
Figura 25. Piso del ascensor terminado. ....	37
Figura 26. Aceitera .....	38
Figura 27. Frente Horizontal ..... finalizado del motorreductor.....	39
Figura 28. Etiqueta de programación de controlador y lector.....	46
Figura 29. Vista esquemática de los componentes del variador.....	47
2.5 Cálculo de amortiguador.....	19

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones de dimensión de cabina.[10] .....	11
Tabla 2. Tabla de referencia de la capacidad de personas en el edificio [10] .....	11
Tabla 3. Velocidad del ascensor con respecto al número de pisos. [10] .....	12
Tabla 4. Capacidad de tráfico. [10] .....	12
Tabla 5. Tiempo de espera con respecto al tipo de edificio en el que se trabaja. [10] ...	13
Tabla 6. Tabla de dimensiones (mm).[28].....	15
Tabla 7. Características de guías. [28].....	15
Tabla 8. Pruebas que debe cumplir el ascensor .....	43
Tabla 9. Costo de elementos utilizados para la modernización. Los autores .....	44
Tabla 10. Costo mano de obra indirecta. Los autores .....	46
Tabla 11. Resumen de costos para la modernización. Los autores .....	46



## RESUMEN

Este proyecto tiene como finalidad la modernización de un ascensor de 800 Kg de capacidad para cinco personas que incluye el cambio de todas las piezas, elementos y componentes obsoletos por tecnología moderna para incrementar la seguridad del viaje vertical para el usuario cumpliendo con las normas INEN art.5.1.2, art.5.3, art. 5.4, art.5.5, art.5.6, art 5.9, art 5.10, art 5.12, art 5.13 establecidas para ascensores.

El desarrollo tiene como apertura el marco teórico que plantea los detalles básicos de las partes y componentes a modernizar de un ascensor. Utilizando el estudio pertinente de Quality Function Deployment (QFD) se eligen las alternativas que cumplen con las necesidades del usuario los cuales exigen normativas de seguridad en torno a la modernización del ascensor, también se realiza un protocolo de pruebas de los componentes y piezas instaladas.

Se efectúa los cálculos estructurales de los diversos componentes que sirven para constatar la carga que deben elevar y los esfuerzos a los que deben ser sometidos dentro de su funcionamiento diario, para de esta forma determinar los dispositivos a ser reemplazados. Se caracteriza cada componente que se va a ensamblar conociendo su funcionamiento para su modernización evitando fallas en su desempeño habitual.

La implementación del proyecto se divide en etapas mecánicas y electrónicos que deben seguir un orden el cual se detalla al terminar la inspección técnica. Se realizan pruebas para verificar que el funcionamiento del ascensor cumpla tanto las necesidades establecidas por el usuario como con las normas INEN art.5.1.2, art.5.3, art. 5.4, art.5.5, art.5.6, art 5.9, art 5.10, art 5.12, art 5.13

Finalmente se establecen conclusiones en base a los resultados obtenidos, y se especifican algunas recomendaciones para mantener un desempeño óptimo en la modernización.

### **Palabras clave:**

Ascensor, variador de velocidad, desarrollo tecnológico.

## **ABSTRACT**

The present Project has as objective the modernization of an elevator of 800 kg of capacity for five people, also it includes the change of all pieces, elements and obsolete components for the modern technology to increase the vertical travel safety to the user complying with the INEN standards established for elevators.

The development has as opening the theoretical framework that raises the basic details of the parts and components to be modernized of an elevator. Using the pertinent study of the Quality Function Matrix (QFD), the alternatives that meet the needs of the user are chosen, which require safety regulations regarding the modernization of the elevator, a testing protocol of the components and installed parts.

The structural calculations of the various components that serve to verify the load they must lift and the efforts to which they must be subjected within their daily operation are carried out, in order to determine the devices to be replaced. Each component to be assembled is characterized knowing its operation for its modernization avoiding failures in its usual performance.

The implementation of the project is divided in mechanic and electric stages that must follow an order which is detailed at the end of the technical inspection. Tests are carried out to verify the operation of the elevator fulfill both the needs established by the user and the INEN standards.

Finally, the conclusions are established based on the obtained results, some recommendations are specified to maintain optimal performance in the modernization.

### **Keywords:**

Lift, variable speed drive, technological development.

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de titulación tiene como objetivo modernizar mecátronicamente un ascensor de la marca OTIS por tecnología de la empresa ASYTEC para otorgar un nivel de seguridad alto en el viaje para el usuario [1].

Dado que los ascensores tienen fallas de seguridad tanto de velocidad como de frenado desnivel de pisos y de rebote, los cables, contactores están en estado de deterioro lo que genera cortocircuitos, y no son adecuados para su correcto uso y sus bobinas se dañan en un lapso menor a lo que debería. Si dentro de un control de maniobras del elevador existen fallas en sus partes electrónicas que causen bajo rendimiento del mismo, estarían infringiendo con las normativas del Instituto Ecuatoriano de Normalización [2].

Es relevante este proyecto porque se rediseña el ascensor colocando elementos de tecnología actual, lo que favorecerá el control de su seguridad, velocidad y frenado, además se realizará en menor cantidad mantenimientos preventivos y correctivos. Para su desarrollo se tomará de referencia las medidas establecidas del ducto, cabina, foso y cuarto de máquinas del ascensor a modernizar, este contará con un motor reductor que será controlado por la tarjeta de marca ASYTEC junto con la programación dentro de un Variador, el cual tendrá parámetros para un frenado más suave evitando un colapso de estructura y accidentes del usuario [3].

La ventaja de aplicar tecnología moderna en un ascensor que está en deterioro por su antigüedad es que mediante elementos mecátrónicos se puede regular las velocidades de subida, bajada y motores de puertas mediante parámetros de programación donde se puede monitorear cada acción que realice el ascensor, haciendo que la experiencia de viaje sea más cómoda y segura [4].

Con la modernización se podrá obtener un nivel de rendimiento alto que cuente con las seguridades necesarias y no represente un riesgo para los usuarios. Además, se reutilizará



el mayor número de piezas funcionales que tenga el antiguo ascensor con el objetivo de poder reducir costos y no acumular basura, de esta manera evitar la contaminación del medio ambiente.

Dentro del proyecto se exhiben los soportes teóricos, cálculos estructurales y conexiones eléctricas – electrónicas, por último, se realiza las pruebas que arrojan los resultados pertinentes a cumplir dentro de la modernización [5].

## **OBJETIVOS**

### ***Objetivo general***

Rediseñar los parámetros mecatrónicos de un ascensor para transporte de 5 personas con una capacidad de 800 Kg, implementado por la empresa ASYTEC.

### ***Objetivos específicos***

- Analizar el funcionamiento del ascensor instalado para determinar el estado actual de sus componentes.
- Seleccionar los elementos mecatrónicos que permitan repotenciar el equipo para que cumpla las normas vigentes en el país.
- Realizar pruebas de funcionamiento del sistema para verificar que el ascensor opere de acuerdo con la normativa.



# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

### *1.1 Ascensor*

También llamado sistema de transporte vertical está construido para la movilización de los usuarios, diseñado para ascenso y descenso en distintos niveles de altura en estructuras en que se los encuentre. Dispone de una parte mecánica y eléctrica que tienen un medio de suspensión propio. Para el desplazamiento vertical el sistema utiliza guías rígidas para mayor seguridad [6].

#### *1.1.1 Partes del Ascensor*

##### *1.1.1.1 La Cabina*

Dentro del ascensor existe un elemento que es constitutivo y que es el más visible, es la cabina de transporte [7]. Para que la cabina se desplace por las guías necesita de un elemento metálico que la sujete como el bastidor o chasis. En un inicio las cabinas no contaban con puertas, pero comenzaron a surgir atrapamientos cuando la cabina iba en ascenso convirtiéndose en acciones mortales, por tal motivo se realizó un diseño donde se aconsejaba la instalación de puertas. En la actualidad los ascensores y montacargas que tengan una velocidad mayor a los 0,25 m/s están en la obligación de contar con una estructura que tenga puertas [8].

##### *1.1.1.2 Contrapeso*

El contrapeso está presente en la mayoría de los ascensores eléctricos. El motorreductor no tiene que desplazar todo el peso de la cabina ya que el contrapeso cuenta con una masa uniforme a la cabina, a esto se suma la mitad de peso límite lícito o autorizado, el motorreductor solo moverá una parte de la cabina [9]. El material que se utiliza para la fabricación es hierro u hormigón, construido en forma de piezas redondas

o rectangulares. La finalidad del contrapeso es compensar el peso de la cabina y una fracción de la carga nominal, que por lo general es del 50%. Con esta acción se acorta el peso que debe remolcar el grupo tractor, reduciendo la potencia precisa para ascender la cabina [10].

#### ***1.1.1.3 Las guías***

Las guías, cables o raíles están encargados de guiar la trayectoria de la cabina y el contrapeso del ascensor. Deben tener una solidez acorde con el peso total de la cabina sumado la carga neta, teniendo en cuenta que deben estar aplomadas de una manera impecable para que sirvan de apoyo en una situación de estropicio de los cables [11].

#### ***1.1.1.4 Guías de Cabina***

Son aquellas que aseguran un adecuado desplazamiento de la cabina como del contrapeso a lo largo de sus orificios. Estas se fabrican con acero para tener la rigidez suficiente, el perfil más usado es el de forma de T porque son los que mayor calibración y mecanizado poseen. Cabe mencionar que las guías deben tener un correcto cálculo de resistencia para poder asegurar la sustentabilidad de la cabina en la que se trabaje [12].

#### ***1.1.1.5 Guías de Contrapeso***

Por lo general la mayoría de estas guías suelen estar situadas en la cabina del elevador o en su contrapeso. Su funcionamiento consiste en obstruir una colisión, tiene un diseño con perfil en T en el cual al efectuarse un desplazamiento entre cabina del ascensor y contrapeso no emite colisiones ni obstáculos [13].

#### ***1.1.1.6 Sistema de Elevación y Suspensión***

Tiene como objetivo disminuir considerablemente el consumo de energía que el elevador posee para su correcto funcionamiento. Para ello se debe tener en consideración los siguientes implementos propios de elevación y suspensión en el elevador [14].

- Los Cables
- Cables de Compensación
- Cables de Tracción

#### ***1.1.1.7 Sala de Máquinas***

Espacio físico donde se aloja la maquinaria del elevador, este sitio es uno de los más importantes para los técnicos porque se podrá realizar una inspección técnica del control de maniobras cuando el ascensor esté en funcionamiento o presente alguna falla [15].

