

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE EDUCACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO**



**TEMA:**

**“DISEÑO DE UN ELEVADOR PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD  
Y LA ELABORACIÓN DE UN PROTOTIPO CONTROLADO POR UN PLC  
EN BASE A LA INFRAESTRUCTURA DE LA FACULTAD DE  
EDUCACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA FECYT”**

Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en la especialidad Mantenimiento Eléctrico.

**AUTORES:**

**MACHADO REA JONATHAN DAVID**  
**NEPAS NEPAZ WILSON JAVIER**

**DIRECTOR**

**ING. PABLO MÉNDEZ.**

Ibarra, 2014

## ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

Luego de haber sido designado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra, he aceptado con satisfacción participar como director en el trabajo de grado titulado **“DISEÑO DE UN ELEVADOR PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD Y LA ELABORACIÓN DE UN PROTOTIPO CONTROLADO POR UN PLC EN BASE A LA INFRAESTRUCTURA DE LA FACULTAD DE EDUCACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA FECYT”**; de los señores egresados: MACHADO REA JONATHAN DAVID – NEPAS NEPAZ WILSON JAVIER, previo a la obtención del título de Ingeniero en la especialidad de Mantenimiento Eléctrico.

Al ser testigo presencial, y corresponsable directo del desarrollo del presente trabajo de investigación, afirmo que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sustentado públicamente ante el tribunal que sea designado oportunamente.

Esto es lo que puedo certificar por ser justo y legal.



**Ing. Pablo Méndez.**  
**DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO**

## **DEDICATORIA**

Esta tesis se la dedico a Dios por guiarme por el buen camino, darme fuerza para seguir adelante y no desmayar ante los problemas que se me presentaban, ensañándome a enfrentar las adversidades sin desfallecer en el intento.

Esta tesis se la dedico a mis Padres quienes me han apoyado incondicionalmente para poder llegar a esta instancia de mis estudios, ya que ellos siempre han estado presentes para apoyarme tanto con los recursos necesarios, moral y psicológicamente.

También se la dedico a mi esposa Miriam Lincango e hijos Christopher y María Paulina quienes han sido mi mayor motivación para nunca darme por vencido en los estudios y poder llegar a ser un ejemplo para ellos.

A mis hermanas, que siempre estuvieron conmigo en las buenas y en malas, gracias por sus consejos, al amor que me brindaron logre terminar mi carrera, tuvieron razón cuando me decían que los sueños por muy difíciles que parezcan se pueden cumplir, gracias a sus consejos soy una gran persona actualmente.

**Javier Nepas**

## **DEDICATORIA**

El presente Trabajo de grado dedico a Dios por darme las fuerzas para seguir viviendo y regalarme una familia maravillosa.

Con mucho amor a mis padres que gracias a su apoyo he alcanzado a cumplir uno de los tantos logros en la vida y hacerme ver que lo imposible fuera posible.

A mi esposa Mary y mi hijo Jeremy, que cada día están siempre conmigo, aunque la vida nos ha dado diversas dificultades pero nunca hemos desmayado y por ser el motivo de salir a delante, a ustedes los amo mucho.

A mis hermanos, que siempre estuvieron brindándome toda su ayuda, ahora me toca regresar un poquito de todo lo inmenso que me han otorgado por todo eso gracias Carlos Andrés, Sarita, Cristian los quiero mucho.

**Jonathan Machado**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios ser maravilloso por guiarme y ser el ejemplo más grande de amor en este mundo y a mis padres por darme el ejemplo de vida a seguir.

Le doy gracias a mis padres Víctor Luis y Laura Celestina por apoyarme en todo momento, por los valores que me han enseñado y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación a lo largo de mi vida. A mis hermanas por ser parte importante en mi vida y presentar la unidad familiar.

A la UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE por brindarme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mi director de tesis, Ing. Pablo Méndez por su dedicación y esfuerzo, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

También me gustaría agradecer a todos los que fueron mis Ingenieros durante mi carrera, porque todos han aportado con un granito de arena en mi formación y de manera especial a mis Ingenieros Mauricio Vázquez, Ramiro Flores, Hernán Pérez, por sus consejos y sus enseñanzas.

**Javier Nepas**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios que me dio las fuerzas y la fe para creer lo que me parecía imposible terminar. A mi familia por siempre brindarme su apoyo, tanto sentimental como económico.

A mis padres Carlos Aníbal y Maribel de los Ángeles que me inculcaron amar a Dios sobre todas las cosas y estar siempre a mi lado, por todo eso los quiero mucho y enseñarme a ser un gran padre para mi hijo.

A mi esposa, por su paciencia y comprensión, que prefirió sacrificar su tiempo para que yo pudiera terminar este trabajo de grado.

A la UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE que me abrió sus puertas para llegar a ser un profesional

A mis ingenieros, Pablo Méndez, Mauricio Vásquez, Ramiro Flores y Hernán Pérez que influyeron con sus lecciones y experiencia en formarme para ser un gran profesional y prepararme para los retos que me pone la vida por todo esto gracias.

También me gustaría agradecer al Ingeniero Gustavo Boada por enseñarme sus conocimientos y decirme que cuando uno se propone luchar por algo se logra conseguir y ser un gran ejemplo para mí.

**Jonathan Machado**

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii
CAPÍTULO I	1
1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del Problema	2
1.3 Formulación del Problema	3
1.4 Delimitación	4
1.4.1 Delimitación Espacial	4
1.4.2 Delimitación Temporal	4
1.5 Objetivos	4
1.5.1 Objetivo General	4
1.5.2 Objetivos Específicos	4
1.6 Justificación del Proyecto	5
CAPÍTULO II	7
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1 Aspectos Legales	7

2.2	Constitución Política del Ecuador	7
2.3	Tipos de ascensores	8
2.3.1	Ascensores Electromecánicos	8
2.3.2	Ascensores Hidráulicos	9
2.4	Partes del Ascensor	9
2.4.1	Cabina	9
2.4.2	Guías de cabina	11
2.4.3	Amortiguadores	12
2.4.4	Botones de llamada	13
2.4.5	Puertas de piso	14
2.4.6	Puertas de cabina	15
2.4.6.1	Tiempo de espera	15
2.4.7	Control de maniobra	16
2.4.8	Cabecero de puerta de cabina	17
2.4.9	Contrapeso	17
2.5	Materiales para la elaboración del protoipo	18
2.5.1	Pulsador de paro	18
2.5.2	PLC Siemens S7 - 1200	18
2.5.3	Fuente de alimentación de 24 (VDC)	20
2.5.4	Limit Switch	20
2.5.5	Sensor fotoeléctrico de barrera	21
2.5.6	Motor trifásico de 4 polos (1800 rpm), 60 Hz IP55	21
2.5.6.1	Características mecánicas	22
2.5.6.2	Cálculo del tiempo	23
2.5.6.3	Cálculo de la fuerza en Newton	24
2.5.6.4	Dimensionamiento de motor	24



2.5.7	Variador de frecuencia	25
2.6	Programación en un PLC Siemens Simatic S7-1200	26
2.6.1	Introducción	26
2.6.2	PLC Siemens S7 - 1200	27
2.6.3	Principales componentes de un PLC S7- 1200	27
2.6.3.1	Hardware CPU S7- 1200	27
2.6.3.2	Módulos del S7 – 1200	28
2.6.3.3	Los módulos de señales	28
2.6.3.4	Módulos de señales de comunicación	28
2.6.3.5	Software STEP 7	29
2.6.4	Características principales	30
2.7	Glosario de términos	31
CAPÍTULO III		33
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		33
3.1	Tipo de investigación	33
3.1.1	Investigación documental	33
3.1.2	Investigación tecnológica	33
3.2	Métodos	34
3.2.1	Método analítico – sintético	34
3.2.2	Método inductivo – deductivo	34
3.2.3	Método tecnológico	35
3.3	Técnicas e instrumentos	35
CAPÍTULO IV		36
4. PROPUESTA ALTERNATIVA		36
4.1	Título de la propuesta	36
4.2	Propósitos	36

4.3	Introducción	36
4.4	Diseño del ascensor	37
4.4.1	Descripción mecánica, eléctrica del ascensor	37
4.4.2	Estructura del ascensor	37
4.4.2.1	Sobrerecorrido y foso	37
4.4.2.2	Pozo	38
4.4.2.3	Paredes de piso y techo del pozo	38
4.4.2.4	Guías principales	38
4.4.2.5	Cuarto de maquinas	38
4.4.2.6	Cabina	39
4.4.2.7	Puertas de la cabina	39
4.4.2.8	Puerta de piso	40
4.4.2.9	Contrapeso	40
4.4.2.10	Cables de suspensión o tracción	40
4.4.3	Dimensionamiento del motor	40
4.4.3.1	Cálculo del tiempo	41
4.4.3.2	Cálculo de la fuerza en Newton	42
4.4.4	Acceso de piso	43
4.4.5	Energía eléctrica	43
4.4.6	Elementos eléctricos, electrónicos de control y maniobra	43
4.4.7	Plano de conexiones del circuito de potencia	44
4.4.8	Conexiones de entradas y salidas del PLC	45
4.4.8.1	Entradas del sistema	46
4.4.8.2	Salidas del PLC	47
4.4.9	Circuito para el control de luces indicadoras de piso	48
4.4.10	Conexiones del circuito de paro de emergencia	49

4.4.11	Circuito del sensor inductivo de proximidad	50
4.4.12	Revisión de partes del ascensor	50
4.4.12.1	Panel de control	50
4.4.12.2	Pulsadores externos de piso	51
4.4.12.3	Luces indicadoras de piso	51
4.4.12.4	Pulsador de paro de emergencia	51
4.4.12.5	Pulsador de reinicio	51
4.4.12.6	PLC	51
4.4.12.7	Notas de operación	52
4.4.12.8	Mantenimiento	52
4.4.13	Componentes del ascensor	53
4.4.14	Puesta en marcha	53
4.4.14.1	Corrección de la posición de llegada de la cabina	54
4.4.14.2	Revisión de apertura y cierre de la puerta de la cabina	54
4.4.14.3	Revisión de las seguridades del ascensor	54
4.5	Diseño del prototipo	55
4.5.1	Descripción mecánica, eléctrica del prototipo	55
4.5.1.1	Elementos mecánicos	56
4.5.2	Estructura del prototipo de ascensor	56
4.5.2.1	Ducto o hueco	56
4.5.2.2	Guías principales	57
4.5.2.3	Cuarto de máquinas	57
4.5.2.4	Cabina	57
4.5.3	Aplicaciones del prototipo del ascensor	58
4.6	Guía de programación del PLC	58
4.6.1	Introducción	58

4.6.2	Crear un proyecto nuevo	58
4.6.3	Programación del S7-1200	65
4.7	Guía del variador de frecuencia	68
4.7.1	Puesta en servicio	68
4.7.2	Reajustar a los valores de fábrica	71
4.8	Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema	72
CAPÍTULO V		73
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		73
5.1	Conclusiones	73
5.2	Recomendaciones	74
6. BIBLIOGRAFÍA		75
7. ANEXOS		77

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Capacidad y áreas útiles de la cabina	10
Tabla 2. Especificaciones técnicas	25
Tabla 3. Capacidad y área útil de la cabina para personas con discapacidad más silla de ruedas	39
Tabla 4. Capacidad y área útil de la cabina	39
Tabla 5. Elementos eléctricos, electrónicos de control y maniobra	43
Tabla 6. Entradas del PLC	46
Tabla 7. Salidas del PLC	47
Tabla 8. Dimensiones del hueco	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Guías de cabina	11
Figura 2. Soporte de guías	12
Figura 3. Amortiguadores	12
Figura 4. Botones de llamada de cabina y de las puertas de hall	13
Figura 5. Puerta de piso	14
Figura 6. Tablero de control de maniobras	16
Figura 7. Cabecero de puerta de cabina	17
Figura 8. Contrapeso	18
Figura 9. PLC Siemens S7 - 1200	19
Figura 10. Fuente de alimentación de 24(VDC)	20
Figura 11. Sensor fotoeléctrico de barrera	21
Figura 12. Motor Trifásico 4 polos (1800 rpm), 60 Hz IP55	23
Figura 13. Variador de frecuencia	26
Figura 14. Funcionamiento del PLC	29
Figura 15. Diagrama del circuito de potencia del motor	44
Figura 16. Diagrama de conexiones del PLC	45
Figura 17. Circuito para el control de luces indicadoras de piso	49
Figura 18. Diagrama del circuito de paro de emergencia	49
Figura 19. Diagrama del circuito del sensor inductivo de proximidad	50
Figura 20. Ducto o Hueco	56

## RESUMEN

La presente, investigación se realizó con el propósito de diseñar un elevador para personas con discapacidad y elaborar un prototipo, controlado por un PLC para el Laboratorio de Electricidad de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico, para lo cual se llevó a cabo la investigación de los diferentes elementos que forman parte del prototipo y sus respectivas aplicaciones para una selección adecuada en cuanto a costos, parámetros técnicos y eléctricos. Se elaboró en base a cinco capítulos, en el primero se formuló y delimitó el problema de investigación, se planteó objetivos; un general y cuatro específicos, que dirigieron el trayecto de esta investigación, seguidamente se elaboró el marco teórico, estudiando tanto los temas y subtemas más relevantes, tales como: descripción de los dos tipos de ascensores existentes, motor AC/DC, variador de frecuencia, PLC S7-1200. En el desarrollo de la metodología se utilizó los métodos analítico-sintético, inductivo-deductivo, tecnológico, científico y técnicas e instrumentos. Se utilizó el programa Step7 TIA Portal V12 para la programación del prototipo. La propuesta de elaborar un prototipo, para personas con discapacidad, controlado por un PLC, para el Laboratorio de Electricidad de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico de la Universidad Técnica del Norte, tiene como objetivo facilitar el aprendizaje y el uso de un PLC, mediante el cual se realizó la programación, para el funcionamiento del mismo, después de haber hecho las respectivas investigaciones, tanto para la selección, diseño y construcción, en el cual el estudiante puede demostrar con la práctica la teoría impartida en clase, utilizando el PLC en distintas aplicaciones de automatización. Además para la utilización del mismo se adjuntó un manual de la programación que servirá de guía para el correcto manejo. Finalmente se elaboró las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo.