#### ***1.1.1.8 Variador***

Es un instrumento que se lo sitúa en la maniobra, el cual ayuda a disminuir la potencia del elevador, suprimiendo así los altos picos de consumo al momento de su arranque haciendo que trabaje de manera más lenta pero con una reducción de consumo considerable [16].

#### ***1.1.1.9 Tarjeta de control***

La tarjeta utiliza el método de comunicación Bus CAN serial, lo que hace que el cableado sea más simple y disminuyan en gran cantidad las conexiones por cables. Tiene resistencia antiestática y no tiene interferencias electromagnéticas, otra de su función es la de protección de sobreintensidad [17]. Tiene la característica de tener varias salidas de señal lo que permite varias funciones, haciendo posible añadir timbre de llegada, control de luz de cabina, alarma sonora de cabina, indicador, luz sobre cabina, control de normal/inspección. Con todas estas funciones hace que la tarjeta junto con el variador sea esencial para que el elevador tenga un rendimiento óptimo y no presente fallas en sus viajes [18].

#### ***1.1.1.10 El grupo tractor***

Es el encargado de que se produzca la circulación y parada del ascensor. Consta de la máquina, el motor eléctrico y el freno [19]. El motor eléctrico está fabricado especialmente para un ascensor. Enlazado a través de un acople a la máquina y por medio del sistema reductor, se marca al eje de la polea tractor la rapidez del viaje de la cabina. Se produce por cohesión entre la polea y los cables de acero, que están ligados a la cabina y contrapeso. Finaliza el grupo el frenado, que es electromagnético y junto con las zapatas detiene el equipo, cuando desiste el suministro eléctrico al motor. Realizar un mantenimiento de los componentes es de suma importancia para asegurar una vida útil, un desempeño óptimo en su funcionamiento y servicio del ascensor [20].

#### ***1.1.1.11 Motor***

Varían dependiendo de la velocidad nominal y servicio que posee el elevador, proveen la fuerza adecuada para su desplazamiento. Actualmente la gran mayoría de motores para los ascensores son reemplazados por modelos más actualizados para perfeccionar su eficacia, es por ello que existen motores de velocidades, motores con convertidor de frecuencia y motores reductores los cuales se utilizan dependiendo su necesidad [21].

#### ***1.1.1.12 Sistema de Frenado***

Por lo general son idénticas para una o dos velocidades. Lo único que diferencia es la vida útil de las zapatas. En otras palabras, un ascensor que tiene una velocidad soporta más que uno de dos velocidades o de velocidad variable. Asimismo, la nivelación, sólo si es que hay una velocidad es menos exacto que la de dos velocidades, habiendo el idéntico modelo de freno [22]. Dentro de sus sistemas se encuentran diferentes tipos de frenos, cada uno con diferente funcionalidad como lo son:

- Freno Mecánico
- Freno Eléctrico

- Freno de Emergencia

#### ***1.1.1.13 Puertas de Cabina***

Componen el medio de entrada o de acceso a la cabina y están vinculadas mecánicamente a ella. En la mayoría de los casos son de manejo automático regulado por el funcionamiento del ascensor. La hoja u hojas del despliegue se da de forma horizontal o vertical que se accionan por un motorreductor y son guiadas en sus extremos inferior y superior [23]. Los ascensores en función de su escala y su uso logran incorporar diferentes tipos de puertas como las manuales, semiautomáticas o automáticas y de guillotina.

#### ***1.1.1.14 Mantenimiento de ascensores***

Antes de realizar cualquier trabajo en los elevadores deben instalarse carteles de advertencia para los usuarios. Preliminar al manejo de dispositivos de comunicación en la ejecución de maniobras debe verificarse que en estos no haya interferencias con otros equipos y durante las tareas de mantenimiento las unidades deben tener buena iluminación en toda el área de trabajo [24]. Luego de las reparaciones se comprueba que no han sido rectificadas el enlace entre el equipo y contrapeso. Como recomendación para el buen mantenimiento es volver a emplear las defensas de cada uno de los equipos y con todos los procedimientos de anclaje existentes [25].

### ***1.2 Análisis y estudio de alternativas***

Para el análisis respectivo de las alternativas se toma en cuenta los requerimientos del usuario y cómo se pueden solventar cada uno de ellos, con base en estas necesidades se opta por buscar las mejores opciones tomando como guía la matriz Quality Function Deployment (QFD), que me muestra en la Figura 1.



				Columna	1	2	3	4	5	6	7	8
				Dirección de mejora Mínimo (▼), Máximo (▲)	▲	▲	▲	▼	▲	X	▲	
Fila #	Valor máximo de la relación en la fila	Peso relativo	Peso / Importancia	Características de calidad (también conocidas como "requisitos funcionales")	Materiales Nuevos	Motor y Variador	Tecnología Importada	Conexiones Implementadas	Mano de Obra	Paradas de Montacarga	Cumplimiento de Normas	
				Calidad exigida (también conocida como "requisitos del cliente" o "Qué")								
1	9	13,7	7,0	Estético	⊖	▲	○	▲	○	▲	⊖	
2	9	9,8	5,0	Rápido	○	⊖	○	○	▲	▲	▲	
3	9	17,6	9,0	Moderno	⊖	○	⊖	▲	▲	▲	○	
4	3	9,8	5,0	Diagramas Eléctricos	▲	○	▲	▲	○	▲	▲	
5	9	15,7	8,0	Tiempo de construcción	○	○	▲	○	⊖	⊖	○	
6	9	15,7	8,0	Económico	⊖	⊖	⊖	○	⊖	○	▲	
7	9	17,6	9,0	Seguro	⊖	⊖	○	○	⊖	▲	⊖	
8												

Figura 1. Matriz QFD con relación entre necesidad y requerimiento del usuario. Los autores

Obtenidas las mejores opciones, se las relaciona dependiendo del grado de importancia de estas, teniendo así una relación muy baja, moderada y fuerte, que se representan con los símbolos especificados en la Figura 2.

Leyenda		
⊖	Relación fuerte	9
○	Relación media	3
▲	No hay relación	1

Figura 2. Grado de relación en la matriz QFD. Los autores

Terminado el proceso anterior, se procede a relacionar únicamente los requerimientos del usuario, seleccionando los factores más importantes en la parte superior de la QFD mostrada en la Figura 3.

Fila #	Valor máximo de la relación en la fila	Peso relativo	Peso / Importancia	Características de calidad (también conocidas como "requisitos funcionales")	Columna												
					1	2	3	4	5	6	7	8					
				Calidad exigida (también conocida como "requisitos del cliente" o "Qué")													
					Material Nuevos	Motor y Variador	Tecnología Importada	Conexiones Implementadas	Mano de Obra	Paradas de Montacarga	Cumplimiento de Normas						
					▲	▲	▲	▼	▲	X	▲						

Figura 3. Relación de los requerimientos del usuario en la matriz QFD. Los autores

Para terminar, se procede a comparar simultáneamente con otras empresas que brinden un servicio similar, lo que se muestra en la Figura 4, para saber finalmente cuáles son las alternativas a utilizar.

Fila #	Valor máximo de la relación en la fila	Peso relativo	Peso / Importancia	Características de calidad (también conocidas como "requisitos funcionales")	Competitive Analysis (0=Worst, 5=Best)					
					NUESTRA EMPRESA	COEKO	Schindler	KEYCO	ASYTEC	Competitor 5
1	9	13,7	7,0	Estético	5	4	3	3	4	2
2	9	9,8	5,0	Rápido	5	3	2	1	4	2
3	9	17,6	9,0	Moderno	5	5	4	3	5	1
4	3	9,8	5,0	Diagramas Eléctricos	4	5	4	3	3	2
5	9	15,7	8,0	Tiempo de construcción	5	4	2	2	3	1
6	9	15,7	8,0	Económico	4	2	2	3	3	2
7	9	17,6	9,0	Seguro	5	5	4	4	4	3

Figura 4. Matriz QFD y la relación con empresas que brindan un servicio similar. Los autores

Analizando todos los aspectos mencionados, se determina que las alternativas que se usaran en el proyecto son seguridad, tiempo de construcción, estético, rapidez, construcción de diagramas eléctricos, económico / Costo.

### ***1.2.1 Seguridad***

Para establecer la seguridad del elevador hay que considerar que las guías estén con buena lubricación y posicionadas de manera apropiada, así como el acabado de la estructura con materiales resistentes, un idóneo nivel de pisos, programación adecuada del variador de acuerdo a las normativas planteadas por el INEN [26].

### ***1.2.2 Tiempo de construcción***

Para definir un tiempo estimado de modernización es primordial realizar una inspección técnica para conocer las características del elevador y poder llegar a un cronograma definido. De la misma manera es necesario conocer el tiempo en el cual se trabaja bajo contrato con la empresa que requiere la modernización, porque se debe cumplir una cláusula de tiempo [27].

### ***1.2.3 Estético***

Para determinar este factor es necesario saber que la mayoría de los elementos del elevador pueden ser reemplazados ya sea en el techo, suelo, paneles, botoneras de hall y cabina. Con estos cambios se logrará facilitar el uso del mismo equipo obteniendo una mejor acogida y aceptación por parte del usuario.

### ***1.2.4 Rapidez***

Para establecer la rapidez del elevador, se debe tomar en cuenta su motor el cual debe cumplir con las características que se otorguen a su funcionamiento (peso, tamaño, frenado). Adicionalmente hay que considerar el variador, que elimina los picos de

consumo al momento de arranque y frenado incrementando la eficiencia de sus motores alargando la vida útil del ascensor.

### ***1.2.5 Construcción de Diagramas Eléctricos***

Los diagramas usados se encuentran estandarizados desde su fábrica y estos dependen de los componentes que se vayan a emplear en la modernización como el Variador, la placa de control, contactores los cuales tienen derivaciones de señales, es de suma importancia saber cómo están distribuidas sus conexiones para evitar algún fallo o cortocircuito en especial en la placa de control, ya que si existiese una conexión errónea o mala alimentación al momento de conectar los componentes electrónicos, su funcionamiento llegará a fallar por completo, perjudicando así el trabajo realizado.

### ***1.2.6 Económico / Costo***

El valor neto para una modernización depende de las características del elevador y de la estructura ya que varía en función del número de pisos, carga, velocidad y el tipo de edificio en el que se trabaja ajustándose así al presupuesto que sea accesible para el usuario, los costos pueden variar a la baja con la optimización de diseño y uso de materiales de gama media.

## CAPÍTULO II

### CÁLCULOS

Este capítulo abarca los cálculos necesarios para la modernización del ascensor, considerando el número de niveles de pisos, espacio de la planta, densidad de la población ( $m^2/persona$ ), la altitud de la edificación, tiempo de paradas, el porcentaje de personas a transportar en 5 min, el tiempo de espera y velocidad máxima para un correcto desempeño en su funcionamiento.

#### 2.1 *Carga neta*

De acuerdo con la inspección técnica realizada y los datos obtenidos de las personas encargadas del edificio se pudo deducir que los residentes tienen una estatura media entre 1,70m a 1,80m con un peso que rodea los 80 kg a 90 kg, pero se sabe que es un edificio residencial por lo que las personas también utilizan el ascensor para transportar objetos con cargas adicionales. Por lo que se asume una media de 10 Kg como peso adicional.

$$\begin{aligned} \text{Carga neta} &= 80Kg * 6 \text{ personas} = 480 Kg + 10 Kg (\text{peso adicional}) \\ &= 490 Kg \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{Carga neta} &= 90kg x 6 \text{ personas} = 540kg + 10kg (\text{peso adicional}) \\ &= 550 kg \end{aligned} \quad (2)$$

Por fines de cálculos el peso se aproxima a los 600 Kg.

#### 2.2 *Cabina*

Según la información obtenida en la inspección técnica del ascensor se obtuvo que las dimensiones de la cabina son de 2,20 m de alto, 2,12 m de fondo y 1,70 m de ancho. El diseño con las dimensiones de la cabina se muestra en la figura 23.

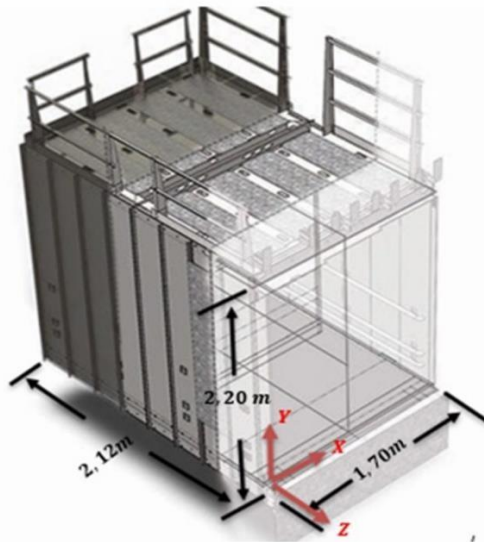


Figura 5. Medidas de la cabina. Los autores

En la Tabla 1 se muestran las especificaciones de las dimensiones de la cabina.

Tabla 1. Especificaciones de dimensión de cabina [10].

Carga nominal (kg)	Área cabina (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Pasajeros promedio
800	2,12x1,70	2,20	6

### 2.2.1 Determinación de la capacidad de personas en el edificio

En la Tabla 2 se describe cuánto espacio ocupa una persona en la cabina cuando el ascensor está ubicado en una edificación residencial.

Tabla 2. Tabla de referencia de la capacidad de personas en el edificio [10].

Tipo de uso del edificio	Superficie por persona m <sup>2</sup>
Edificio Residencial	2

### 2.2.2 Velocidad de ascensor

En la Tabla 3 se muestra el rango de la velocidad estandarizada para ascensores que tengan entre 6 a 10 pisos de recorrido.

**Tabla 3.** Velocidad del ascensor con respecto al número de pisos [10].

Número de pisos	Velocidad m/min.
De 6 a 10 pisos	60 a 150

### 2.2.3 Cálculo de velocidad

Tomando como referencia la Tabla 3 se realizó el cálculo de la velocidad para corroborar que esté dentro del rango.

$$V = \frac{\text{recorrido}}{\text{tiempo en subir y bajar}}$$

$$V = \frac{30m}{16 \text{ seg}} = 1,87 \text{ m/s} = 112 \text{ m/min} \quad (3)$$

El valor de 30m corresponde a la edificación y con el valor obtenido de 112 m/min se verifica que la velocidad está dentro del rango estandarizado de los ascensores.

### 2.2.4 Capacidad de tráfico= a %

En la Tabla 4 se muestra el porcentaje de tráfico de personas que circulan en un viaje ya sea de subida o de bajada en un tiempo de 5 min

**Tabla 4.** Capacidad de tráfico [10].

Tipo de edificio	Porcentaje de población 5 min
Vivienda	8 a 10%

### 2.2.5 Tiempo de espera

En la Tabla 5 se refleja el tiempo de espera estimado en un viaje dentro de un edificio con carácter residencial.

**Tabla 5.** Tiempo de espera con respecto al tipo de edificio en el que se trabaja [10].

Tipo de edificio	Tiempo seg.
Edificios Residenciales	60 seg.

### 2.2.6 Cálculo del tráfico de personas

Con los valores de la Tabla 1, Tabla 3, y Tabla 5 se puede realizar el cálculo de tráfico de personas que permite conocer cuántas personas se van a transportar en 5 min.

Número de personas transportadas en 5 minutos= N°P

$$N^{\circ}P. = \frac{(S * Np * a\%)}{m^2 \text{ por persona}}$$

Donde

S: superficie de la cabina

Np: Número de pisos a servir

a%: Porcentaje de personas a transportar en 5 minutos= Capacidad de tráfico

$$N^{\circ}P. = \frac{(3,60 \text{ m}^2 * 8 * 0,1)}{2m^2} \quad (4)$$

$$N^{\circ}P. = 3 \text{ personas}$$

El resultado obtenido indica que en un tiempo de 5 min se puede transportar 3 personas en diferentes viajes.

### 2.2.7 Tiempo total de viaje

Tiempo total de viaje = TT (Tiempo total de duración del viaje en seg)

$$h = 30 \text{ m}$$

$$TT = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$$

Donde:

t1: Es el tiempo referente a la velocidad



$$t_1 = \frac{2h \times 60}{V}$$

Donde:

h: Altura del edificio en metros

V: Velocidad del elevador ( $m/s$ )

N° paradas: número de pisos a servir

$$t_1 = \frac{2(30m)(60)}{60 \text{ m/seg}} = 60_s \quad (5)$$

Este resultado inicial de 60 seg es esencial para el cálculo final del tiempo total de viaje.

t2: tiempo total de ajuste y maniobra.

$$t_2 = 2_s * N^\circ \text{ paradas}$$

$$t_2 = 2(8) = 16_s \quad (6)$$

t3: tiempo de duración de apertura de las puertas.

$$t_3 = 5_s * N^\circ \text{ paradas}$$

$$t_3 = 5(8) = 40_s \quad (7)$$

t4: tiempo que se demora para abrir y cerrar las puertas.

$$t_4 = 5 \text{ seg} * N^\circ \text{ paradas}$$

$$t_4 = 5(8) = 40_s \quad (8)$$

$$TT = 60_s + 16_s + 40_s + 40_s \quad (9)$$

$$TT = 156_s$$

El resultado obtenido de 156<sub>s</sub> es el tiempo total de viaje que va a realizar el ascensor.

### 2.3 Empuje Horizontal

El ascensor para modernizar debe soportar una carga de 800 Kg, tomando como referencia.

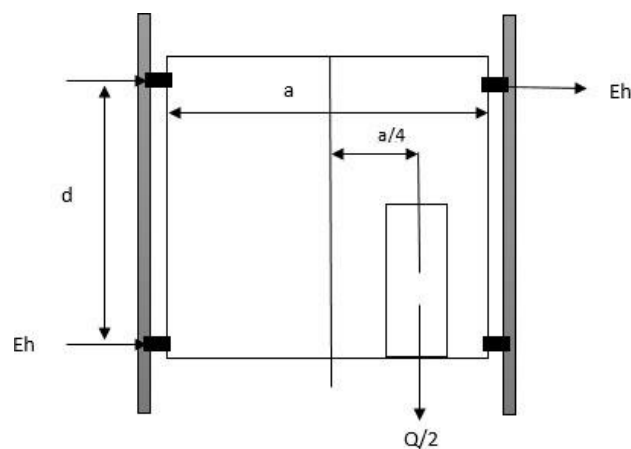
**Tabla 6.** Tabla de dimensiones (mm) [28].

TABLA DE DIMENSIONES [mm]									
Tipo	A	B	C	D	F	G	H	Sección (cm <sup>2</sup> )	Peso (Kg/m)
I-70/9	70	65	9	6	8	6	34	9.37	7.30
I-90/16	90	75	16	8	10	8	42	16.90	13.25

**Tabla 7.** Características de guías [28].

CARACTERÍSTICAS							
TIPO	E (cm)	Momentos de inercia (cm <sup>4</sup> )		Módulos de resistencia (cm <sup>2</sup> )		Radio de giro (cm)	
		$I_x$	$I_y$	$S_x$	$S_y$	$r_x$	$r_y$
I-70/9	1.95	41.02	19.10	9.20	5.41	2.08	1.42
I-90/16	2.85	102.10	57.75	21.22	12.80	2.45	1.83

Para calcular la fuerza es necesario tener el valor del centro de la carga máxima de cabina (Q/2) con una distancia vertical al alcance del bastidor añadido al suelo de la cabina igual a un cuarto del ancho del mismo ( a/4 ) como se muestra en la Figura 6.



**Figura 6.** Empuje horizontal sobre las guías. Los autores

$$Q = \frac{800}{2} = 400 \text{ Kg} \quad (10)$$

$$\frac{Q}{2} * \frac{a}{4} = Eh * d \quad (11)$$

$$Eh = \frac{Qa}{8d} \quad (12)$$

Donde:

Q: Carga nominal de 400 Kg

a: Ancho de cabina

d: Distancia de las rozaderas

Eh: Empuje horizontal

$$Eh = \frac{400 \text{ Kg} * 170 \text{ cm}}{8 * 270 \text{ cm}}$$

$$Eh = 31,48 \text{ Kg}$$

El resultado obtenido representa la flecha de las guías por lo que se debe comprobar con la ecuación pertinente.

### ***2.3.1 Flecha de las guías***

La estructura de las guías se selecciona en la **Tabla 6** y **Tabla 7** se da la recomendación que para un ascensor que tenga entre 450 Kg a 1500 Kg de carga nominal se debe utilizar el perfil “T” I-90/16.