## ABSTRACT

The present research was conducted with the purpose of designing an elevator for people with disabilities and to develop a prototype, controlled by a PLC for Electricity Laboratory of the School of Engineering in Electrical Maintenance, for which conducted research the different elements that form part of their respective prototype applications and an appropriate selection in terms of cost, technical and electrical parameters. It was developed based on five chapters, the first one was formulated to defined the research problem, objectives raised were; general and with four specific, who led the way in this investigation, then the theoretical framework was developed by studying both the most relevant topics and subtopics such as: description of the two types of existing lifts, engine AC / DC inverter, S7-1200 PLC. The analytic-synthetic, inductive-deductive, technological, scientific and technical methods and tools used in the development of the methodology. Step7 TIA Portal V12 for programming the prototype was used. The proposal to develop a prototype, for people with disabilities, controlled by a PLC, for Electricity Laboratory of the School of Engineering in Electrical Maintenance Technical University of North aims to facilitate learning and the use of a PLC, whereby the programming for the operation thereof is performed after doing the investigations, both for the selection, design and construction, in which the student can demonstrate practice theory taught in class, using the PLC in different automation applications. In addition to using the same programming manual that will guide the correct handling was attached. Finally, conclusions and recommendations were developed for this present job.



## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de grado se presenta el diseño de un elevador para personas con discapacidad y la elaboración de un prototipo controlado por un PLC, en base a la infraestructura de la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología, FECYT.

Para determinar el problema, se menciona de manera contextual que es lo da origen al problema y de igual manera tanto la formulación como el planteamiento del mismo; además se determina la delimitación espacial y temporal, con los distintos objetivos que se desea lograr con la investigación. Una vez determinado el problema de investigación se describe el marco teórico, en el cual se mencionan los diferentes elementos que constituyen a un ascensor.

La metodología que se utilizó para el desarrollo del proyecto investigación son: teóricos y empíricos, además los métodos analítico-sintético, inductivo-deductivo, tecnológico, científico, técnicas e instrumentos.

El trabajo de grado consta del desarrollo de la propuesta, en la cual se describe cada uno de los elementos que conforman el prototipo del ascensor y la respectiva programación con el PLC S7-1200, para el funcionamiento del mismo tanto para abrir y cerrar las puertas de la cabina como también para subir y bajar la cabina del mismo.

Finalmente se da a conocer las conclusiones y recomendaciones en relación a la experiencia que se llegó a obtener después de realizar el proceso de diseño de un elevador para personas con discapacidad y la elaboración de un prototipo controlado por un PLC. Además se anexa las hojas de los datos técnicos de los diferentes dispositivos utilizados.

## CAPÍTULO I

### 1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Antecedentes

Existen rastros de ascensores básicos en uso, que anteriormente fueron operados por: animales, fuerza humana o mecanismos de agua hace 300 años AC. El ascensor tal como en la actualidad se lo conoce tuvo sus inicios en los años 1800 y eran impulsados por vapor que se generaba dentro de cilindros, los mismos que elevaban a la cabina. Recién a principios de 1900 aparecen en la tracción de un ascensor los cables de acero, en mecanismos como son: con poleas de desvío y equiparación o compensación. En el año de 1853 Elisha Graves Otis, participa en el New York Crystal Palace en una exposición presentando un ascensor con "freno de emergencia" el cual evitaba la caída de la cabina. El primer ascensor de pasajeros Otis en 1857 entró en función en un almacén de la ciudad de Nueva York. En el año de 1880 el inventor alemán Werner von Siemens incluyó el motor eléctrico en la construcción de los ascensores. Luego en 1887 se construye un ascensor eléctrico el mismo que hacía girar un tambor giratorio en el que se cubría la cuerda de izado. Los siguientes doce años se empezaron a formar parte de uso general los elevadores eléctricos con engranajes de tornillo sin fin que conectaba el motor con el tambor excepto en el casos de edificios altos. Hoy en la actualidad se ha creado ascensores que pueden viajar hasta 488m/min con una capacidad de 4536 kg.

En el sector norte del Ecuador, específicamente en la provincia de Imbabura, se cuenta con la Universidad Técnica del Norte, entidad pública de Educación Superior con más de 8000 estudiantes, es la institución más concurrida por los habitantes de la Zona 1 que necesitan de sus prestaciones. Para lo cual es necesario que este centro de Educación Superior tenga un servicio de calidad. Ya que existen muchas personas que tienen dificultades al momento de subir o bajar las escaleras, lo cual les obliga a efectuar grandes esfuerzos físicos para realizar estas actividades. Los ascensores para personas con discapacidad ofrecen todas las ventajas para que tengan accesibilidad y movilidad a distintos lugares que deseen desplazarse, permitiéndoles entrar a las aulas en pisos superiores. Además la investigación será el inicio para el previo montaje de un ascensor en la FECYT.

## 1.2 Planteamiento del Problema

En la actualidad existen un gran número de personas con discapacidad, en el Ecuador; existen el 13,2% de personas con algún tipo de discapacidad y el 4,4% de personas con alguna minusvalía. Un discapacitado es toda aquella persona que tiene algún impedimento físico o mental, que no le permite ser completamente independiente. Estas discapacidades pueden ser de nacimiento o adquirirse por accidente o enfermedad.

El Ministerio de Relaciones Laborales del Ecuador, otorgó la ley al sector público o privado, que cuente con un número mínimo de veinticinco trabajadores, está obligado a contratar, al menos, a una persona con discapacidad, en labores permanentes que se consideren apropiadas en relación con sus conocimientos, condición física y aptitudes individuales, observándose los principios de equidad de género y diversidad de discapacidad, en el primer año de vigencia de esta Ley, contado desde la fecha de su publicación en el Registro Oficial.

En el segundo año, la contratación será del 1% del total de los trabajadores, en el tercer año el 2%, en el cuarto año el 3% hasta llegar al quinto año en donde la contratación será del 4% del total de los trabajadores, siendo ese el porcentaje fijo que se aplicará en los sucesivos años

Todo esto trae como consecuencia que muchas universidades no presentan las condiciones primordiales para los estudiantes y trabajadores con discapacidad física, una de esas instituciones educativas es la “Universidad Técnica del Norte”, en este establecimiento se forman estudiantes con discapacidad física y no poseen los requerimientos necesarios para la comodidad.

Esta investigación se enfoca en realizar un diseño de un elevador para personas con discapacidad y la elaboración de un prototipo controlado por un PLC, para lo cual con la construcción a futuro se brindará comodidad y accesibilidad al movilizarse de un piso a otro dentro del edificio de la FECYT (FACULTAD DE EDUCACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA). Por la falta de material didáctico existen falencias en el aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Mantenimiento Eléctrico, por tal motivo no se puede realizar prácticas y por ende no se logra complementar lo aprendido en teoría.

### 1.3 Formulación del Problema

¿Cómo diseñar un elevador para personas con discapacidad y elaborar un prototipo controlado por un PLC en base a la infraestructura de la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología, FECYT?

## 1.4 Delimitación

### 1.4.1 Delimitación Espacial

En cuanto a la delimitación espacial, se consideró las instalaciones e infraestructura de la Universidad Técnica Del Norte de la Ciudad de Ibarra, Ubicado en la Avenida 17 de Julio.

0° 21` 31,3 `` N

78° 0,6` 38,0 `` W

### 1.4.2 Delimitación Temporal

El presente trabajo de investigación se realizó en la Universidad Técnica del Norte, en el edificio de la FECYT (**FACULTAD DE EDUCACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**) en la ciudad de Ibarra, en el año 2013 - 2014.

## 1.5 Objetivos

### 1.5.1 Objetivo General

Diseñar un elevador para personas con discapacidad y elaborar un prototipo controlado por un PLC en base a la infraestructura de la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología FECYT.

### 1.5.2 Objetivos Específicos

1. Realizar una investigación para obtener información sobre los tipos de elevadores o ascensores.

2. Aplicar la reglamentación para la instalación de elevadores en edificios que posean más de tres pisos.
3. Diseñar el elevador para el edificio de la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología (FECYT).
4. Implementar un prototipo de elevador controlado por un controlador lógico programable (PLC).

#### 1.6 Justificación del Proyecto

En la actualidad se vive en un mundo cada vez más tecnificado, así con avances tecnológicos en todos los sectores, la innovación del sector de la Educación Superior en la provincia de Imbabura no podía ser la excepción. Por consiguiente en un edificio que posea más de tres pisos es obligatorio por norma la implementación de un elevador para que todas las personas tengan el acceso a la misma, aún más si este ayudará a facilitar la movilización de las personas con discapacidad y la concurrencia de las mismas a la Universidad Técnica del Norte.

Por esta razón se realizará un estudio y se diseñará un prototipo de un elevador, con la programación de un PLC con el fin de que la Universidad Técnica del Norte, posteriormente si las autoridades lo estimen pertinente implementen un elevador en el edificio de la FECYT (Facultad de Educación Ciencia y Tecnología) o a su vez en los demás edificios, el mismo que ayudará al acceso a las personas con discapacidades a las distintas aulas que conforman esta facultad, pues podrán movilizarse de manera independiente.

La falta de implementación de un ascensor ha dificultado la concurrencia de personas con discapacidad que quieren continuar con sus estudios en esta facultad, para que puedan desplazarse de un lugar a otro

de manera independiente, ya que no cuenta con la infraestructura adecuada para brindar un mejor servicio a los estudiantes con discapacidades.

La implementación del prototipo, será de gran apoyo para los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico ya que permitirá interpretar de manera correcta lo aprendido en clase complementándolo con la realización de prácticas.

Los motivos expuestos conllevan a señalar que la propuesta planteada en este proyecto permitirá mejorar la calidad de servicios y aprendizaje a los estudiantes de la Universidad Técnica del Norte, de esta manera demostrando que es necesario realizar la presente investigación y de ser necesario la implementación de un ascensor para discapacitados en la FECYT (Facultad de Educación Ciencia y Tecnología) y así con la ayuda de la Universidad, los estudiantes a cargo de este proyecto se llevará a cabo la presente investigación.

## CAPÍTULO II

### 2 MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Aspectos Legales

En la elaboración del presente trabajo de investigación fue necesario conocer los aspectos legales, los cuales justifican la ejecución del mismo así que se partió de la Constitución Política del Ecuador que rige a nuestro país, debido a que en varios de sus artículos hace referencia a la equiparación de oportunidades para las personas con discapacidad y a su integración en la sociedad. También a los derechos que tienen estas personas.

#### 2.2 Constitución Política del Ecuador

En la Constitución Política del Ecuador hace referencia a la equiparación de oportunidades para las personas con discapacidades en el siguiente artículo:

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ECUADOR., (2008) dice: “El Estado garantizará políticas de prevención de las discapacidades y, de manera conjunta con la sociedad y la familia, procurará la equiparación de oportunidades para las personas con discapacidad y a su integración social.

Además se reconoce a las personas con discapacidad, los derechos a:



Una educación que desarrolle sus potencialidades y habilidades para su integración y participación en igualdad de condiciones. Se garantizará su educación dentro de la educación regular. Los planteles regulares incorporarán trato diferenciado y los de educación especial la educación especializada. Los establecimientos educativos cumplirán normas de accesibilidad para personas con discapacidad e implementación de becas que corresponda a las condiciones económicas de este grupo.

El acceso de manera adecuada a todos los bienes y servicios. Se eliminarán las barreras arquitectónicas”. (p. 33 - 34)

Como se puede apreciar la Universidad Técnica del Norte está en la obligación de implementar un ascensor para las personas con discapacidad.

## 2.3 Tipos de ascensores o elevadores

### 2.3.1 Ascensores Electromecánicos

Son los más instalados en edificios de viviendas multifamiliares. La tracción en estos ascensores, se realiza por la intervención de un motor eléctrico, polea y máquina reductora, de la que cuelga el cable de tracción. La cabina es guiada en su trayecto por rieles.

GALIANO J. A., (2010) dice: “El funcionamiento se distingue por ser eléctrico, con motor trifásico, sistema contrapesado, recomendable para construcciones de máxima altura, pueden desarrollar una velocidad máxima de 120 m/ min, con una capacidad de 200 hasta 5 000 kg de carga.

Se puede elegir entre equipos de una velocidad, dos velocidades o de frecuencia variable la misma que facilita la desaceleración inapreciable del ascensor.”(p 5).

### 2.3.2 Ascensores Hidráulicos

Se instalan para recorridos cortos, que pueden ser de 4 y 5 paradas, presentando máximo confort y seguridad durante el viaje.

GALIANO J. A., dice: “El funcionamiento está dirigido por un pistón de accionamiento hidráulico, la función que desempeña este equipo es para las construcciones de mediana altura, desarrollando una velocidad máxima de 30 m/min, unida con varias posibilidades de ubicación del cuarto de máquinas, el montaje sencillo, el confort del viaje, el elevado rango de posibilidades de carga (hasta 50 toneladas) y la máxima seguridad que posee este equipo lo han hecho el más electo en los últimos años.”(p 5)

Este tipo de ascensor no es recomendable para este proyecto porque tendría un costo muy elevado. Otra desventaja es la ubicación del pistón en el pozo el cual sería de una gran profundidad. Por estos motivos el ascensor a diseñarse será electromecánico.

## 2.4 Partes del Ascensor

### 2.4.1 Cabina

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA., (2001) dice: “El interior de la cabina del ascensor debe tener las siguientes dimensiones mínimas 1 200 mm de fondo y 1 000 mm de ancho para permitir la entrada de la silla de

ruedas y de un provisional que viene a ser el acompañante.”(p 4) Ver **anexo 10** la fotografía de la cabina del prototipo del ascensor.

Las paredes interiores de la cabina deben estar equipadas con un rodapié de 300 mm de ancho para cuidar la silla de ruedas contra el impacto de los reposapiés.

Toda cabina panorámica que posea sus paredes laterales o posteriores de vidrio debe estar equipada con uno o más pasamanos para proteger al pasajero, el mismo que debe estar ubicado a 900 mm de alto. La separación entre el piso de la cabina y el suelo firme debe tener una tolerancia horizontal equivalente a 20 mm.

La cabina debe contar con las medidas mencionadas para que las personas puedan movilizarse dentro de la misma sin ningún inconveniente.

**Tabla 1.** Capacidad y áreas útiles de la cabina

Pasajeros Nº	Capacidad (Kg)		Área útil de la cabina por pasajero (m <sup>2</sup> )	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
3	200	240	0,20	0,24
4	280	320	0,19	0,24
5	350	400	0,19	0,24
6	420	480	0,19	0,21
7	490	560	0,18	0,21
8	550	640	0,18	0,20
9	600	720	0,17	0,19
10	680	800	0,17	0,19
11	750	880	0,17	0,19
12	840	960	0,16	0,19
13	900	1040	0,16	0,19
14	950	1120	0,16	0,19
15	1000	1200	0,16	0,18

16	1080	1280	0,16	0,18
17	1150	1360	0,15	0,18
20	1350	1600	0,15	0,18
24	1600	1920	0,14	0,18
27	1800	2160	0,14	0,18
30	2100	2400	0,13	0,18

**Fuente:** Norma Ecuatoriana de Construcción, 1996

#### 2.4.2 Guías de cabina

Las guías son las encargadas de conducir a la cabina en su dirección exacta, son utilizadas de apoyo en caso de rotura de los cables.