No obstante, se debe examinar la flecha en la guía, dado a su empuje horizontal. Para calcular la flecha se usa la ecuación 13.

$$f = \frac{Eh * Ik^3}{48 * E * I} \quad (13)$$

Donde:

f: Valor de la flecha en cm

Eh: Empuje horizontal ya calculado con anterioridad

Ik: Distancia entre apoyos

E: Módulo de elasticidad

$I_x$ : Momento de inercia en  $\times 10^2.10 \text{ cm}^4$

$$"f = \frac{31,48 \text{ Kg} * (250 \text{ cm})^3}{48 * 2,1 \times 10 \text{ Kg/cm}^2 * 102,10 \text{ cm}^4} \quad (14)$$

$$"f = 0,044 \text{ cm} = 0,44 \text{ mm}$$

El resultado obtenido de 0,44 mm comparado con los 3 mm que aprueba las normativas establecidas para ascensores según el INEN son menores, por consiguiente, el perfil seleccionado cumple los estándares para tolerar el empuje horizontal.

#### **2.4 Fuerza de frenado**

Cada guía tiene que sostener una fuerza en el momento que el frenado detiene a la cabina. Para empezar a calcular se debe conocer el valor del peso de cabina bastidor que viene dado por la siguiente fórmula.

$$P = 800 \text{ Kg} - 400 \text{ Kg} = 400 \text{ Kg} \quad (15)$$

Para calcular la fuerza de frenado de las guías se debe usar la siguiente ecuación:

$$Rh = K * Ik * 1,5(P + Q) \quad (16)$$

Donde:

K: Peso de la guía (Tabla 6)

Ik: Distancia entre apoyos

P: Peso de cabina bastidor

Q: Carga nominal

Por tanto:

$$Rh = 0,13 \text{ Kg/cm} * 250 \text{ cm} * 1,5(400\text{Kg} + 400\text{Kg}) \quad (17)$$

$$Rh = 1232,5 \text{ Kg}$$

Según la normativa establecida de ascensores INEN, el enlace de esbeltez debe ser  $\leq 250$ . Para el cálculo se emplea la siguiente fórmula:

$$X = \frac{IK}{r_{min}}$$

Donde:

X: Relación de esbeltez

Ik: Tramo apoyado

R'h: Fuerza de frenado admisible

Iy: Momento inercia en y

$r_{min}$ : Radio de giro mínimo =  $4y = 1.83 \text{ cm}$  (Tabla 7)

$$X = \frac{250}{1,83 \text{ cm}} = 136,61 \text{ cm} \quad (18)$$

El resultado obtenido es menor al límite admisible, por tal motivo se concluye que el perfil I-90/16 soporta la fuerza de frenado. No obstante, es importante comprobar que:

$$\frac{R'h}{Rh} > 10 \Rightarrow R'h = \frac{E * Iy}{I * K^2}$$

$$R'h = \frac{2,1 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2 (57,75 \text{ cm})}{250 \text{ cm}^2} \quad (19)$$

$$R'h = 19131,5 \text{ Kg}$$

$$\frac{R'h}{Rh} = \frac{19131,5 \text{ Kg}}{1232,5 \text{ Kg}}$$

1232,5 *Kg*

(20)

$$\frac{R'h}{Rh} = 15,52 \text{ Kg}$$

## 2.5 Cálculo de amortiguador

De acuerdo con las normas establecidas para ascensores INEN art.5.2 la mínima contracción que debe tener los amortiguadores es de 0.0343 m

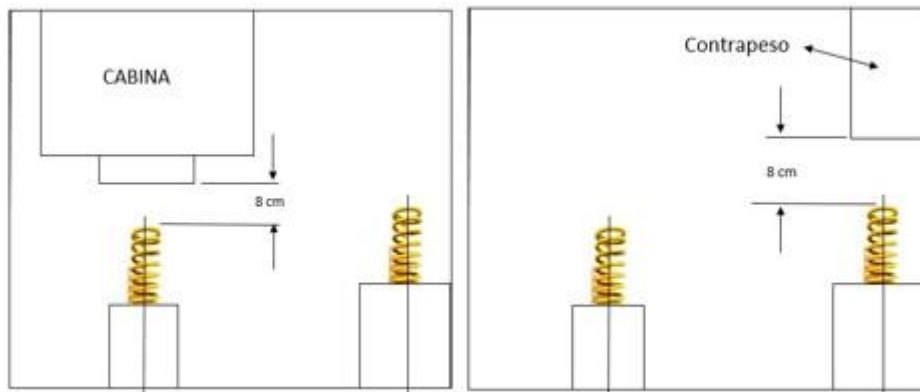


Figura 7. Posición de los amortiguadores en foso. Los autores

Por lo tanto, se usará:

Y: elongación

K: Constante del resorte

$W = \text{carga} = \text{peso cabina} + \text{peso bastidor} - \text{peso contrapeso}$

$$Y = 0,05 = 5\text{cm}$$

$$W = 800 \text{ Kg} - 600 \text{ Kg} = 200 \text{ Kg} \quad (21)$$

Debido a que la cabina ha arribado a su PB (última parada) y que por inercia toca el resorte, se debe realizar un cálculo del amortiguador como si se aplicara una carga rápida.

$$Y = \frac{2w}{K}$$



$$K = \frac{2(200 \text{ Kg})}{5 \text{ cm}} = 80 \text{ Kg/cm} \quad (22)$$

El ascensor utiliza dos resortes debido a las normativas establecidas de ascensores INEN art.5.2, por lo que se tiene que K para cada uno es:

$$K = \frac{80 \text{ Kg/cm}}{2} = 40 \text{ Kg/cm}$$

$$F_y = K_y = 40 \text{ Kg/cm} * 5 \text{ cm} = 200 \text{ Kg} \quad (23)$$

Se tiene que:

d: diámetro del alambre

r: radio del centro de gravedad ( $mm^2$ )

$R_2$ : Resistencia del metal ( $mm^2$ ) (30 a 40 Kg)

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 * F * r}{\pi * R_2}} \quad (24)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 * 200 \text{ Kg} * 51 \text{ mm}}{\pi * 40 \text{ Kg/m}^2}}$$

$$d = 10,91 \text{ mm}$$

Cabe recalcar que el límite elástico ( $F_y$ ) para aceros debe ser de 40% de resistencia a la fricción de acuerdo a las normas AISC. Los cálculos se han realizado en base a un acero para resorte SAE 5160 laminado, donde su límite de elasticidad varía entre los 70-100 Kg/ $mm^2$ .

### 2.5.1 Cálculo del número de espiras activas

Donde:

n: número de espiras activas

p: paso

d: diámetro del alambre

F: carga

G: módulo de elasticidad ( $mm^2$ )

G: 10.000  $Kg/mm^2$

f: flexión en  $mm$  soportado la carga  $P= 50 mm$

$$f = \frac{64 * n * P * r^3}{G * d^4} \quad (25)$$

Donde:

$$n = \frac{50 mm * 10.000 Kg/mm^2 * 10,91mm^4}{64 * 200 Kg * 51mm^3}$$

$$n = 4$$

$$p = \frac{\text{Longitud libre} - 3 * d}{n} \quad (26)$$

$$p = \frac{400 mm - 3 * 10,91mm}{4}$$

$$p = 91,81 mm$$

$N_t =$  Número de espiras totales

$$N_t = n + 2 \quad (27)$$

$$N_t = 4 + 2 = 6 \text{ espiras}$$

La cantidad de ciclos que deberá resistir el resorte es poco, en vista que únicamente trabajarán si se presenta un anacronismo en la parada de piso.

## **2.6 Cables de suspensión**

Según las normativas establecidas para ascensores INEN, el contrapeso y la cabina del elevador deben estar suspendidas por cables de acero que resistan al menos 12.000  $Kg/cm^2$  y 18.000  $Kg/cm^2$  como máxima.

Donde:

L: Longitud del cable

H: Recorrido de la cabina

$$L = H + 5m$$

$$L = 30m + 5m = 35 m \quad (28)$$

### **2.6.1 Comprobación del cable**

En un medio de transporte vertical el coeficiente de seguridad K, debe tener como mínimo 12 para las suspensiones de 3 o más cables.

Para la validación de K se realiza la ecuación 24:

$$K = \frac{R * n}{Q + P + P_c} m \quad (29)$$

Donde:

P: Peso de cabina= 400 Kg

Q: Carga nominal =400 Kg

R: 3500 Kg carga de rotura total de un cable

pc: Peso de los cables en la longitud total

$P_c = \text{peso del cable por metro} * \text{longitud del cable} * \text{número de cables}$

$$P_c = 0,232 \text{ Kg/m} * 30 \text{ m} * 4 = 27,84 \text{ Kg} \quad (30)$$

$$K = \frac{3500 \text{ Kg} * 4}{400\text{Kg} * 400\text{Kg} + 27,84} \quad (31)$$

$$K = 16,9$$

El resultado obtenido es mayor que 12, el cual es el coeficiente mínimo que se autoriza en las normativas INEN art.5.7, es decir, se acepta el coeficiente para el cable.

## 2.7 Cálculo del motorreductor (potencia)

La potencia del motorreductor se la considera máxima en el momento que el ascensor tiene dirección ascendente a plena velocidad, llevando la carga máxima.

Para conocer que motorreductor es el adecuado para soportar la carga del ascensor se debe calcular su potencia. La carga efectiva a elevar viene dada por la siguiente fórmula.

$$\begin{aligned} \text{Carga efectiva a elevar} &= (1 - 0,4) * \text{carga nominal} \\ &= 0,6 * 400\text{Kg} = 240 \text{ Kg} \quad (32) \\ \text{Carga efectiva a elevar} &= 240 \text{ Kg} \end{aligned}$$

### 2.7.1 Potencia a CV

$$CV = \frac{\text{Carga efectiva} * \text{Velocidad vertical en m/seg}}{75 * \text{rendimiento}}$$

$$CV = \frac{240 \text{ Kg} * 0,7 \text{ m/seg}}{75 * 0,7} \quad (33)$$

$$CV = 3,2$$

$$1CV = 1,03 HP$$

$$\textit{entonces } 3,2 CV \approx 3,3 HP$$

Debido a que en el mercado es difícil encontrar un motor estándar de 3,6 HP o de 4 HP, se utiliza un motorreductor de 5 Hp y 1200 rpm.