La sección habitual de las guías es en forma de T, perfectamente calibradas y enderezadas, en tramos empalmados con placas adecuadas.



**Figura 1.** Guías de cabina

**Fuente:** (GALIANO J. A., 2010)

Las guías que dirigen la cabina y el contrapeso deben estar sujetas por unos soportes o fija guías. Estas pueden estar soldadas por el fabricante del ascensor en las vigas de la estructura.



**Figura 2.** Soporte de guías

**Fuente:** (GALIANO J. A., 2010)

### 2.4.3 Amortiguadores

GALIANO J., (2010) dice: “Los amortiguadores generalmente se sitúan al final del recorrido de la cabina o del contrapeso. También los hay de dos tipos: para bajas velocidades nominales de cabina son los denominados “de acumulación de energía o de resorte” y los denominados “de disipación de energía o hidráulicos” pueden utilizarse para cualquier velocidad de cabina pero, por motivos de costos solo se los usa donde son imprescindibles, es decir para altas velocidades. Es sencillo darse cuenta de que si es el adecuado, bien instalado y conservado, será el encargado de amortiguar el impacto de la cabina, logrando la preservación de ésta y sus ocupantes”. (p 7)



**Figura 3.** Amortiguadores

**Fuente:** (GALIANO J. A., 2010)

Son los encargados de amortiguar el impacto de la cabina, utilizados para bajar las velocidades y sirven de seguridad tanto para los pasajeros y la seguridad de la cabina.

#### 2.4.4 Botones de llamada

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA., dice: “Tipo electrónico, con indicación luminosa de registro de llamada, y con frente de acero inoxidable. Los botones de llamada para las personas con discapacidad que se encuentran en la parte exterior de la cabina, deben estar ubicados a una altura máxima de 1 200 mm y las botoneras internas a 1 000 mm teniendo como referencia a su eje medido desde el nivel del piso terminado” (p 4)



**Figura 4.** Botones de llamada de cabina y de las puertas de hall

**Fuente:** (GALIANO J. A., 2010)

NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN., (1996) dice: “En los ascensores para personas sin ninguna discapacidad las botoneras de hall deben estar ubicados a una altura máxima 1.20 m referida al eje central de los botones, medida desde el nivel del piso terminado”.

#### 2.4.5 Puertas de piso

GALIANO J., dice: “Las puertas de acceso de piso deben ser construidas de manera que su indeformabilidad sea garantizada a lo largo del tiempo. A este efecto, se aconseja emplear puertas metálicas.

Las puertas de piso deben ser de un modelo que haya resistido el ensayo a fuego.

Cerraduras con contacto de seguridad eléctrico, más seguridad mecánica. Provisión e instalación de faldones guardapiés.

El destrabe de esta cerradura, se realiza a través de un mecanismo de patín retráctil, montado sobre la cabina, que imposibilita la apertura de la puerta, no estando la cabina en dicho piso y perfectamente nivelada, lo que evita accidentes por acceso al hueco sin presencia de la cabina.

Al igual que en la puerta de cabina, el sistema de seguridad de cerradura, está totalmente supervisado por el tablero de control.” (p 9)



**Figura 5.** Puerta de piso

**Fuente:** (GALIANO J. A., 2010)

Las puertas de piso deben contar con todos los requerimientos antes mencionados para garantizar su buen funcionamiento y seguridad de los pasajeros.

#### 2.4.6 Puertas de cabina

Las puertas presentes tanto en la cabina como en cada piso de la edificación son sistemas de seguridad que evitan que la carga salga de la cabina en caso de un accidente. Dichas puertas deben poseer sensores que limiten el funcionamiento del ascensor para que éste solo se mueva en caso de que las mismas estén completamente cerradas.

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA., dice: “Las dimensiones mínimas que debe tener el vano de la puerta de la cabina son: 90 mm de ancho y 2 000 mm de alto, el accionamiento de las mismas debe ser automático”.  
(p 4)

El mecanismo de apertura de las puertas debe estar equipado de un sensor automático ubicado máximo a 800 mm del piso.

##### 2.4.6.1 Tiempo de apertura

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA., dice: “El ascensor debe tener un tiempo mínimo de apertura, el mismo que se considera desde el aviso de que el ascensor está contestando el llamado (señalización acústica y luminosa), hasta que empiecen a cerrarse las puertas del ascensor”, según la siguiente fórmula:

$$T = \frac{D}{445}$$

En donde:



T = Tiempo mínimo de apertura de las puertas, expresado en segundos.

D = La distancia que tiene desde el eje del corredor hasta la puerta en mm.

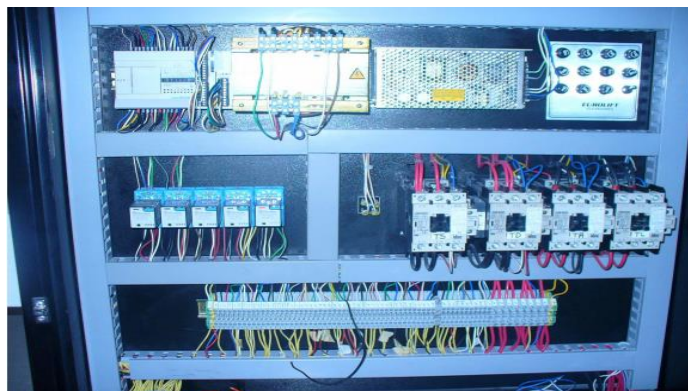
445 = Es una constante, expresada en mm/ s.

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA., dice: Por ningún motivo el tiempo de apertura debe ser menor a 5 segundos respondiendo a una llamada exterior, menor a 3 segundos respondiendo a una llamada interior.

#### 2.4.7 Control de maniobra

Es la denominación que se da a los dispositivos que gobiernan el funcionamiento individual de un ascensor; los medios de acortar el tiempo de un viaje entre plantas contiguas, los dispositivos de abrir y cerrar las puertas en un tiempo mínimo, los módulos de tiempo incorporados para el tránsito de pasajeros, el sistema de nivelar rápida y exactamente.

Este control supervisa la totalidad del equipo. Chequea cerraduras de las puertas, que todos los finales de carrera estén funcionando, que no exista sobrepeso en la cabina. Posee protección térmica, para evitar daños en el motor ante la sobretensión o interrupción de una fase.

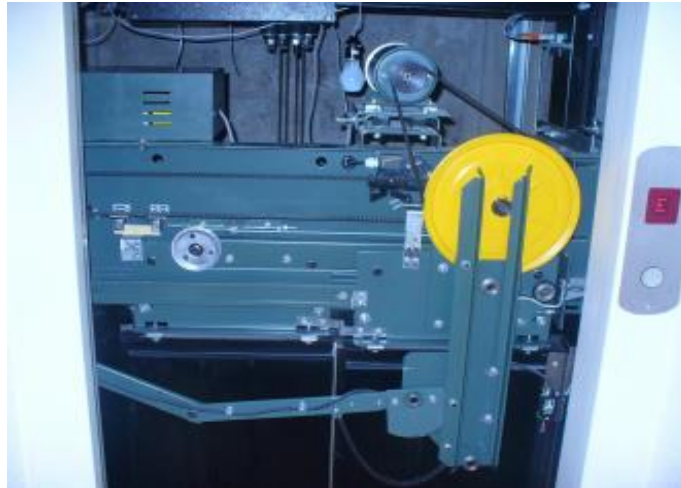


**Figura 6.** Tablero de control de maniobras

**Fuente:** (GALIANO J. A., 2010)

#### 2.4.8 Cabecero de puerta de cabina

GALIANO J., dice: “Es el dispositivo que permite la apertura y cierre de la puerta de cabina y la puerta de hall cuando este llega al piso de su destino, este cabecero por medio de un pequeño variador de velocidad, puede variar la velocidad de apertura y cierre de las puertas”.



**Figura 7.** Cabecero de puerta de cabina

**Fuente:** (GALIANO J. A., 2010)

Es el encargado del funcionamiento de las puertas de cabina y la puerta de hall esta comandado por un variador de velocidad, el cual es el encargado de variar la velocidad tanto de apertura como de cierre de las puertas.

#### 2.4.9 Contrapeso

GALIANO J., dice: “El contrapeso tiene como objeto equilibrar el peso de la cabina y de una parte de la carga nominal, que suele estar en torno al 50%. De esta forma, se reduce considerablemente el peso que debe arrastrar el grupo tractor, disminuyendo así la potencia necesaria para elevar la cabina”. (p13)



**Figura 8.** Contrapeso

**Fuente:** (GALIANO J. A., 2010)

Las pesas del contrapeso que se encuentran en el armazón deben estar juntas y estar aseguradas mediante un mecanismo de fijación. El contrapeso y la cabina deben estar ubicados en el mismo pozo.

## 2.5 Materiales para la elaboración del prototipo

### 2.5.1 Pulsador de paro

Son dispositivos utilizados para el mando de los procesos, este permite el paso o interrupción de la corriente eléctrica, permitiendo tener una señal ON/OFF, el cual debe estar agrupado en la parte interna del tablero de control, a una altura máxima de 1 000 mm medidos desde el nivel del piso terminado.

### 2.5.2 PLC Siemens S7 - 1200

SIEMENS A., (2012) dice: “El controlador S7-1200 con 14 entradas digitales, 2 entradas analógicas y 10 salidas digitales, ofrece la flexibilidad y potencia necesarias para controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas necesidades de automatización.

Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones”. (p 19)

## SIEMENS

Product data sheet

6ES7214-1AG31-0XB0



SIMATIC S7-1200, CPU 1214C,  
COMPACT CPU, DC/DC/DC,  
ONBOARD I/O: 14 DI 24V DC;  
10 DO 24 V DC;  
2 AI 0 - 10V DC,  
POWER SUPPLY: DC 20.4 - 28.8 V DC,  
PROGRAM/DATA MEMORY: 75 KB

**Figura 9.** PLC Siemens S7 - 1200

**Fuente:** SIEMENS, A. (2012). *Manual de sistema Controlador Programable S7- 1200*  
"Sinopsis del producto".

Es una consola autónoma compacta la cual incorpora una unidad central de procesamiento (CPU), una fuente de alimentación, también entradas y salidas digitales.

El sistema se controla mediante entradas y salidas (E/S). Las entradas examinan las señales de los dispositivos de campo (ejemplo interruptores y sensores) entretanto que las salidas supervisan motores, bombas u otros aparatos del proceso. Se dispone de entradas y salidas integradas (en la CPU), así como E/S adicionales (en los módulos de aplicación).

El PLC va a controlar el funcionamiento de la cabina tanto la subida y baja de la misma así como también el cierre y apertura de las puertas de la cabina cuando llegue a su destino.

### 2.5.3 Fuente de alimentación de 24 (VDC)

SIEMENS A., (2014) dice: “Las diferentes líneas de productos ofrecen la fuente adecuada para casi cualquier requisito y potencia. Ya se trate de LOGO!Power para la gama baja, SITOP Smart para las aplicaciones estándar, SITOP modular para soluciones exigentes o variantes para un uso especial, siempre se beneficiará de la máxima calidad, fiabilidad y funcionalidad. La gama de módulos UPS de continua y módulos de ampliación, única en su género, posibilita, además, una protección adicional contra fallos tanto en el secundario como en el primario”. (p 20)



**Figura 10.** Fuente de alimentación de 24(VDC)

**Fuente:** © Siemens AG 1996-2014

Es una fuente de energía eléctrica. En electrónica es un circuito eléctrico que convierte la electricidad de un voltaje de corriente alterna a un voltaje de corriente directa.

### 2.5.4 Limit Switch

Son dispositivos eléctricos, mecánicos o neumáticos que se encuentran situados al final del recorrido de un elemento móvil.

Encargado de detectar la presencia o ausencia de la cabina.

### 2.5.5 Sensor fotoeléctrico de barrera

Es un elemento electrónico que actúa al cambiar la intensidad de la luz. Estos sensores requieren de dos componentes, uno que es el emisor que produce la luz, y el otro el receptor que “ve” la luz producida por el emisor.

Todas las distintas maneras de sensado se basan en este principio de funcionamiento. Están diseñados para la clasificación, detección, y posicionado de objetos; colores, la detección de formas, y diferencias de superficie, inclusive bajo condiciones ambientales extremas.



**Figura 11.** Sensor fotoeléctrico de barrera

**Fuente:** (CASTILLO & VILLAVICENCIO, 2009)

Sensa la presencia de cualquier obstáculo, por lo tanto impide el cierre de las puertas de la cabina.

### 2.5.6 Motor trifásico de 4 polos (1800 rpm), 60 Hz IP55

SIEMENS A., (2014) dice. “Motores de uso general con marco de aluminio son adecuados para una amplia gama de tareas de accionamiento estándar en el entorno industrial. Como resultado de su bajo peso, especialmente, están predestinados para aplicaciones con bombas, ventiladores y compresores.

Sin embargo, también se prestan admirablemente al equipo de tecnología de transporte y elevación / grúas.

Los motores de 2 y 4 polos, altura de eje 80 y 90 van incluso un paso más allá: para estos motores, la caja de bornes sólo se fija mediante un tornillo, y se puede girar continuamente a través de 360 grados. Además, la caja de bornes está pre configurado con una tarjeta de terminales. Esto hace que sea mucho más simple y más rápido de instalar motores en espacios reducidos, ya que el cable de conexión del motor se puede encaminar al motor desde cualquier dirección”.

IP55 es un grado de protección del equipo para ser identificado de una manera fácil y rápida, se los utiliza frecuentemente en los datos del equipo eléctrico. Ver en **Anexo 2 y 3** los datos del motor, en el **Anexo 4, 5, 6** la medición de la velocidad del motor.

#### 2.5.6.1 Características Mecánicas

- Carcasa en aluminio que asegura su bajo peso y excelente conductividad térmica.
- Rodamientos tipo rígidos de bola, de doble sello y con juego interno C3. Totalmente cerrados y libres de mantenimiento, con una vida útil de hasta 20.000 horas de servicio continuo.
- Ejecución IMB3 / IMB35 / IMB5.
- Con retenedor CD ring en el platillo AS.
- Protección Mecánica IP55.
- Para la serie 1LA7 platillos en aluminio y 1LA5 con platillos en fundición de hierro.
- Pintura color RAL 7032.



**Figura 12.** Motor Trifásico 4 polos (1800 rpm), 60 Hz IP55

**Fuente:** © Siemens AG 1996-2014

El sistema de arranque de motores trifásico en los ascensores se basan en la suministración de corriente alterna se debe conectar a una red por medio de la utilización de un interruptor de motor. Ver en **anexo 9** la fotografía del motor utilizado para la investigación.

#### 2.5.6.2 Cálculo del tiempo

MIRAVETE,A & LARRODÉ E., (2007) dice: Para calcular el tiempo se toma en cuenta la velocidad del ascenso o descenso de la cabina por lo tanto tenemos lo siguiente:

$$t = \frac{d}{v}$$

Dónde:

$v$ : Velocidad

$d$ : desplazamiento

$t$ : tiempo



### 2.5.6.3 Cálculo de la fuerza en Newton

MIRAVETE,A & LARRODÉ E., dice: Luego de haber obtenido la velocidad se procede a encontrar los valores de la fuerza en donde el peso de la cabina y la mitad de la carga útil quedan compensados por el contrapeso, por lo tanto se tiene lo siguiente:

$$F = m \times g$$

Dónde:

F: Fuerza en Newton

M: masa o peso

g= gravedad (9,81m/s<sup>2</sup>)

### 2.5.6.4 Dimensionamiento del motor

MIRAVETE,A & LARRODÉ E., dice: “Para la selección del motor se realiza el cálculo de la potencia, el cual permite el ascenso y descenso de la cabina y el contra peso.

- Potencia de un motor para un ascensor donde obedece a la siguiente expresión:

$$P = \frac{1}{2} F * \frac{v}{1,000\eta}$$

Dónde:

P: Potencia en KW

F: Fuerza en N

v: Velocidad en m/s

$\eta$ : Rendimiento mecánico global que varía de 0,45 a 0,60

Para encontrar la potencia necesaria para el arranque del motor se necesita encontrar el valor de la velocidad y la fuerza”.

### 2.5.7 Variador de frecuencia

Es un convertidor de frecuencia robusto con funcionalidad básica compacto que funciona con control de tensión y frecuencia (V /f) redes monofásicas de 240 V. Ver en **anexo 7, 8** la fotografía del variador de frecuencia y en **Anexo 11** el Manual del variador de frecuencia.

**Tabla 2.** Especificaciones técnicas

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Tensión de alimentación/ Frecuencia	1 x 200...240VAC $\pm$ 10%con 50/60Hz $\pm$ 5%
Potencia	1 HP
Grado de protección	IP20
Entradas/ Salidas Entradas analógicas	3 entradas digitales; 1 salida digital 1 entrada analógica
Capacidad de sobrecarga	150% de sobrecarga durante 60s (ciclos de 300s)
Longitud del cable al motor	50m (No apantallado)/ 25m (apantallado)
Método de control	Características U/f lineal, cuadrática y multipunto
Temperatura de empleo	-10...+40°C (hasta + 50°C con derating)

Funciones de protección	Subtensión, sobretensión, defecto a tierra, cortocirculación, vuelco del motor, protección térmica del motor y variador.
-------------------------	--

Fuente: © Siemens AG 1996-2014



**Figura 13.** Variador de frecuencia

Fuente: © Siemens AG 1996-2014

Es un sistema para el control rotacional de la velocidad de un motor de corriente alterna, mediante el control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor. Los variadores de frecuencia son conocidos también como drivers de frecuencia ajustable, microdrivers o inversores.

## 2.6 Programación en un PLC Siemens Simatic S7-1200

### 2.6.1 Introducción

Hasta pocos años atrás el control eléctrico de los ascensores se hacía de forma cableada con el uso de contactores y relés, los mismos que eran considerados de tecnología de punta con respecto a los ascensores. Además en el caso de presentarse alguna variación en el control esto da lugar a una modificación física en gran parte de las conexiones de instalación, trayendo como consecuencia un gran esfuerzo técnico y mayores gastos.

## 2.6.2 PLC Siemens S7 - 1200

SIEMENS A., dice: "El controlador S7-1200 con 14 entradas digitales, 2 entradas analógicas y 10 salidas digitales, ofrece la flexibilidad y potencia necesarias para controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas necesidades de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones". (p 19)

Para la programación se utilizó un lenguaje LADDER, es un lenguaje de programación gráfico basado en esquemas eléctricos de control. El PLC lee el programa LADDER de manera secuencial siguiendo el orden en que los reglones fueron escritos. En este programa cada símbolo representa una variable cuyo estado puede ser verdadero o falso.

## 2.6.3 Principales componentes de un PLC S7- 1200

### 2.6.3.1 Hardware CPU S7- 1200

SIEMENS A., dice: "La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, circuitos de entrada y salida, PROFINET integrado, E/S de control de movimiento de alta velocidad y entradas analógicas incorporadas, todo ello en una carcasa compacta, conformando así un potente controlador. Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de conteo y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

La CPU incorpora un puerto PROFINET para la comunicación en una red PROFINET. Hay disponibles módulos adicionales para la comunicación en redes PROFIBUS, GPRS, RS485 o RS232". (p 19)

#### 2.6.3.2 Módulos del S7 – 1200

SIEMENS A., dice: "La CPU soporta una placa de ampliación tipo plug – in.

- Una Signal Board (SB) proporciona E/S adicionales a la CPU. La SB se conecta en la parte frontal de la CPU.
- Una placa de comunicación (CB) permite agregar un puerto de comunicación adicional a la CPU.
- Una placa de batería (BB) ofrece respaldo a largo plazo del reloj en tiempo real

#### 2.6.3.3 Los módulos de señales (SM)

Agregan funciones a la CPU. Los SM se conectan en el lado derecho de la CPU.

- E/S digitales
- E/S analógicas
- RTD y termopar". (p 25)

#### 2.6.3.4 Módulos de señales de comunicación

Agregan opciones de comunicación a la CPU, por ejemplo para la conectividad de PROFIBUS o RS232 / RS485 (para PtP, Modbus o USS)

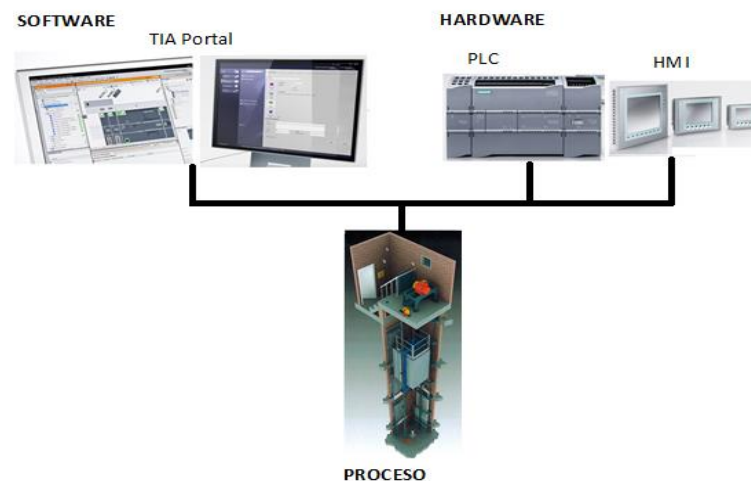
o el maestro AS-i. Un CP ofrece funcionalidades para otros tipos de comunicación, como conectar la CPU a través de una red GPRS.

- La CPU soporta hasta 3 CMs o CPs
- Cada CM o CP se conecta en el lado izquierdo de la CPU (o en el lado izquierdo de otro CM o CP)". (p 25)

#### 2.6.3.5 Software STEP 7

SIEMENS A., dice: "STEP 7 ofrece un entorno amigable que permite desarrollar, editar y observar la lógica del programa necesaria para controlar la aplicación, incluyendo herramientas para gestionar y configurar todos los dispositivos del proyecto, tales como PLCs y dispositivos HMI. STEP 7 ofrece dos lenguajes de programación (KOP y FUT) que permite desarrollar el programa de control de la aplicación de forma fácil y eficiente". (p 29).

EL STEP 7 es el componente del software para la programación y configuración del TIA Portal el cual permite controlar el ascensor como se muestra en la **figura 14**.



**Figura 14.** Funcionamiento del PLC

**Fuente:** Los autores, 2014

#### 2.6.4 Características principales

SIEMENS A., dice: “Las principales características principales del PLC SIEMENS S7 - 1200 son:

- Concepción modular- solución a medida.
- Pequeño, compacto y potente extraordinaria respuesta en tiempo real.
- Robusto y confiable, sin partes móviles, ideal para ambiente industrial.
- Extraordinaria conectividad.
- Programación sencilla por software amigable con asistentes.
- Ampliables en extensa gama.
- Innovación continúa.
- Alto nivel de prestaciones.
- Probado en todo el mundo.
- Uso aislado o conectado a red.
- Manejo y visualización desde paneles.
- Conexión sencillo por borneras integradas.
- Posibilidad de manejo de procesos analógicos.
- Posibilidad de manejo de procesos analógicos” (p 28)

## 2.7 Glosario de términos

**Corriente nominal.-** Es la corriente absorbida por el motor cuando, alimentado a tensión y frecuencia nominal, suministra la potencia nominal.

**Discapacidad.-** Falta o limitación de alguna facultad física o mental que imposibilita o dificulta el desarrollo normal de la actividad de una persona.

**Equiparación.-** Comparación, relación de proporción o similitud.

**Fricción.-** Roce de dos cuerpos en contacto.

**HMI.-** Interfaz de usuario por sus siglas en idioma inglés, (Human (Y) Machine Interface) que se usa para referirse a la interacción entre humanos y máquinas; Aplicable a sistemas de Automatización de procesos.

**Microprocesador.-** Es el circuito integrado central y más complejo de un sistema informático; a modo de ilustración, se le suele llamar por analogía el «cerebro» de un computador.

**PLC.-** Es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas.

**Potencia nominal.-** Es la potencia mecánica disponible en el eje: se expresa en Watt (W) o en caballos vapor (Hp).



**Rodamientos rígidos de bola.-** Son usados en una gran variedad de aplicaciones. Son fáciles de diseñar, no separables, capaces de operar en altas e incluso muy altas velocidades y requieren poca atención o mantenimiento en servicio.

**Temporización.-** Es el tiempo que se da para que se repita la función cíclicamente.

**Tensión nominal.-** Es el voltaje que debes aplicar a un componente, circuito ó equipo eléctrico ó electrónico para que este funcione en forma adecuada.

**Tensiones conmutables.-** Son 2 tipos de valor de tensión para trabajar.

**Tracción.-** En el cálculo de estructuras e ingeniería se denomina tracción al esfuerzo interno a que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo.

**Velocidad nominal.-** Es la velocidad que el motor alcanza cuando está entregando la potencia nominal (la potencia de placa).

## CAPÍTULO III

### 3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Tipo de investigación

El presente proyecto tecnológico dio a conocer la situación actual de la infraestructura de la FECYT (Facultad de Educación Ciencia y Tecnología) de la Universidad Técnica del Norte con respecto a la falta de un ascensor que permita la movilización dentro de la misma de las personas discapacitadas. Dentro de los tipos de investigación se utilizó los siguientes:

##### 3.1.1 Investigación documental

Se utilizó principalmente consultas en diversa fuentes de investigación como son: bases de datos, libros, revistas, folletos, manuales, internet, CD`s, bibliografía, etc. Ya que para esta investigación fue primordial contar con todas estas fuentes de información.

##### 3.1.2 Investigación tecnológica

Porque se asimilo una tecnología ya existente en nuestro medio y distinguió las diferentes características de todos los elementos empleados en la implementación de un prototipo de ascensor.

## 3.2 Métodos

BENALCÁZAR M., (2010) dice: “Los métodos utilizados en la investigación fueron los métodos teóricos y empíricos”. (p 41)

BENALCÁZAR M., dice: “Los métodos empíricos conllevaron al investigador a una serie de procedimientos prácticos con el objeto y los medios de investigación que permitieron revelar las características fundamentales y relaciones esenciales del objeto; que son accesibles a la contemplación sensorial. La investigación empírica permite al investigador hacer una serie de investigación referente a su problemática, retomando experiencia de otros autores, para desde allí partir con su exploración, también conllevan a efectuar un análisis preliminar de la información, así como verificar y comprobar las concepciones teóricas”. (p 42)

### 3.2.1 Método analítico – sintético

Este método se utilizó para realizar una sintonización de la información adquirida de textos, revistas, folletos, manuales, internet, CDS., para una mejor conceptualización, empleándolos para la elaboración del marco teórico donde fue necesario utilizar varios documentos para ser analizados.

### 3.2.2 Método inductivo – deductivo

Este método se utilizó para la deducción de los contenidos generales o teorías ya demostradas y formula una teoría interpretativa para la explicación del tema que se está investigando.

### 3.2.3 Método tecnológico

Este método se utilizó mediante la observación en edificios, asimilando la tecnología para determinar las características del funcionamiento del ascensor para discapacitados y de sus elementos que lo constituyen.

### 3.3 Técnicas e instrumentos

Las técnicas e instrumentos fueron el diseño e implementación de un prototipo de ascensor en base a la programación en un PLC, utilizando módulos de aprendizaje como también otras fuentes de consulta, para luego ordenarlas de una manera más clasificada y entendible realizando así el sustento teórico de las partes que conforman este prototipo y sus elementos.

## CAPÍTULO VI

### 4 PROPUESTA ALTERNATIVA

#### 4.1 Título de la propuesta

DISEÑO DE UN ELEVADOR PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD Y LA ELABORACIÓN DE UN PROTOTIPO CONTROLADO POR UN PLC EN BASE A LA INFRAESTRUCTURA DE LA FACULTAD DE EDUCACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA FECYT.

#### 4.2 Propósitos

Diseñar un elevador para personas con discapacidad y elaborar un prototipo controlado por un PLC S7-1200, en base a la infraestructura de la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología, FECYT y diseñar un Manual de la Programación que se utilizó para el funcionamiento de las puertas tanto para abrir y cerrar, de la cabina para subir y bajar la misma.

#### 4.3 Introducción

El presente trabajo de investigación se realizó con el propósito de implementar un ascensor para personas en condición de discapacidad. La implementación del ascensor controlado con un PLC SIEMENS SIMATIC S7 – 1200, CPU 1214C, COMPAC CPU. DC/DC/DC, permitirá que la Universidad Técnica del Norte, brinde un mejor servicio a los estudiantes

con discapacidad, para que puedan movilizarse fácilmente dentro de las instalaciones de la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología, FECYT.

También se da a conocer los pasos que se deben realizar para el conexionado eléctrico desde la consola de control hasta cada uno de los dispositivos eléctricos y electrónicos.

#### 4.4 Diseño del ascensor

##### 4.4.1 Descripción mecánica, eléctrica del ascensor

En la primera fase se debe realizar la parte estructural del ascensor que será la base del mismo para posteriormente seguir con la implementación de la parte eléctrica que será la segunda fase. Ver el **anexo 1** en donde se describe los elementos que se necesitan para el ascensor.

##### 4.4.2 Estructura del ascensor

Los cuatro perfiles en conjunto con los recuadros forman la estructura o cuerpo del ascensor. Los cuatros perfiles se encuentran soldados con los recuadros, es decir cada perfil con una esquina de los recuadros (un recuadro en la parte superior y otro en la inferior).

##### 4.4.2.1 Sobrerecorrido y foso

El pozo debe disponer de un sobrerecorrido, con una altura suficiente, para tener el espacio mínimo de seguridad entre el techo de la cabina y la parte inferior de la sala de máquinas o tapa.