## CAPÍTULO III

### IMPLEMENTACIÓN

#### *3.1 Inspección técnica*

Se realizaron las primeras visitas técnicas para poder conocer, evaluar y clasificar las etapas de inspección, quedando de la siguiente manera, inspección de sala de máquinas e inspección del ducto y foso en la semana 1, inspección de cabina y sobre cabina semana 2.

##### *3.1.1 Inspección de la sala de máquinas y ducto*

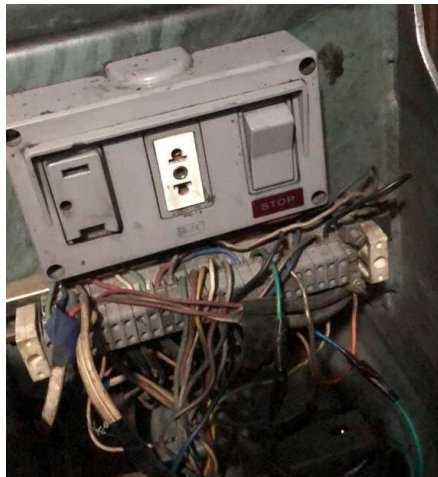
Se distinguieron las partes obsoletas y reutilizables del cuarto de máquinas, el motorreductor se encontraba en un buen estado junto con el freno siendo las piezas que se reutilizaran en la modernización. El tablero de control estaba construido con bobinas y contactores conectados a los breakers, lo que ocasiona que el ascensor presente fallas constantes ya que dichos elementos electrónicos se encontraban en un estado de deterioro como se indica en la Figura 8.



*Figura 8. Tablero de control con bobinas y contactores. Los autores*

Se prosiguió a la revisión del ducto, para este paso lo primero que se hace fue dejar el ascensor en modo inspección para poder abrir las puertas de hall y subir sobre cabina, pero el control de manual/inspección de cabina solo se tiene un interruptor como stop y

cables sin conectar en total desgaste de su cobertura protectora tal como se muestra en la Figura 9. Para poder ir de piso en piso se mandó la cabina al último nivel donde se abrió las puertas y se subió sobre cabina para que la otra persona llame al ascensor a PB, se iba pulsando el stop en donde se desea parar a revisar las partes del ducto, este proceso solo se lo podía realizar únicamente de bajada. Este tipo de caja de control manual/inspección es muy peligroso para el usuario ya que en una situación de emergencia no se puede hacer la maniobra de subir la cabina dificultando los procesos de reparación o en el peor de los casos de rescate de persona atrapada. Las guías de cabina y contrapeso se encuentran en un buen estado y buena lubricación.



*Figura 9. Control manual / inspección en deterioro. Los autores*

### ***3.1.2 Inspección de cabina y sobre cabina***

La siguiente etapa se destinó a la inspección de cabina y sobre cabina por lo cual se revisó las puertas y se notó que no tenían rayo de luz (sensor de proximidad) lo que se vuelve en peligro constante, si la puerta de cabina no tiene un sensor de proximidad no detecta a la persona y se cierra sin aviso previo ocasionando que el usuario quede atrapado con una de sus extremidades expuestas al ducto del ascensor y ocurra un accidente. El piso de cabina estaba mal situado lo que provocaba que se levante el porcelanato y el piso no quede nivelado. Los componentes eléctricos sobre cabina estaban regados y sin un orden,



los cables no tenían agarre a la estructura haciendo que rocen en las guías de cabina, por esa razón existe un desgaste notable en sus cables.

### **3.2 Desmontaje**

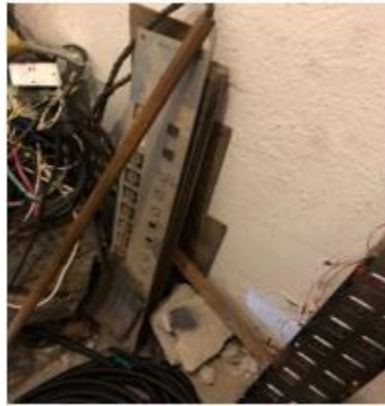
Se empezó por desmontar el tablero de control que se encuentra en la sala de máquinas, se midió continuidad de los cables de control hasta cabina para poder identificarlos y reutilizar los cables que se encontraban en un buen estado, una vez identificados se les pone una marca para que se puedan diferenciar. Con una amoladora se procedió a cortar la base de la estructura del tablero para poder sacarla en una sola pieza. Teniendo el tablero fuera se procede a quitar todos los cables que no sirven junto con las mangueras corrugadas que los almacenaban tal como se muestra en la Figura 10, en este paso se utilizó de nuevo la amoladora para cortar los soportes que se encontraban en el piso y en la pared de las mangueras y poder extraer en una sola pieza lo cual reduce tiempo en la obra. En la Figura 10 se muestra el cableado del tablero.



*Figura 10. Desmontaje de tablero de control. Los autores*

Una vez extraído el tablero de control junto con sus bobinas, contactores, portafusibles, interruptores, cables, canaletas y mangueras como se muestra en la Figura 10 se procede a ir piso por piso quitando las botoneras de hall y botoneras de cabina, las cuales también se van a cambiar por modernas y funcionales con indicadores de piso.

En este proceso se necesitó de dos personas para poder desmontar todas las botoneras y retirar todos sus cables, al momento de desmontar se distinguió piezas que se van a reutilizar para repuestos de prueba como son los indicadores tal como se muestra en la Figura 11. para lo cual se trasladó dichos elementos al taller donde con la ayuda de un caudín industrial se retiró el estaño que cubría a los indicadores y sacarlos.



*Figura 11. Desmontaje de Botoneras de cabina y hall y separación de indicadores. Los autores*

### **3.3 Caja de control**

Para la siguiente semana se destina el pedido del variador Yaskawa necesarias en la obra de modernización, esta etapa es algo incierta pues no se puede definir una fecha real en el que llegarán las piezas y elementos porque se los exporta por barco. Pero para no perder tiempo y mientras se espera que llegue al país se prosigue con el armado de la caja de control, la cual es la que contiene todos los dispositivos electrónicos de control del ascensor. Como primer paso se mide las dimensiones de las paredes de la caja para poder cortar la canaleta y ensamblarlas en las posiciones asignadas, en las canaletas se pasarán los cables de los diversos componentes electrónicos para que tenga un aspecto moderno, estético y sobre todo seguro. Para este proceso se lleva la caja de control con las medidas al taller y con la ayuda de una sierra eléctrica de disco se empiezan a cortar las canaletas, así como se indica en la Figura 12.



*Figura 12. Caja de control y caja con medidas. Los autores*

Teniendo las canaletas cortadas, se procede a cortar con la amoladora el rielín con la medida propuesta, este elemento sirve para sujetar las borneras, contactores, y elementos que no deben ser taladrados, con la ayuda de tornillos autoperforantes y un taladro se ensambla el rielín a la caja de control teniendo mucho cuidado de la medida del autoperforante ya que no puede sobresalir por la parte posterior de la lámina de la caja tal como lo muestra en la Figura 13.



*Figura 13. Ensamblaje de rielín y canaleta. Los autores*

Cuando la estructura de la caja de control culmine se coloca los contactores y porta fusibles en el rielín como lo muestra en la Figura 14.



*Figura 14. Caja de control con contactores y portafusibles. Los autores*

Cuando el ensamblaje de la caja de control culmine se la lleva al taller electrónico, donde se prepara cables número 18 con sus respectivos terminales ponchados para realizar las conexiones eléctricas, se sueldan relés a la placa de control con los planos ya establecidos tal como lo muestra en la Figura 15. Con los cables ya ponchados se comienza con las conexiones de contactores, placa central, variador, portafusibles, fuentes, caja de normal-inspección. Se agrega una caja de medidor de voltaje y amperaje siendo el color rojo el indicador de voltaje y el color verde el amperaje.



*Figura 15. Tarjeta de control de marca ASYTEC y conexión de partes electrónicas y medidor de voltaje. Los autores*

Con la ayuda de un multímetro se mide continuidad de los cables para identificarlos. Los cables que ya se conectaron y se empalmaron deben ser pasados por la canaleta siguiendo un orden establecido para que la conexión sea distinguible y no queden tensionados los

cables, así como se muestra en la Figura 16. Una vez montado el variador en la caja de control se procede a conectar a la placa central junto con las fuentes para obtener el voltaje de energización.



*Figura 16. Conexión de fuentes, conexión de variador y tarjeta central. Los autores*

Una vez realizadas las conexiones y ubicados los cables en las canaletas o ductos se asegura que ningún cable esté suelto y que todos tengan su debida protección de seguridad con termo encogible o cinta taípe. Revisar que el variador está bien sujeto a la caja de control ya que cuando se lo instale en la sala de máquinas no hay margen de error tal como se muestra en la Figura 17. Se realizan pruebas de encendido del variador y placa central, energizando a fuentes de 12 y 24 voltios. Si el variador y la placa se mantienen encendidos se puede dar por terminada esta etapa de fabricación.





*Figura 17. Encendido de placa central y caja de control terminada. Los autores*

### **3.4 Tablero de control**

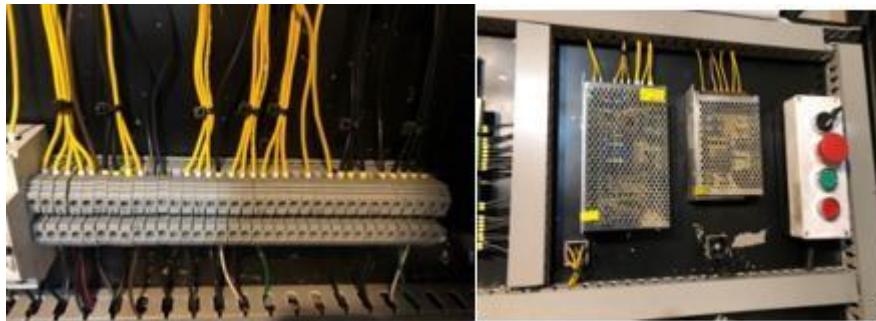
Al momento de instalar la caja de control terminada en la sala de máquinas, se identifica que la estructura de montaje no soportaba el peso de la caja, por lo que se procedió al cambio de los elementos a un tablero de control como se muestra en la Figura 18, que se instaló con canaletas alrededor de cada esquina y en forma de T para poder pasar las conexiones. Con este cambio se garantiza la estabilidad del tablero. En la Figura 18 se muestra la instalación del tablero de control.