#### 4.4.2.2 Pozo

En toda instalación de ascensores se deben proveer las guías de carro y contrapeso para garantizar el movimiento vertical. Tales guías estarán dimensionadas para cumplir con las especificaciones técnicas dadas por el fabricante y soportar las cargas de operación.

#### 4.4.2.3 Paredes de piso y techo del pozo

Las paredes de piso y techo del pozo deben estar construidas con materiales incombustibles, duraderos y que no originen polvo.

#### 4.4.2.4 Guías principales

Los dos rieles restantes están soldados en forma paralela a los rieles laterales, los mismos que sirven de guías para que la cabina se desplace verticalmente.

#### 4.4.2.5 Cuarto de máquinas

La ubicación de las máquinas del ascensor normalmente se encuentra encima del hueco, en algunas aplicaciones el cuarto de máquinas se instalan debajo o detrás del hueco. El cuarto de máquinas estará ubicado en la parte superior el cual consta de un motor de 10 HP y del tablero de control situado en la parte lateral del hueco.

En la parte superior se encuentra el cuarto de máquinas, y también aquí encontramos ubicado el motor.

#### 4.4.2.6 Cabina

Debe estar constituida por una caja con las siguientes mediciones: 110 cm de ancho por 140 cm de alto. Con dos puertas ubicadas en la parte frontal de la misma.

Toda cabina debe estar dispuesta de una puerta de accionamiento automático, excepto en ascensores residenciales y montacargas, pero en cualquiera de los dos casos deben contar con las debidas seguridades.

**Tabla 3.** Capacidad y área útil de la cabina para personas con discapacidad más silla de ruedas

Pasajeros Nº	Capacidad (Kg)		Área útil de la cabina por pasajero (m <sup>2</sup> )
	Mínimo	Máximo	
1	86	106	1.12

**Fuente:** Los autores, 2014

**Tabla 4.** Capacidad y área útil de la cabina

Pasajeros Nº	Capacidad (Kg)		Área útil de la cabina por pasajero (m <sup>2</sup> )	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
3	200	240	0.20	0.24

**Fuente:** Norma Ecuatoriana de Construcción, 1996

#### 4.4.2.7 Puertas de la cabina

Toda puerta de cabina debe tener sensores infrarrojos que permitan la reapertura de las mismas, además debe tener una banda de seguridad de accionamiento mecánico que permita la reapertura de la misma.



#### 4.4.2.8 Puerta de piso

Las puertas de piso y sus marcos deben ser rígidos y lo suficientemente resistentes para no ser deformados por esfuerzo manual.

#### 4.4.2.9 Contrapeso

Las pesas del contrapeso que se alojan en el armazón deben mantenerse juntas y estar aseguradas mediante un mecanismo de fijación.

Las pesas deben estar debidamente alineadas para evitar roces con la cabina y/o paredes del pozo.

#### 4.4.2.10 Cables de suspensión o tracción

El carro y contrapeso deben estar suspendidos por cables de acero con alma sintética o vegetal lubricados; sin embargo en las instalaciones cuyo recorrido sea mayor a 100 m, se podrá utilizar cables con alma de acero.

#### 4.4.3 Dimensionamiento del motor

MIRAVETE,A & LARRODÉ E., dice: “Para la selección del motor se realiza el cálculo de la potencia, el cual permite el ascenso y descenso de la cabina y el contra peso.

- Potencia de un motor para un ascensor donde obedece a la siguiente expresión:

$$P = \frac{1}{2} F * \frac{v}{1,000\eta}$$

Dónde:

P: Potencia en KW

F: Fuerza en N

v: Velocidad en m/s

$\eta$ : Rendimiento mecánico global que varía de 0,45 a 0,60

Para encontrar la potencia necesaria para el arranque del motor se necesita encontrar el valor de la velocidad y la fuerza”.

#### 4.4.3.1 Cálculo del tiempo

MIRAVETE,A & LARRODÉ E., dice: “Para calcular el tiempo se toma en cuenta la velocidad del ascenso o descenso de la cabina” por lo tanto se tiene lo siguiente:

$$t = \frac{d}{v}$$

Dónde:

v: Velocidad

d: desplazamiento

t: tiempo

Remplazamos los valores correspondientes donde el desplazamiento de la cabina va a ser de 13,56 m y la velocidad de subida o bajada es de 1,75 m/ s del primer piso al tercer piso.

$$t = \frac{13,56m}{1,75m/s}$$

$$t = 7,74 s$$

#### 4.4.3.2 Cálculo de la fuerza en Newton

MIRAVETE,A & LARRODÉ E., dice: “Luego de haber obtenido la velocidad se procede a encontrar los valores de la fuerza en donde el peso de la cabina y la mitad de la carga útil quedan compensados por el contrapeso”, por lo tanto se tiene lo siguiente:

$$F= m \times g$$

Dónde:

F: Fuerza en Newton

M: masa o peso

g= gravedad (9,81m/s<sup>2</sup>)

$$F = 300kg * 9,81 \frac{m}{s^2}$$

$$F = 2943N$$

La potencia del motor es:

$$P = \frac{1}{2} 2943 * \frac{1,75m/s}{1,000 * 0,45}$$

$$P = 5.7225kw$$

$$P = 5722w$$

$$P = 7,67HP$$

El motor a utilizar es uno de 10 HP con la velocidad nominal de 3600 rpm (2 polos).

#### 4.4.4 Acceso de piso

En cada nivel que se requiera acceso al ascensor obligatoriamente se deberá proyectar el acceso respectivo con las medidas dadas por el proveedor.

#### 4.4.5 Energía eléctrica

Previo a la instalación de los ascensores, el constructor deberá disponer de energía eléctrica permanente, estable y cuya capacidad garantice el buen funcionamiento de las herramientas de trabajo y del motor del ascensor.

#### 4.4.6 Elementos eléctricos, electrónicos de control y maniobra

**Tabla 5.** Elementos eléctricos, electrónicos de control y maniobra

<b>Elemento</b>	<b>Función</b>
Sensores	Elemento que detecta la presencia o ausencia de la cabina.

Pulsador de paro	Elemento de protección.
PLC siemens s7 - 1200	Equipo que comanda la automatización del prototipo.
Fuente de alimentación de 24(VDC)	Equipo que suministra alimentación al PLC, sensores y actuador.
Limit Switch	Elemento mecánico que envía señal cuando se activa.
Motor trifásico	Equipo eléctrico que suministra movimiento angular en su eje para el movimiento de ascendente y descendente de la cabina.
VDF	Equipo electrónico que controla la velocidad y el sentido de giro del motor.
Motor DC 80 W	Equipo eléctrico que suministra movimiento angular en su eje para la apertura y cierre de las puertas.
Relé de 5 A (NC) 10 A (NO)	Elemento electromecánico que actúa cuando el PLC le envía una señal.

Fuente: Los autores, 2014

#### 4.4.7 Plano de conexiones del circuito de potencia

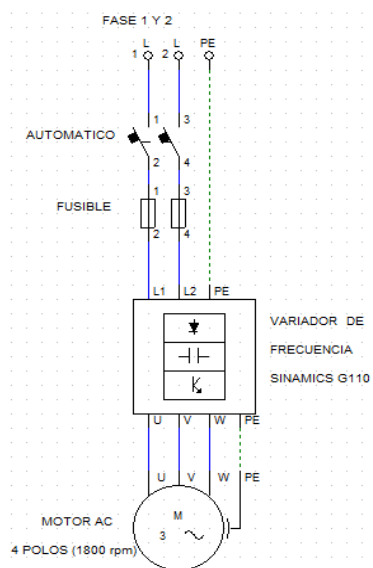
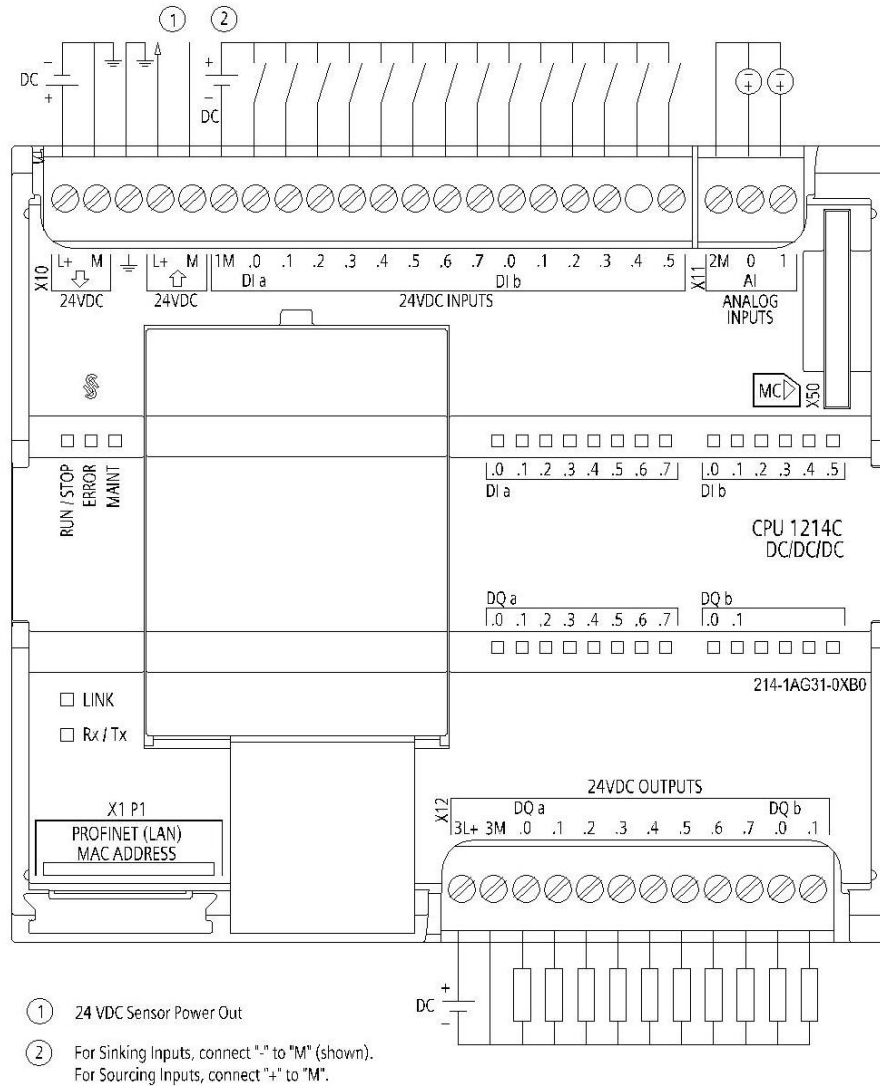


Figura 15. Diagrama del circuito de potencia del motor

Fuente: Los autores, 2014

#### 4.4.8 Conexiones de entradas y salidas del PLC

El PLC S7-1200 permite el fácil manejo organizado de entradas y salidas siendo así que para la implementación del PLC en el prototipo del ascensor se elaboraron tablas de entradas y salidas según las necesidades.



**Figura 16.** Diagrama de conexiones del PLC

Fuente: Los autores, 2014

#### 4.4.8.1 Entradas del sistema

En la **tabla 6** se describe tanto las entradas, marca, símbolo, función y observación de las entradas digitales.

**Tabla 6.** Entradas del PLC

<b>ENTRADA</b>	<b>MARCA</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>FUNCIÓN</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
I0.0	M0.0	SAP1	Microswitch piso 1.	Microswitch que detecta la ausencia de la cabina en el piso 1.
I0.1	M0.1	SAP2	Microswitch piso 2.	Microswitch que detecta la ausencia de la cabina en el piso 2.
I0.2	M0.2	SAP3	Microswitch piso 3.	Microswitch que detecta la ausencia de la cabina en el piso 3.
I0.3	M0.3	SPP1	Microswitch piso 1.	Microswitch que detecta la presencia de la cabina en el piso 1.
I0.4	M0.4	SPP2	Microswitch piso 2.	Microswitch que detecta la presencia de la cabina en el piso 2.
I0.5	M0.5	SPP3	Microswitch piso 3.	Microswitch que detecta la presencia de la cabina en el piso 3.
I0.6	M0.6	SPUERTA	Microswitch 1 puerta.	Recibe la señal del estado de la puerta.
I0.7	M0.7	SPUERTA	Microswitch 2 puerta.	Recibe la señal del estado de la puerta.

I1.0	M1.0	PEP1	Pulsador cabina piso 1.	Ordena que el destino de la cabina sea el piso 1.
I1.1	M1.1	PEP2	Pulsador cabina piso 2.	Ordena que el destino de la cabina sea el piso 2.
I1.2	M1.2	PEP3	Pulsador cabina piso 3.	Ordena que el destino de la cabina sea el piso 3.
I1.3	M1.3	PEPE	Paro de emergencia	Ordena que el destino de la cabina sea el piso 1 en cualquier condición
I1.4	M1.4	SEP	Sensor de proximidad	Sensa si existe algún obstáculo para el cierre de las puertas

Fuente: Los autores, 2014

#### 4.4.8.2 Salidas del PLC

En la **tabla 7** se describe tanto las salida, símbolo, función y observación de las salidas digitales.

**Tabla 7.** Salidas del PLC

SALIDA	SÍMBOLO	FUNCIÓN	OBSERVACIÓN
Q0.0	QSUBE	Giro del motor para que suba la cabina.	Activa el encendido del variador y el sentido de giro del motor para que la cabina suba del piso 1 al 2.
Q0.1	QBAJA	Giro del motor para que baje la cabina.	Activa el encendido del variador y el sentido de giro del motor para que la cabina baje del piso 2 al 1.

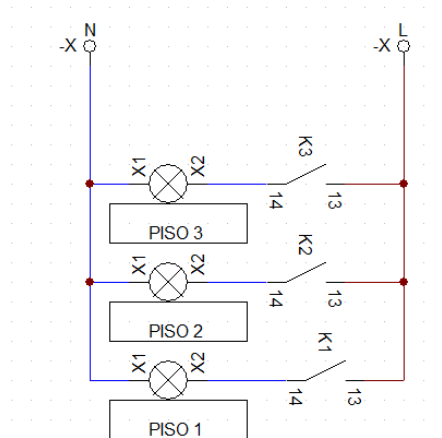


Q0.2	QSUBE	Giro del motor para que suba la cabina.	Activa el encendido del variador y el sentido de giro del motor para que la cabina suba del piso 1 al 3.
Q0.3	QBAJA	Giro del motor para que baje la cabina.	Activa el encendido del variador y el sentido de giro del motor para que la cabina baje del piso 3 al 2.
Q0.4	QSUBE	Giro del motor para que suba la cabina.	Activa el encendido del variador y el sentido de giro del motor para que la cabina suba del piso 2 al 3.
Q0.5	QBAJA	Giro del motor para que baje la cabina.	Activa el encendido del variador y el sentido de giro del motor para que la cabina baje del piso 3 al 1.
Q0.6	QABRE	Giro horario del motor DC para que se abran las puertas.	Activa el motor en sentido horario para que se abran las puertas.
Q0.7	QCIERRA	Activa el motor en sentido anti horario para que las puertas se cierren.	Activa el motor en sentido anti horario para que se cierren las puertas.

Fuente: Los autores, 2014

#### 4.4.9 Circuito para el control de luces indicadoras de piso

El circuito que se muestra en la **figura 17**, cumple la función de encender o apagar las luces internas y externas de la cabina, de acuerdo al piso de destino que se haya activado.

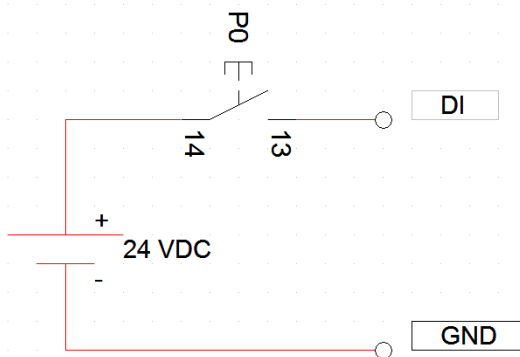


**Figura 17.** Circuito para el control de luces indicadoras de piso

**Fuente:** Los autores ,2014

#### 4.4.10 Conexiones del circuito de paro de emergencia

El circuito de paro de emergencia que se muestra en la **figura 18**, tiene como función llevar la señal de activación de alarmas y también detecta cualquier maniobra del ascensor en el momento que sea activada su entrada.

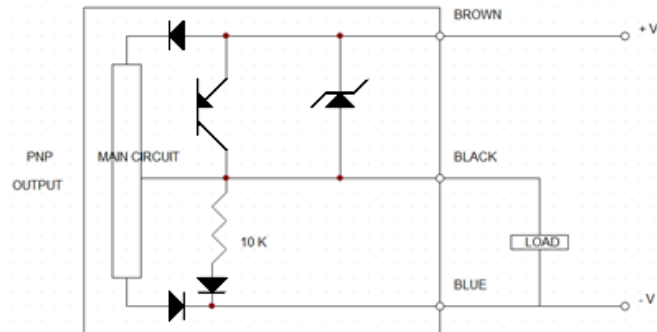


**Figura 18.** Diagrama del circuito de paro de emergencia

**Fuente:** Los autores, 2014

#### 4.4.11 Circuito del sensor inductivo de proximidad

El sensor que muestra en la **figura 19**, es el encargado de sensar la posición de la cabina.



**Figura 19.** Diagrama del circuito del sensor inductivo de proximidad

**Fuente:** Los autores, 2014

#### 4.4.12 Revisión de partes del ascensor

Este manual es una herramienta para la identificación de las partes y piezas que intervienen en el equipo.

##### 4.4.12.1 Panel de control

En el panel de control se encuentran todos los elementos actuadores (contactores) y amplificadores (relés) de control del ascensor. Se debe tener precaución al abrir el panel de control ya que por una mala operación del usuario se pueden desconectar los elementos y/o provocar cortocircuitos que afecten al funcionamiento del equipo.

#### 4.4.12.2 Pulsadores externos de piso

Se encuentran en cada piso del ascensor, uno por piso, y su función es llamar a la cabina a ese piso.

#### 4.4.12.3 Luces indicadoras de piso

Se encuentran sobre los pulsadores externos de piso y en la tapa del panel de control sobre los pulsadores de cabina, su función es presentar al usuario el piso de destino de la cabina.

#### 4.4.12.4 Pulsador de paro de emergencia

Se encuentra junto a los pulsadores de cabina en la tapa del panel de control y su función es detener cualquier acción que esté ejecutándose.

#### 4.4.12.5 Pulsador de reinicio

Este pulsador se encuentra en el panel de control y cumple la función de reactivar manualmente el funcionamiento del ascensor. Esta acción es requerida siempre que el ascensor haya tenido desconexión de energía o se hayan activado cualquiera de las alarmas.

#### 4.4.12.6 PLC

Se utiliza un *PLC Siemens S7-200 CPU 1214 DCDCDC* para el monitoreo y control del prototipo de ascensor.

#### 4.4.12.7 Notas de operación

Las directrices operativas que se deben observar en todo momento, con el fin de evitar posibles lesiones a personas, daños en el elevador o de otros bienes son las siguientes:

- No exceder la capacidad de carga máxima del ascensor.
- No apoyar objetos contra la puerta del ascensor.
- Cerrar la puerta del ascensor cuando no esté en uso.
- No intente abrir la puerta cuando esté en funcionamiento.
- No utilice el ascensor si presenta muestras de desgaste excesivo.
- En caso de que existan alarmas activadas, no trate de usar el ascensor hasta que se haya reparado el daño.

Para desactivar el sistema de alarma se debe presionar el pulsador de reinicio (PR) que se encuentra en el panel de control secundario, siempre y cuando se hayan hecho las reparaciones pertinentes.

#### 4.4.12.8 Mantenimiento

El mantenimiento regular es esencial para el correcto funcionamiento del ascensor, se lo debe realizar periódicamente. Los daños por falta de mantenimiento del ascensor pueden provocar la destrucción total o parcial del equipo.

Para asegurar buenas condiciones de funcionamiento del ascensor, los elementos que se describen a continuación deben ser inspeccionados cada seis (6) meses de trabajo continuo y de ser necesario recibir el mantenimiento apropiado y reemplazar las piezas necesarias. Este trabajo debe ser realizado por un técnico especializado.

#### 4.4.13 Componentes del ascensor

- Apriete todos los anclajes de sujeción de la cadena de transmisión.
- Inspeccione el desgaste de la cadena, el cono acoplado en el eje del motor. Si estos muestran signos de desgaste reemplace según sea necesario.
- Verificar el funcionamiento adecuado de la puerta del ascensor.
- Verificar el funcionamiento correcto de todos los controles de la cabina que se encuentran en el panel de control y los pulsadores de cada piso.
- Revisar la tensión de la cadena.

#### 4.4.14 Puesta en marcha

Para poner en marcha el ascensor, el operario deberá verificar:

- Alimentación de 110 y 220 VAC en el ascensor.
- Alimentación de 110 VAC en la fuente del PLC.
- Alimentación de 24 VDC en sensores y actuadores.
- Alimentación de 12 VDC en motor de DC

En caso de no existir cualquiera de los voltajes, dar solución antes de poner en marcha el ascensor. Comprobar el estado de:

- Lectura de señales del PLC
- Pulsadores de piso y de cabina.
- Luces indicadoras de piso y de cabina.
- Estado de la cadena.

Para iniciar la ejecución del funcionamiento del ascensor como medida de seguridad se ha implementado el uso de un pulsador de reinicio (PR) en el panel de control. Pulsador que deberá ser presionado al inicio del período de trabajo del ascensor o en caso de activación de alarmas.

#### 4.4.14.1 Corrección de la posición de llegada de la cabina

En esta prueba se energiza todo el ascensor para que funcione normalmente, además hay que ir probando en cada piso la llegada de la cabina, se puede determinar el correcto funcionamiento de la misma cuando la llegada de la cabina del ascensor llega al piso de destino y existe coincidencia entre la pisadera de la cabina con la pisadera de la puerta del hall. Esta corrección se la debe realizar en los viajes de subida y bajada de la cabina.

#### 4.4.14.2 Revisión de apertura y cierre de la puerta de la cabina

La acción de la apertura y cierre de la puerta de la cabina la ejecuta el motor, que se encuentra ubicado en la parte superior de la cabina. El mismo que está encargado de abrir y cerrar las puertas de la cabina siempre que reciba la señal que proviene desde el PLC ordenándole que realice dicha orden.

#### 4.4.14.3 Revisión de las seguridades del ascensor

El ascensor para que sea seguro debe tener encendidas las siguientes seguridades las cuales se pueden observar en el PLC.

Los focos leds del PLC que deben estar encendidos son: I0.0, I0.1, I0.2, I0.3, I0.4, I0.5 los mismos que son: SAP1, SAP2, SAP3, SPP1, SPP2, SPP3 siendo estas las seguridades del ascensor de mayor importancia.

Los datos obtenidos una vez terminado el diseño del ascensor real han sido de ayuda para la elaboración del prototipo de ascensor, tomando en cuenta todos los requerimientos antes mencionados en el diseño del ascensor.

## 4.5 Diseño del prototipo

### 4.5.1 Descripción mecánica, eléctrica del prototipo

En la primera fase de este proyecto se realizó la parte estructural del prototipo que será la base del mismo para posteriormente seguir con la implementación de la parte eléctrica que será la segunda fase.

#### 4.5.1.1 Elementos mecánicos

- Guías telescópicas
- Platina de 5 x 16
- Acrílico
- Tubo cuadrado  $1\frac{1}{4}$  x 1,5 mm
- Canal U 50 x 25 x 2 mm
- Ángulo de 1 x  $\frac{1}{8}$  x 3 mm
- Rodamientos
- Engranaje
- Piñón loco
- Cadena
- Polea
- Ruedas



#### 4.5.2 Estructura del prototipo de ascensor

Los cuatro perfiles en conjunto con los recuadros forman la estructura o cuerpo del prototipo de ascensor. La estructura tiene soldado a cada lado 0,2 m de canal U, el mismo que cumple la función de guías de la cabina. Estas guías le ayudan a que la cabina no se mueva de un lado a otro para que no tenga inconvenientes al momento de subir o bajar la cabina.

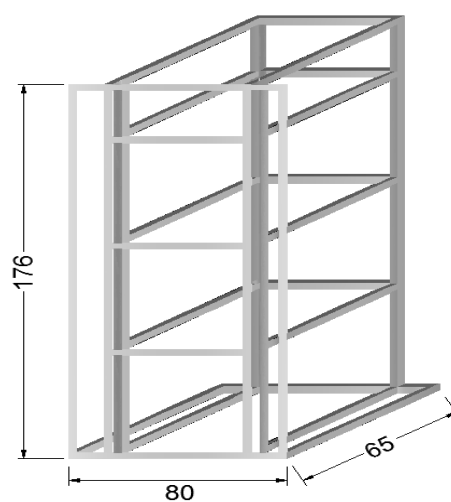
##### 4.5.2.1 Ducto o hueco

Para realizar el hueco por donde se desplaza tanto la cabina y el contrapeso de un nivel a otro nivel se ha utilizado tubos de acero galvanizados de 1<sup>1/4</sup> pulgada para una mayor comodidad.

**Tabla 8.** Dimensiones del hueco

ALTURA (cm)	ANCHO (cm)	PROFUNDIDAD (cm)
176	80	65

**Fuente:** Los autores, 2014



**Figura 20.** Ducto o Hueco

**Fuente:** Los autores, 2014

#### 4.5.2.2 Guías principales

Los dos rieles restantes están soldados en forma paralela a los rieles laterales, los mismos que sirven de guías para que la cabina se desplace verticalmente.

#### 4.5.2.3 Cuarto de maquinas

En la parte superior se encuentra el cuarto de máquinas, y también aquí se encuentra ubicado el motor.

#### 4.5.2.4 Cabina

Está constituida por una caja con las siguientes mediciones: 41 cm de ancho por 60,5 cm de alto y 45 cm de profundidad. Con dos puertas ubicadas en la parte frontal de la misma.

#### 4.5.3 Aplicaciones del prototipo del ascensor

Dentro de las aplicaciones del prototipo tenemos las siguientes:

- Control de la apertura y cierre de las puertas, el PLC da la señal de abrir o cerrar las puertas de la cabina según la actividad que se quiera ejecutar.
- Control del ascenso o descenso de la cabina esta operación se realiza mediante las señales que le envía el PLC al prototipo del ascensor. Se puede ejecutar la subida de la cabina del piso 1 al piso 2, del piso 2 al piso 3, y la bajada de la cabina del piso 3 al piso 2, del piso 2 al piso 1, también puede subir directamente del piso 1 al piso 3 sin necesidad de parar en el piso 2 y finalmente puede bajar del piso 3 al piso 1.

- El prototipo de ascensor será útil para que los estudiantes tengan un elemento de práctica y una visualización de los diferentes procesos que se deben seguir para conseguir diseñar equipos industriales.

## 4.6 Guía de programación del PLC

### 4.6.1 Introducción

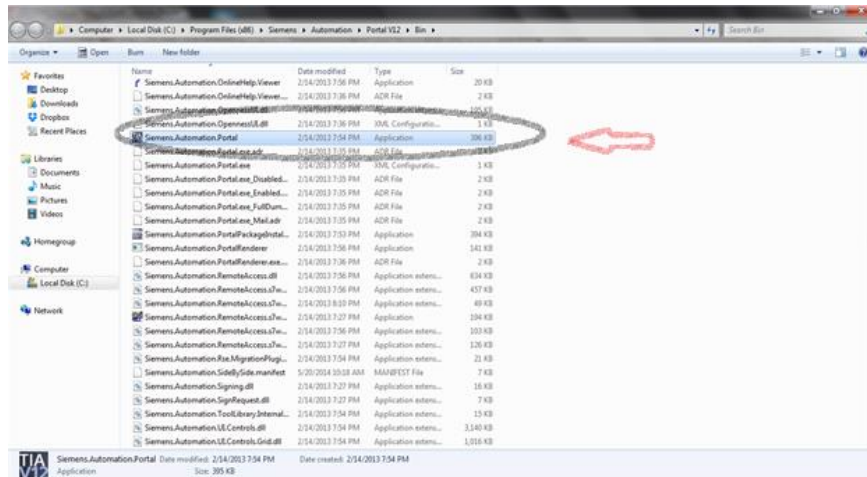
El presente documento tiene como finalidad ser una guía de iniciación para aprender a manejar paso por el entorno de programación del S7-1200. El Step7 TIA 2012, es la herramienta con la que se va a configurar, administrar y programar el PLC .Todo bajo un mismo entorno de forma rápida y sencilla.

La herramienta es bastante intuitiva ya que esta guía se ha ido realizando mientras se conectaba por primera vez al Step7 TIA 2012, lo que demuestra que el software ha ganado mucho en sencillez.