*Figura 18. Instalación de tablero de control. Los autores*

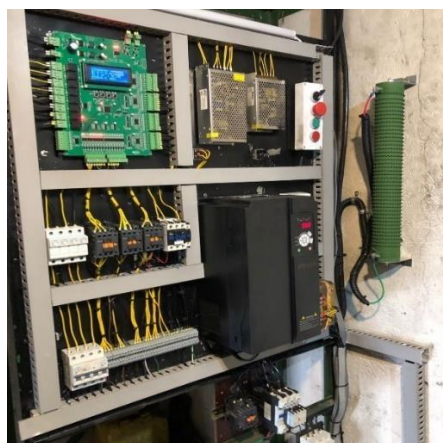
Se ubica el variador en un lugar donde resista su peso y no tenga ningún problema al momento de su encendido. Luego se conectó y se pasó por la canaleta los cables siguiendo

el orden ya establecido con anterioridad tal como se muestra en la Figura 19, teniendo como característica que no tendrá una puerta de cierre por lo cual se colocaron parches de seguridad contra el polvo en el variador para alargar su vida útil.



*Figura 19. Conexión de borneras y separación con correas, conexión de fuentes de 12 y 24 V. Los autores*

Para finalizar con el tablero, se conectaron los contactores y portafusibles a la placa de control y variador, dando como resultado el encendido de estas. Cuando el tablero queda listo, el variador y placa de control se encienden sin presentar fallas, se instala la resistencia, que sirve para abrir o cerrar el circuito junto con los interruptores, poniendo fin a la etapa de control de maniobras en la sala de máquinas en su totalidad tal como se indica en la Figura 20.



*Figura 20. Encendido de placa de control. Los autores*

### 3.5 Control normal / inspección (N/I)

Terminada la etapa electrónica en el cuarto de máquinas se pone en marcha la parte de cabina arranque manual y automático. Para este paso se necesita de una caja con 4 agujeros, en cada uno se coloca un componente siendo la distribución la siguiente: 1 selector de dos posiciones (normal inspección), un botón de emergencia, un pulsador verde (subir), un pulsador rojo (bajar). Antes de conectar con la ayuda de un taladro se realizan agujeros en la estructura. Después de tener los agujeros se conecta los cables 20 AWG a los elementos. Sabiendo que el selector tendrá posiciones de NO y NC, stop NC, subir NO y bajar NO, se prosigue con la conexión siguiendo el diagrama establecido como se indica en la Figura 21.

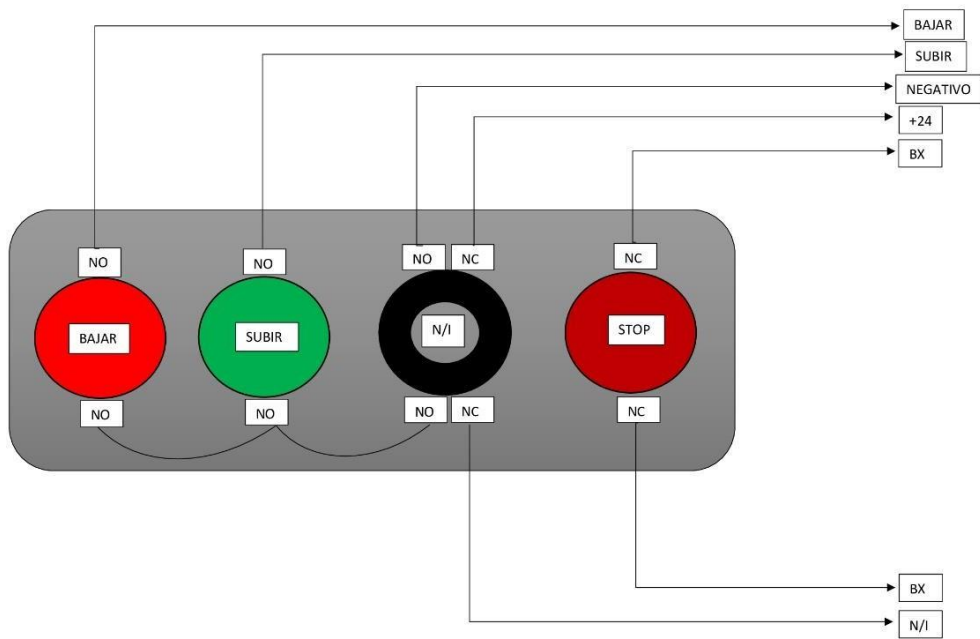


Figura 21. Instalación y diagrama de conexión de caja de control N/I. Los autores

### 3.6 Nivelación de pisos y sensor de puertas de cabina.

Teniendo el control de N/I instalado, se puede realizar viajes de nivelación de una manera manual, hay que verificar que las guías de cabina y contrapeso durante el viaje de subida y bajada tengan la tensión necesaria y no tengan algún problema de tracción. Se empieza desde el último piso bajando con el pulsador de la caja de N/I para dejar a la cabina en el



piso que se desea analizar su nivelado. Solucionado los problemas que se presenten se puede continuar con el decorado de cabina, el primer paso es retirar los rayos de luz antiguos y colocar los nuevos para trabajar de manera más segura dentro de la cabina con su decoración ya que estos sensores hacen que las puertas se queden abiertas si un objeto o persona se encuentra en la mitad de las dos puertas. Como se indica en la Figura 22.



*Figura 22. Instalación de rayos de luz en puertas de cabina. Los autores*

Con los sensores instalados se procede a dejar la cabina en PB para comenzar a trabajar con el decorado. Primero se deja la cabina en mitad de piso para probar que los sensores están funcionando de una manera automática sin importar que el ascensor tenga el selector en modo inspección como se muestra en la Figura 23. Si las puertas detectan un objeto entre ellas debe esperar 6 segundos y comenzar con el pitido de seguridad el cual indica que hay algo que se interpone en el cierre de las mismas.



*Figura 23. Pruebas de sensores. Los autores*

### **3.7 Decoración de cabina**

Con la cabina a nivel de piso se prepara la mezcla que se utilizará para colocar el suelo que es de material porcelana. Para colocar el piso se debe medir los centros para poder tener puntos de referencia y que la porcelana tenga una única simetría y no se levante al momento de colocarla por falla de medición. Para que la mezcla tenga mejor adherencia se debe perforar el piso con un taladro y una broca de metal o concreto dependiendo del material base, los agujeros se los hace para tener mejor absorción del material de pegado tal como se observa en la Figura 24.



*Figura 24. Agujero para adherencia e instalación de porcelanato. Los autores*

Cuando se tiene los suficientes agujeros en el piso se comienza a poner la porcelana, cuando se juntan dos porcelanas se añade separadores en cada esquina donde se juntan, antes de poner las piezas de porcelanato se debe medir el espacio donde se lo va a colocar

para que todo quede exacto, después se corta con la amoladora dependiendo la medida. Y finalmente el resultado se observa en la Figura 25.



*Figura 25. Piso del ascensor terminado. Los autores*

### ***3.8 Fabricación de pesas de contra peso***

El contrapeso está conformado por bloques que se fabrican en hormigón. Para fabricar las pesas es necesario poner el ascensor en modo de inspección y colocar la cabina en un piso superior para acceder al contrapeso fácilmente. Se desmonta la pesa superior para llevar al taller y medir su peso, cada bloque tendrá un valor unitario de 50 Kg. Se realizan pruebas de resistencia, las cuales constan de admisión de peso, para corregir la cantidad de material y fabricar las 6 pesas restantes. Cuando las pesas estén terminadas se las instala en el contrapeso cambiando una a la vez, quitando la última pesa y poniendo una nueva pesa al inicio de la pila.

### ***3.9 Alineación de guías de contrapeso***

Para que el ascensor tenga un recorrido correcto y seguro las guías de contrapeso deben estar alineadas para evitar choques con la cabina. Para este proceso se debe realizar viajes de pruebas donde se debe observar las dificultades que presente las guías dentro del viaje. Las guías presentaban roce de contrapeso y cabina por un problema en la guía izquierda, que en la parte superior presentaba una inclinación de 30 grados. Para solucionar este error se moldea la guía dando golpes con la ayuda de un martillo y una base cilíndrica de

hierro con un diámetro de 3.5 cm, en el sentido opuesto del ángulo de inclinación de la guía.

### ***3.10 Nivelación de puertas de cabina***

Si en el viaje de un ascensor se presentan problemas en su mecanismo, su funcionamiento tiende a fallar. Para evitar que esto suceda se debe verificar que las puertas de cabina se encuentren alineadas con el recorrido del quicio y que no presente obstáculo alguno, si el quicio presenta torceduras, se rectifica de manera manual. Se cambia los seguros de puerta mecánico para reemplazarlo por un sistema magnético biestable. El sistema cuenta con dos imanes que permite la detección cuando la puerta esté cerrada. Después de completar todos los pasos de nivelación se puede lubricar las poleas de recorrido de las puertas con lubricador en aerosol.

### ***3.11 Lubricación de guías***

Las guías de cabina y contrapeso deben estar lubricadas para evitar roce y desgaste. Para lubricar las guías se debe utilizar aceite. Hay que tener en cuenta que no se debe poner una cantidad exagerar en las guías porque puede perder agarre al momento de su frenado, es por eso que se instalaron aceiteras en las cuatro guías, de esta forma cuando el ascensor realice un viaje las aceiteras realizaran la función de la lubricación.



*Figura 26. Aceitera. Los autores*

### ***3.12 Mantenimiento del motorreductor***

Para la elección del motorreductor se realizaron cálculos de potencia que se encuentran en la ecuación (33). Cumple con los requisitos calculados, por lo que se realizó un mantenimiento minucioso. Se coloca terminales nuevos en todos los cables para sus conexiones. Se limpia su ventilador, para evitar sobrecalentamiento por la falta de dispersión de calor, se revisa si el freno está conectado correctamente al motorreductor y que la polea del mismo este dentro del rollete. Se cambia el aceite y se lubrica las partes que presente fricción en el motorreductor. Finalizando la lubricación se debe ubicar todos los cables dentro de una manguera para que no exista ningún cable suelto o que pueda provocar cortos por cruce de potencia.



*Figura 27. Freno y mantenimiento finalizado del motorreductor. Los autores*

### ***3.13 Potenciación del motorreductor***

Es necesario probar la potencia al motorreductor para lo cual se conecta directo a la placa de control y a su suministro de energía. Se debe realizar las pruebas pertinentes de potencia, las cuales abarcan el encendido del interruptor principal, y si el motorreductor después de 5 min no se apaga, la energización es correcta. Mediante la placa de control se configura un viaje de prueba y si en su viaje no presenta interrupciones o ruidos por forzamiento de potencia, si dentro del recorrido no existe choques, apagado de emergencia o disminución de potencia se coloca el ascensor en modo manual dando como terminado las pruebas.

### ***3.14 Ensamblaje de botoneras de hall***

Para las botoneras de hall se utilizó como material el aluminio para evitar desgaste y que los rayones en su estructura sean poco visibles. Las botoneras de hall se las pone al final de la modernización para probar que el llamado a piso esté funcionando correctamente. Una vez instalada las botoneras de hall de todos los pisos se revisa pernería y ajuste de placa contra la pared, debe estar pegada a ella y evitar cables salidos. Se enciende la placa de control y las botoneras deben encender su led de indicador al presionar el llamado de piso, de esta manera se puede seguir con la programación de pisos y de los tiempos finales.

### ***3.15. Programación de acceso de pisos***

El ascensor cuenta con un bloqueo de pisos, para desactivarlo se necesita de una tarjeta o llavero que contenga la programación del piso a marcar. Sobre cabina se instala un controlador que tiene como función el almacenar el código de programación ingresada, dentro de cabina se instala el lector el cual tiene como fin recibir la información del controlador para detectar el piso que se marque. Para empezar a programar se debe conectar el convertidor USB (AR-321-CM) a la computadora, luego las entradas 1 y 2 se conectan al controlador. Para otorgar un código de programación de piso al tag o tarjeta se debe utilizar el software Soyal, dentro del mismo se debe agregar el número de serie del tag o tarjeta junto con el piso que se desea desbloquear o abrir, se carga la programación y se realiza pruebas de marcaje de pisos, siempre se debe realizar un tag o tarjeta master que abra todos los pisos.

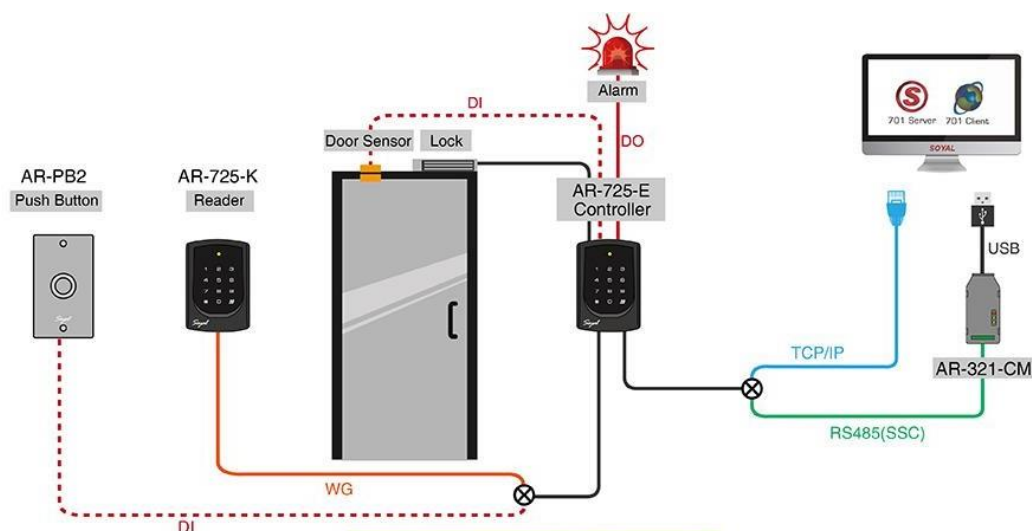


Figura 28. Enlace de programación de controlador y lector. Los autores

### 3.15 Programación final de control

En este paso se debe realizar la programación final del variador y corrección de errores de la placa de control.

#### 3.15.1 Programación de variador

En la programación del variador se debe ingresar los parámetros de tiempos que se calcularon en las ecuaciones (6), (7), y (8) dando como resultado tiempo final de la ecuación (9). Para ingresar los tiempos se debe utilizar el teclado del variador YASKAWA, se debe seguir los códigos ya establecidos en el manual de usuario, con la ayuda de los botones se incrementa o se reduce los tiempos que sean necesario modificar. Con la programación de los tiempos del variador ya ingresados, el ascensor tendrá un frenado y arranque estable, fino y seguro.

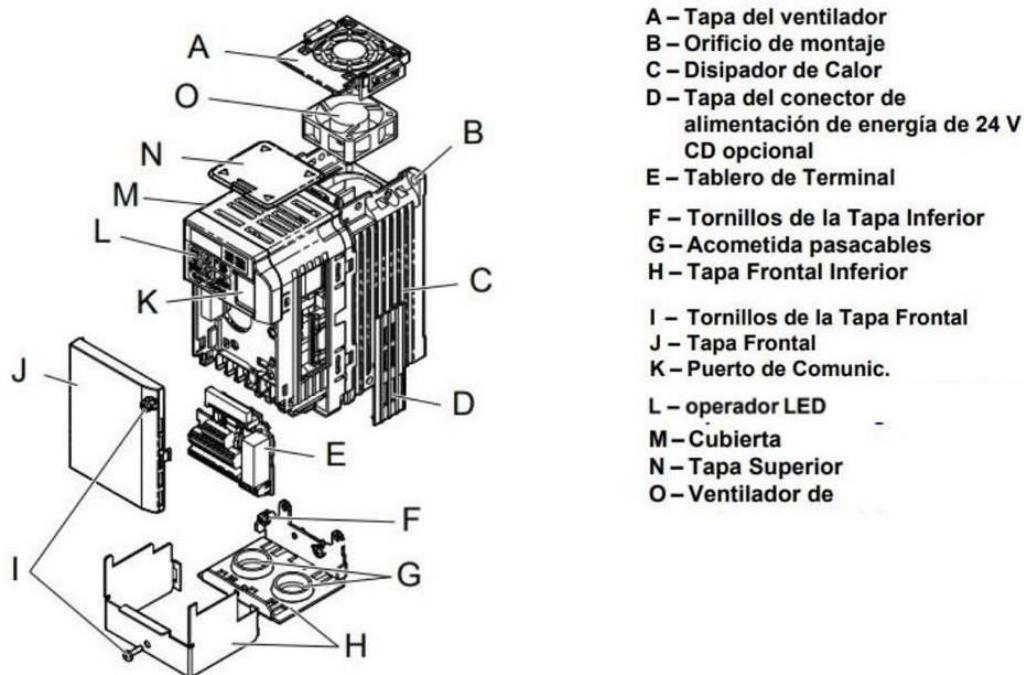


Figura 29. Vista esquemática de los componentes del variador [24].

### 3.15.2 Corrección de errores en tarjeta de control

Para la corrección de errores el ascensor debe estar en modo automático, el variador debe generar su código de inicio S1000 y la placa de control debe tener su parámetro en automático. Si en el LCD de la placa se genera un “E...” seguido de números es porque se detectó un error, se verifica a que pertenece el anacronismo. Para solucionar se ejecuta el protocolo de reinicio de placa y según el error detectado se pone en marcha el ajuste de falla del mecanismo. Cuando ya se solucionen los errores de placa se puede hacer los viajes de prueba.

### 3.16 Pruebas de funcionamiento

Para realizar las pruebas se debe generar un listado de requisitos donde se registra el resultado de los cuatro viajes. El primer punto a verificar es si las botoneras de hall están funcionando de una manera idónea, después se debe comprobar que al marcar un piso en la botonera de cabina no debe encenderse ningún indicador mientras no se pase el tag o



la tarjeta en el sensor, si el ascensor realiza su viaje al piso marcado el funcionamiento es correcto.

El análisis final es la comprobación de los tiempos ya programados establecidos para el recorrido y de esta manera se concluye la modernización. Los resultados alcanzados se indican en la **Tabla 8**.

*Tabla 8. Pruebas que debe cumplir el ascensor. Los autores*

<b>Listado de pruebas que debe cumplir el ascensor</b>									
<b>Pruebas</b>	<b>Día 1</b>		<b>Día 2</b>		<b>Día 3</b>		<b>Día 4</b>		
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Encendido de botoneras de hall y cabina		x		x	x		x		
Detector de piso mediante tag o tarjeta	x		x		x		x		
Control de inspección mediante caja N/I	x		x		x		x		
Tiempo total de viaje de 156 segundos		x	x		x		x		
Arranque leve	x		x		x		x		
Frenado sin rebote	x		x		x		x		
Sensor de proximidad de puertas	x		x		x		x		
Accionamiento de seguro de puertas de hall	x		x		x		x		
Lectura de potencia en placa y variador		x		x		x		x	
Viaje sin interrupciones por potencia de motorreductor		x	x		x		x		
<b>TOTAL</b>	6	3	8	2	9	1	10	0	

## CAPÍTULO IV

### COSTOS Y PRESUPUESTO

#### 4.1 Elementos de fabricación

En la **Tabla 9** se exhiben los costos de los elementos utilizados en la modernización del ascensor.

*Tabla 9. Costo de elementos utilizados para la modernización. Los autores*

Descripción	Cantidad	Precio unidad	Subtotal
Variador	1	\$900	\$900.00
Tarjeta ASYTEC	1	\$700	\$700.00
Caja de control	1	\$150	\$150.00
Taladro	1	\$70	\$70.00
Contactores	4	\$8	\$32.00
Botoneras	12	\$50	\$600.00
Indicadores	12	\$20	\$240.00
Resistencia de frenado	1	\$150	\$150.00
Transformador de corriente	3	\$12	\$36.00
Sensores infrarrojos	4	\$25	\$100.00
Base porta fusible 10x38amp	2	\$2.42	\$ 4.84.
Bloque contacto 1no strom -str-stpb2be101	8	\$0.92	\$7.36
Breaker riel din 10ka 1x10amp	1	\$4.25	\$4.25
Breaker riel din 10ka 3x16amp strom -str- stm263h316	1	\$12.85	\$12.85
Breaker riel din 6ka 3x80amp strom -str- stm2125380	1	\$21.64	\$21.64
Caja 4 elementos 22mm - str-bx4	2	\$3.44	\$6.88
Fusible cilíndrico 10x38 10a -csc- r142010a	3	\$1.04	\$3.12

Fusible cilíndrico 10x38 4a - csc-r14204a	3	\$1.04	\$3.12
Pulsador hongo c/retenida nc	3	\$2.99	\$8.97
Riel din perforado 1mt. - str-rd1	3	\$2.10	\$6.30
Selector 2 posiciones 22mm no str-xb2bd21	2	\$2.52	\$5.04
Tornillos autoperforantes Paquete de Cien	4	\$0.90	\$3.60
Canaleta horizontal de 4 x 4"	12	\$5	\$60.00
Electrodo Agá C-13 E 6011 de 1/8 1 Kg	3	\$5.99	\$17.97
Amoladora 4-1/2" 540W 12000RPM 110V Makita	2	\$56.00	\$112.00
Plato Disco Base Con Velcro Para Amoladora	3	\$5	\$15.00
Discos de desbaste	4	\$1.20	\$4.80
Brocas de concreto	3	\$2.00	\$6.00
Brocas de metal	5	\$3.50	\$17.50
Soldadora Elite 160s americana	1	\$160	\$160.00
Amarras plásticas Negro 2.5mmx20cm paquete de 50	5	\$1.20	\$6.00
Dicroico Led Gu10, Luz Cálida Y Blanca, Marca Quarzo	5	\$2.10	\$10.50
Caja de cerámica para piso de 4 piezas	2	\$50	\$100.00
Hormigón empaque 50kg	6	\$8	\$48.00
<b>Total</b>			\$3623.72

#### **4.2 Mano de obra indirecta**

En la Tabla 10 se muestra el pago por día del Ingeniero Mecánico y Electrónico en el lapso de 6 meses trabajando de lunes a viernes.