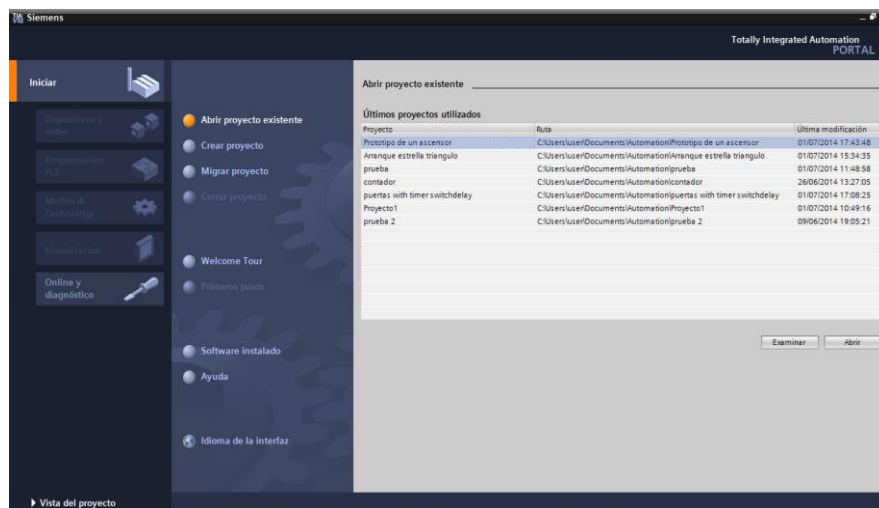
En el desarrollo de esta guía se detalla paso a paso para crear un proyecto, simplemente se debe ir siguiendo las imágenes donde se muestra brevemente como ir haciendo las cosas desde 0, en el S7-1200.

### 4.6.2 Crear un proyecto nuevo

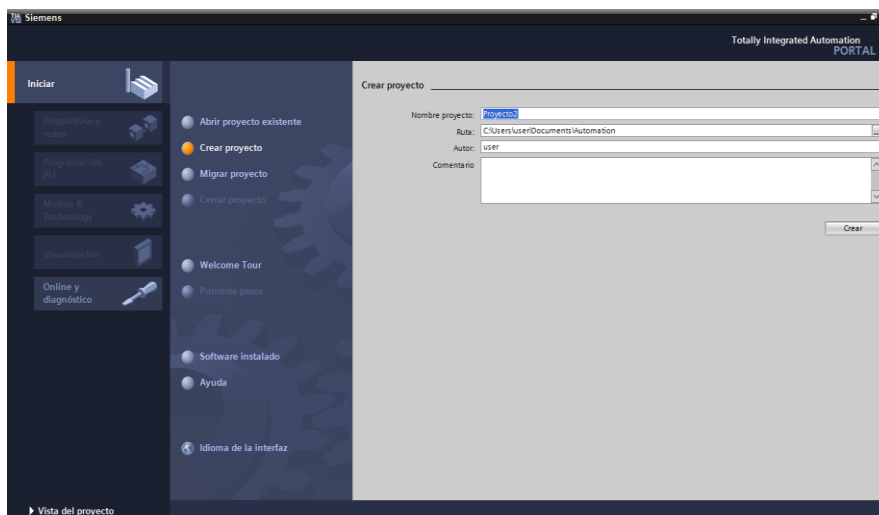
**Paso 1. “Abrir aplicación”** Ejecutar la aplicación del Step7 TIA Portal V12.



**Paso 2. “Crear proyecto nuevo”** En la pantalla de inicio aparece la opción “Abrir proyecto existente”. En la tabla aparecerán los proyectos que tenga guardados en el PC. En este caso se comenzó con un proyecto desde cero por lo que se toma la opción “Crear proyecto nuevo”.



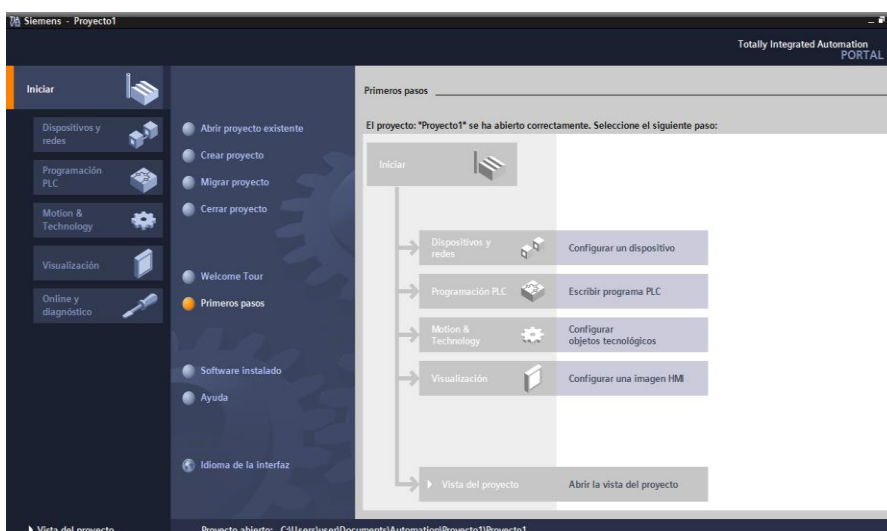
**Paso 3. “Información del proyecto”** Al momento de seleccionar esta opción se da el nombre al proyecto, el nombre del autor, comentario; después de llenar los requisitos anteriores se selecciona la opción crear.



**Paso 4. “Primeros pasos”** Al seleccionar la opción crear aparece la “Vista portal” y selecciona por defecto “Primeros pasos”. Aquí se tiene las siguientes opciones:

- a) “configurar un dispositivo”
- b) “crear programa PLC”
- c) “configurar una imagen HMI”

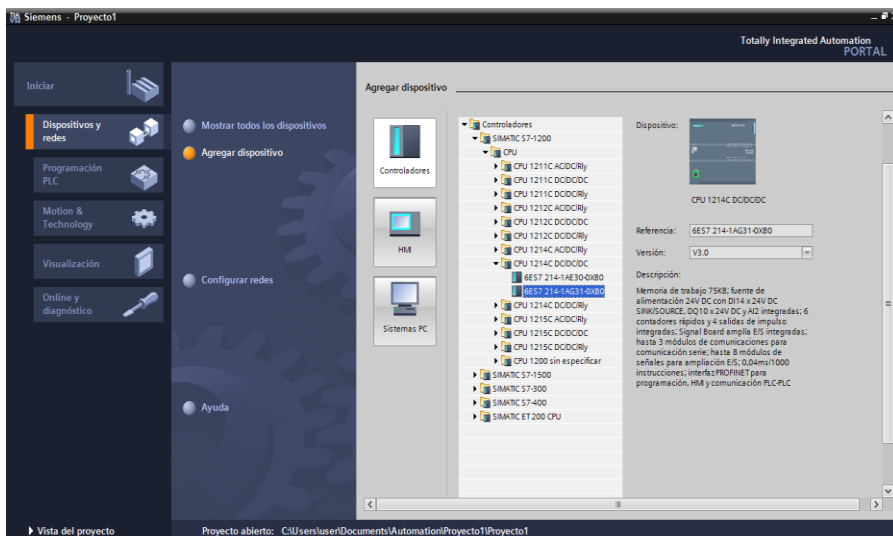
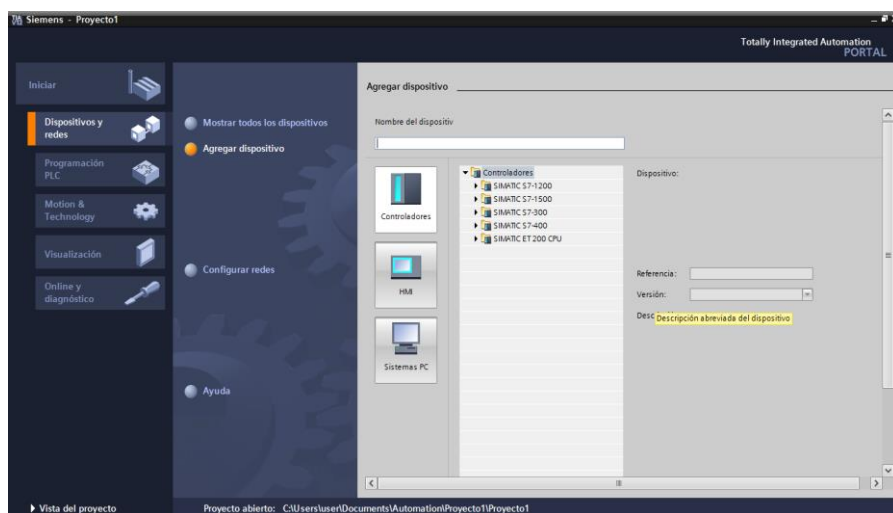
Se empezará configurando lo básico




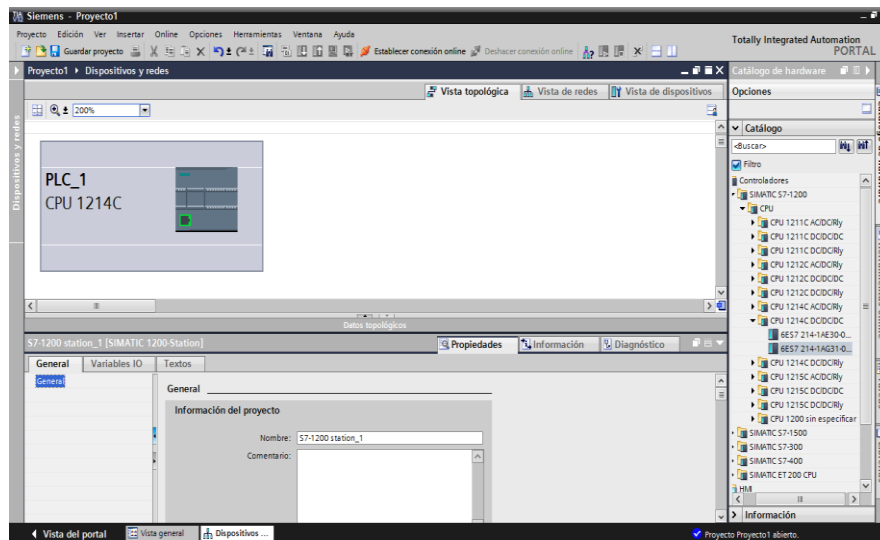
**Paso 5. “Seleccionar CPU”** Al seleccionar la opción “Agregar dispositivo” aparecen dos opciones:

- PLC
- Panel HMI

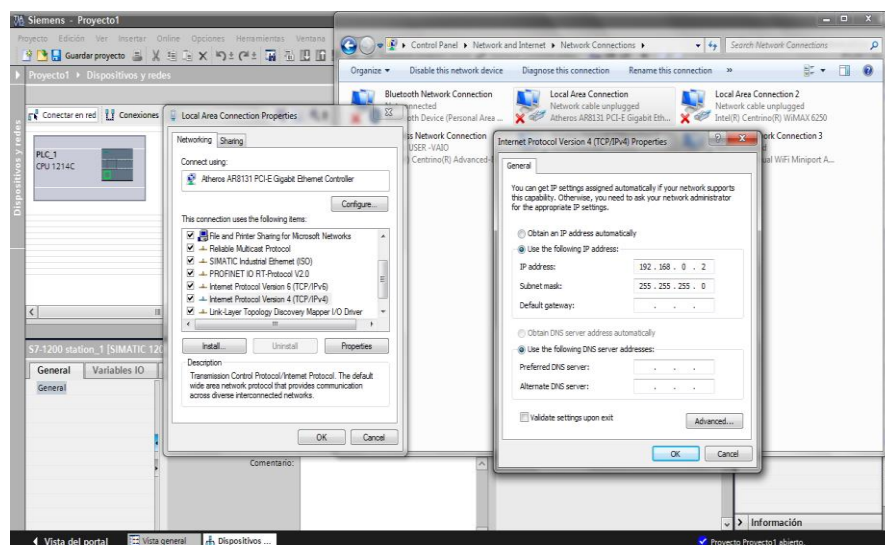
Se escoge la opción PLC y en la parte derecha aparece la ventana con todas las CPU, se debe elegir la que se tenga a disposición y finalmente se agrega.



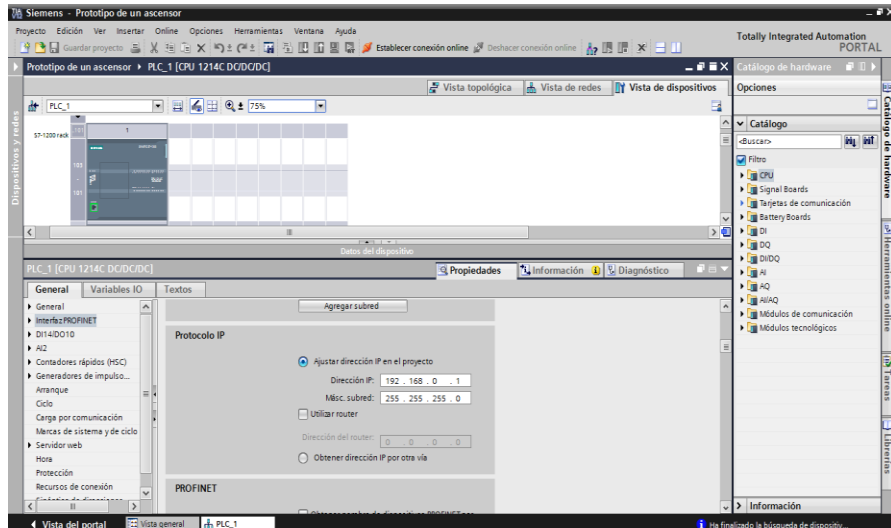
**Paso 6. “Transferir configuración”** Para la transferencia de la configuración seleccionar la CPU e inmediatamente aparecerá el siguiente icono , el cual se utiliza para transferir pero antes de esto hay que comprobar la dirección de IP, tanto del PC como del PLC.



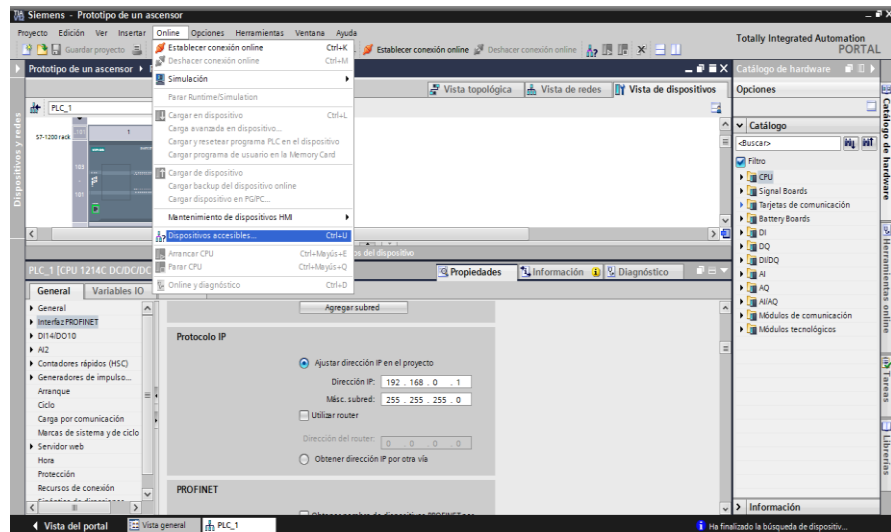
Primero se ingresa la IP del PC que es la siguiente 192.168.0.2



En el PLC, para poner la dirección IP hay que dar click sobre la CPU y en la ventana propiedades en la parte inferior de la misma se encuentra la opción PROFINET interface, siendo aquí donde se ingresa la IP 192.168.0.3 para el PLC además de la máscara de subred.