**Tabla 10.** Costo mano de obra indirecta. Los autores

Descripción	Valor unitario
<b>Elementos de fabricación</b>	\$3623.72
<b>Mano de obra</b>	\$7200
Total	\$10823.72

#### **4.3 Resumen de costos realizados**

En la **Tabla 11** se muestra el resumen de costos que se utilizó en la ejecución de la modernización.

**Tabla 11.** Resumen de costos para la modernización. Los autores

Descripción	Cantidad	Valor por día	Seis meses
Mano de obra	2	\$30	\$7200
		<b>Total</b>	\$7200

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- El ascensor consta de un tablero de control con bobinas y contactores en un estado de deterioro, la caja de manual inspección tiene sus cables fuera de su estructura y su funcionamiento depende de un interruptor, el sistema de seguridad de las puertas de cabina posee sensores defectuosos y seguros rotos por lo que se procedió a cambiar todos los elementos obsoletos por componentes nuevos y tecnología moderna como placa de control, junto con un variador que tiene como función la disminución e incremento de los tiempos en los motores para el arranque y frenado, sensores de movimiento en las puertas para evitar accidentes cumpliendo así con las normas INEN art.5.1.2, art.5.3, art. 5.4, art.5.5, art.5.6, art 5.9, art 5.10, art 5.12, art 5.13.
- Para corroborar que el ascensor está cumpliendo con las normativas INEN art.5.1.2, art.5.3, art. 5.4, art.5.5, art.5.6, art 5.9, art 5.10, art 5.12, art 5.13, se llevó a cabo cuatro viajes de prueba dividido en dos días y se realizó un listado de pruebas de funcionamiento las cuales se basaron de encendido de botoneras de hall y cabina, detector de piso mediante tag o tarjeta, control de inspección mediante caja N/I, tiempo total de viaje de 156 segundos, arranque leve, frenado sin rebote, sensor de proximidad de puertas, accionamiento de seguro de puertas de hall, lectura de potencia en placa y variador y viaje sin interrupciones por potencia del motorreductor. En los tres viajes se presentaron fallas de funcionamiento que se fueron corrigiendo con la ayuda de la lista de pruebas, la cual otorgó la anomalía del viaje anterior para corregirlo en el siguiente, hasta llegar al viaje cuatro el cual cumple con todos los requisitos tal como se exhibe

en la **Tabla 8**.

## **5.2 Recomendaciones**

- Para que el ascensor tenga una vida útil larga es necesario realizar mantenimientos preventivos en un tiempo periódico para la revisión de los elementos que conforman el ascensor, lubricación de elementos mecánicos, conexiones eléctricas y su buen funcionamiento.
- Para evitar que el ascensor genere un error de bloqueo en la llamada de piso es recomendable presionar una sola vez el indicador de llegada de la botonera de hall porque en varias ocasiones los usuarios lo presionan continuamente provocando un desgaste y caída del indicador.
- El cuarto de máquinas debe tener una temperatura menor a 30°C para evitar sobrecalentamientos del equipo y fallas en el funcionamiento de los elementos electrónicos, es por ello que debe estar ubicada en un lugar fresco, con ventilación y que tenga detectores de incendio para evitar accidentes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] I. Mec *et al.*, “FACULTAD DE INGENIERÍAS,” 2012.
- [2] M. Para, P. D. E. Riesgos, Y. A. Laborales, and E. N. Ascensores, “Manual De Riesgos Y,” pp. 1–53, [Online]. Available: [http://186.182.220.53/~uart/wp-content/uploads/2014/01/uart.COPIME.ascensores\\_optimiz.pdf](http://186.182.220.53/~uart/wp-content/uploads/2014/01/uart.COPIME.ascensores_optimiz.pdf).
- [3] Z. Otis, “Comience una nueva experiencia La vida moderna,” Madrid, SPAIN, p. 8.
- [4] C. J. Moreno, “Ascensores de última generación energéticamente eficientes,” pp. 52–59, 2010.
- [5] G. Maldonado, “Automatización de un ascensor para discapacitados del mirador del parque Guayaquil (parque infantil) de la ciudad de Riobamba,” p. 308, 2013, [Online]. Available: <https://bit.ly/2O5pgSv>.
- [6] J. A. Galiano Hernández, “Instalación de un transporte vertical (ascensor de tracción) de marca Eurolift para el edificio Orlando, con la colaboración del personal técnico de la empresa ASGO CAL Cia. Ltda.,” 2010, [Online]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1963?locale=de>.
- [7] A. P. S. Cruz, “Transporte vertical - Información Técnica General,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013, [Online]. Available: [https://www.arquitectosdecadiz.com/wp-content/uploads/2017/12/2.b.2.2.Manual\\_tecnico\\_ascensores.pdf](https://www.arquitectosdecadiz.com/wp-content/uploads/2017/12/2.b.2.2.Manual_tecnico_ascensores.pdf).
- [8] I. Compacto and D. C. Vectorial, “Inversor de CA YASKAWA - V1000.”
- [9] N. Bartres, “Trabajo Fin de Grado,” *Zaguan.Unizar.Es*, vol. 2021, pp. 0–43, 2019, [Online]. Available: <http://zaguan.unizar.es/TAZ/EUCS/2014/14180/TAZ->

TFG-2014-408.pdf.

- [10] “Control Electrónico de ascensores . Placa C22 Manual de programación .,” p. 36, 2018.
- [11] ENOR, “La mecánica del ascensor del ascensor,” p. 156, 2017.
- [12] S. Quadri, *Instalaciones eléctricas en edificios Instalaciones eléctricas en edificios*, Décima. 2009.
- [13] U. T. Israel, “Diseño e Implementación de un cuadro de maniobras para la Modernización de ascensores antiguos,” p. 99, 2014, [Online]. Available: <http://repositorio.uisrael.edu.ec/bitstream/47000/468/1/UISRAEL-EC-SIS-378.242-171.pdf>.
- [14] G. National and H. Pillars, “Diseño e implementación de un control electrónica para la repotenciación de ascensores,” 2017, [Online]. Available: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/15362/T-ESPEL-ENI-0427.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [15] L. D. E. La and R. Piura, “Diseño e implementación de un sistema scada para ascensores,” pp. 1–110, 2011.
- [16] F. D. E. Un, A. En, and E. L. Condominio, “Construcción de un tablero de maniobras para el funcionamiento de un ascensor,” 2012.
- [17] J. J. D. Calderón, “Diseño de un controlador para mejorar el funcionamiento de un ascensor electromagnético,” p. 108, 2020.
- [18] J. Fernando and A. Benavides, “Diseño de un sistema de control para ascensores con análisis de sus variables energéticas en la nube utilizando Machine Learning. - AmayaBenavidesJonathanFernando2018.pdf,” 2018.



- [19] C. A. P. Figueroa, "Diseño e implementación de un sistema automático para ascensores en caso de corte de energía," *Esc. Politécnica Nac.*, p. 100, 2012.
- [20] "La cabina Contrapeso Las guías Grupo tractor Sistema de acuíñamiento Cuadro de maniobra e instalación de hueco," 1985.
- [21] Harari Marck, "Tipos de elevadores de tijera," p. 17, 2018, [Online]. Available: [http://www.ehowenespanol.com/tipos-elevadores-tijera-lista\\_318378/](http://www.ehowenespanol.com/tipos-elevadores-tijera-lista_318378/).
- [22] Código de Práctica Ecuatoriano CPE INEN 010., "Código de práctica ecuatoriano CPE INEN 010 : 2013 Primera revisión Seguridad en el uso de grúas," vol. primer, p. 19, 2013, [Online]. Available: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/CPE-18-1.pdf>.
- [23] R. D. E. F. En, "Reparación de fallas en placas jye," 2019.
- [24] E. Nice, S. Monarch, C. Technology, and E. Nice, "Gracias por comprar el controlador integrado NICE3000," p. 219, 2015, [Online]. Available: <https://pdfcoffee.com/qdownload/417108051-monarch-manual-nice-3000-espanolpdf-pdf-free.html>.
- [25] G. África and M. Pic, "Diseño del sistema de mantenimiento de un ascensor eléctrico.," p. 77, 2017, [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/10251/88265>.
- [26] Rafael Llácer Pantióñ, "CONTART 2003-081. Seguridad en las instalaciones de ascensores.pdf." Sevilla, p. 10, 2013, [Online]. Available: [https://www.riarte.es/bitstream/handle/20.500.12251/2248/CONTART 2003-081. Seguridad en las instalaciones de ascensores.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.riarte.es/bitstream/handle/20.500.12251/2248/CONTART%202003-081.Seguridad%20en%20las%20instalaciones%20de%20ascensores.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- [27] J. Y. E. Srl, "EEC / C44-IV EEC / F40 EEC / C22-IV EEC / F8," Buenos Aires, (5411) 4926-1393, 2015.

- [28] G. Gallego Rojas and J. Enrique Marmolejo Escobar, “Diseño Y Calculo De Ascensor Para Edificio De Seis Pisos Y Asesoría Técnica a Empresa De Ascensores Iiaggo’S Ij Corporacion Universitaria Auto Noma De Occidente Programa De Ingeniería Mecánica,” 1985.