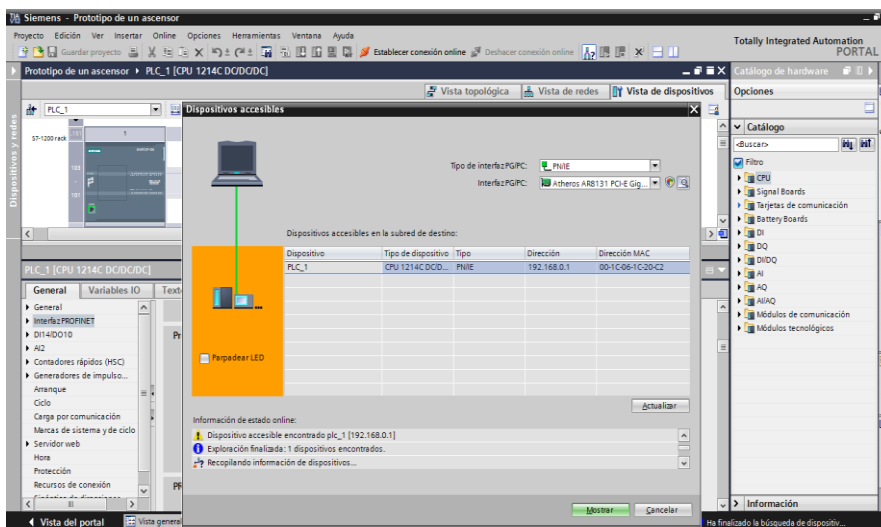
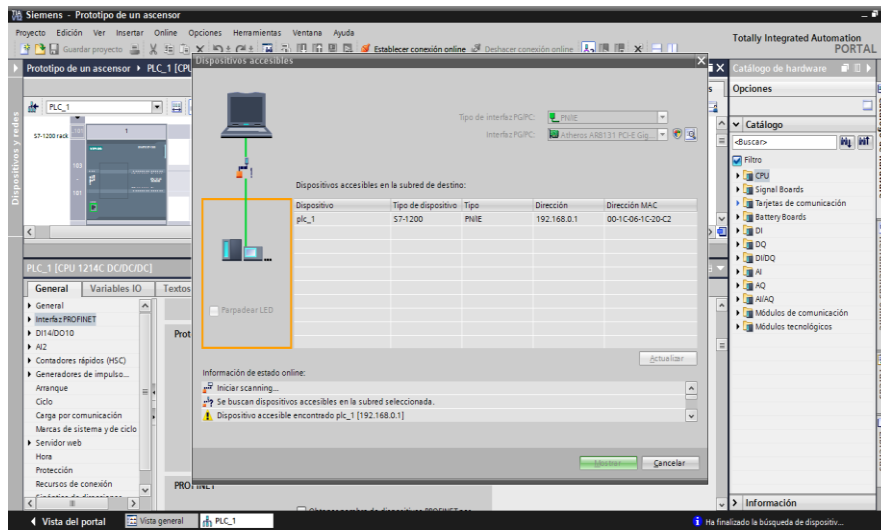


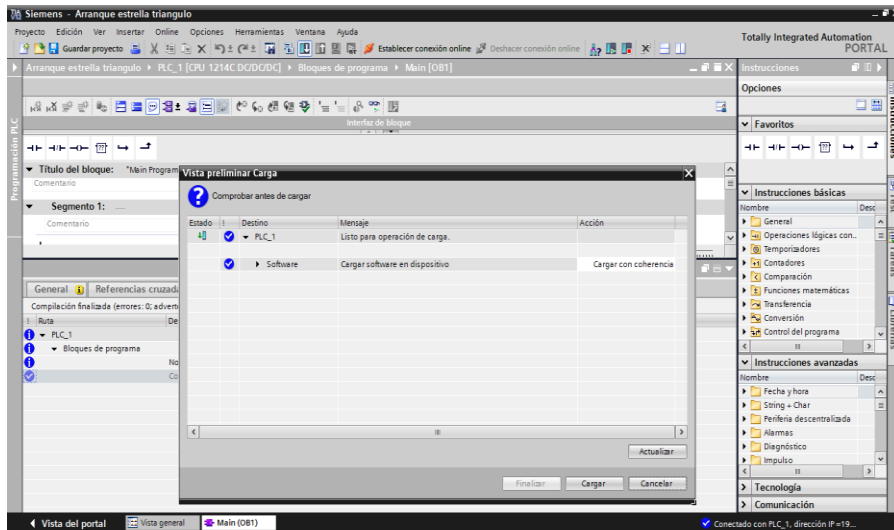
Para poder comprobar si los dispositivos son accesibles lo único que se debe hacer es ir al menú online dar click en la opción de “dispositivos accesibles”.





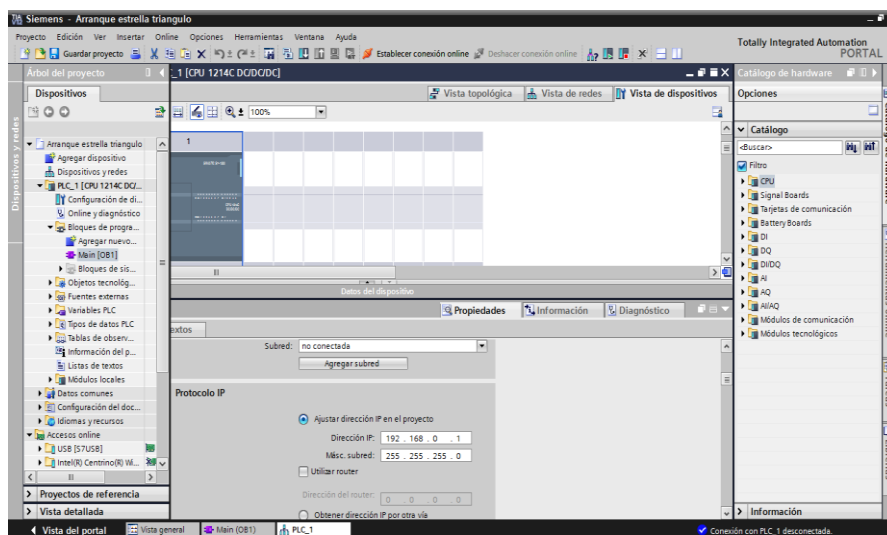
Después de haber realizado la comprobación aparecerá la siguiente pantalla donde se encuentra un listado de dispositivos: el tipo de dispositivo con dirección IP y la MAC una vez encontrados los dispositivos requeridos se podrá comunicar con el PLC. Seleccionar siempre la interface correcta del PG/ PC y la tarjeta de Ethernet que en este caso es Atheros AR8131 PCI-E Gbit Ethernet controller.



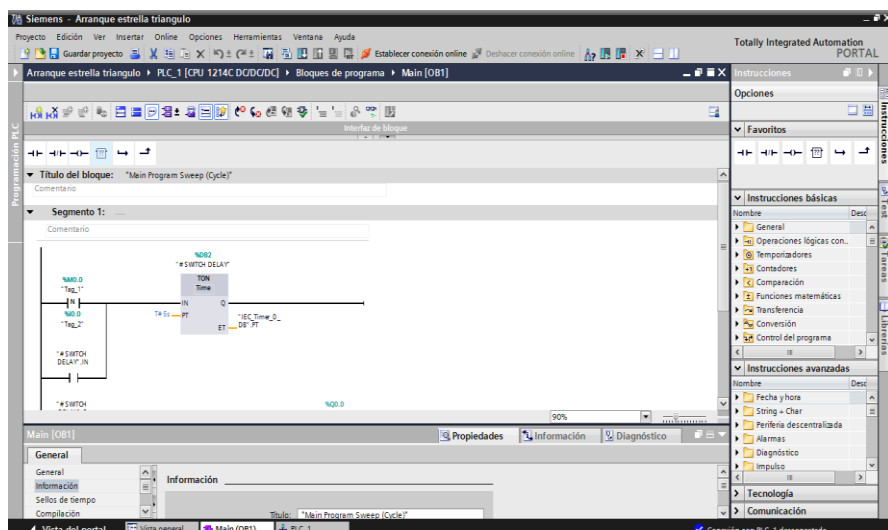
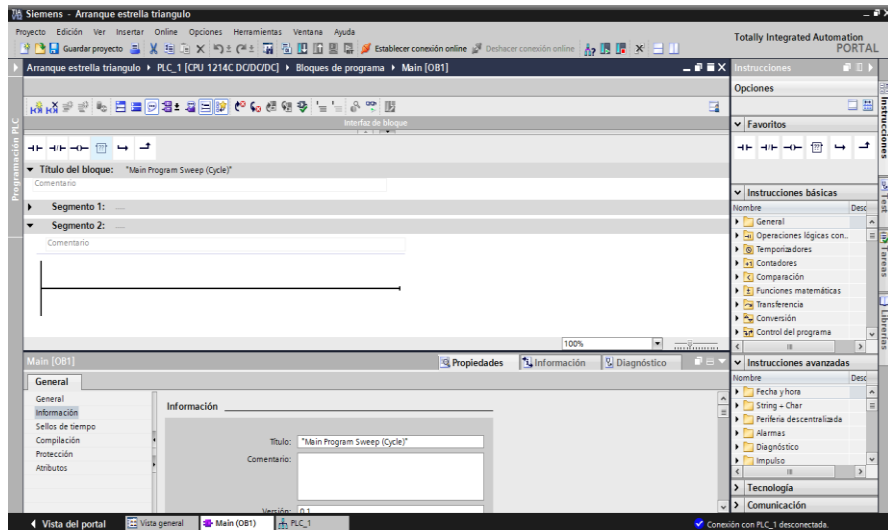



#### 4.6.3 Programación del S7-1200

**Paso 7. “Editor de bloques”** Una vez finalizada la parte HW, iniciar con la parte de programación. Primero ir a la ventana árbol del proyecto aquí se encuentra ya creado un bloque por defecto que es el Main [OB1]. Dar doble click sobre este para editarlo. Si fuera el caso de querer editar/ crear otro bloque escoger la opción “agregar nuevo bloque”

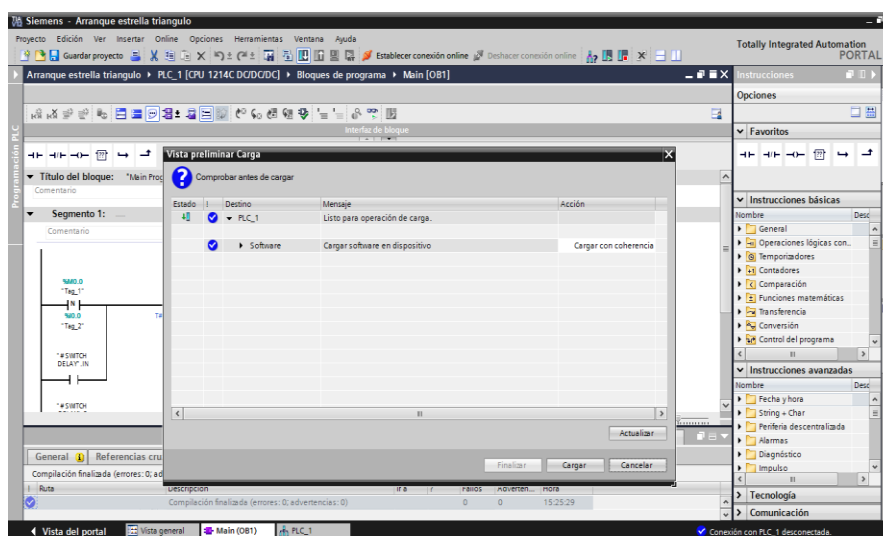


En la parte derecha se encuentra el catálogo de donde se toma los distintos elementos para programar para posteriormente insertarlos. En la parte superior derecha está la parte de favoritos, es aquí donde están los distintos elementos más utilizados. En la ventana de propiedades están tanto las propiedades del bloque como los elementos a insertarse.



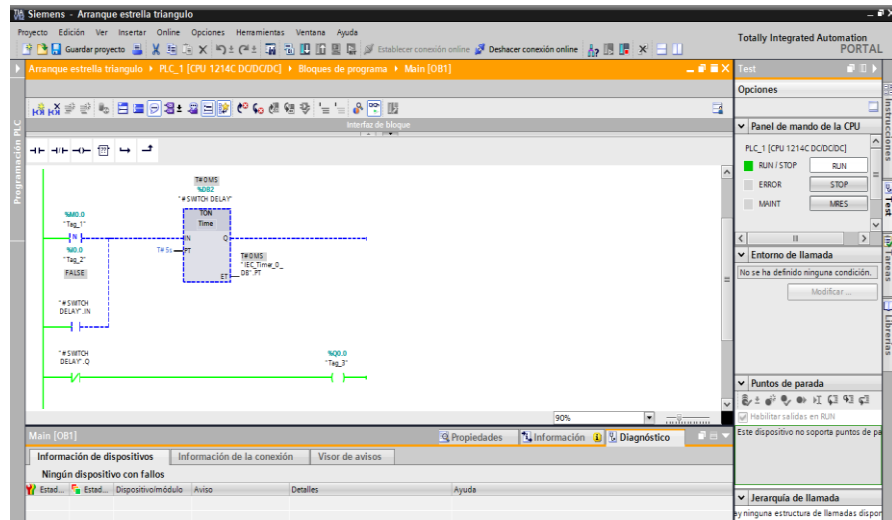
**Paso 8. “Compilar programa”** Una vez que el programa esté terminado se procede a compilar  el programa para la verificación del mismo, posteriormente cargar o transferir al PLC.

**Paso 9 “Transferir programa”** Una vez terminado el proyecto de prueba dar click en la opción transferir y en las ventanas que aparezcan hacer click en cargar. Al momento de transferir solo puede hacer del bloque que se esté editando, dado el caso que quiera transferir todos los bloques seleccionar la ventana del proyecto que dice “Bloques del Programa” y si selecciona la opción PLC se transferirán el hardware y el programa completo.



Con todo lo realizado anteriormente se hace el primer proyecto con respecto a la parte del PLC. Para poder comprobar si el programa funciona correctamente ponerse en Online y de esta manera se observa el estado que tienen las variables en todo momento.

**Paso 10. “Visualización en Online”** Para ver el estado de las variables simplemente dar click en la opción “establecer conexión online”, la pantalla al momento de hacer este paso se pone de color naranja.



## 4.7 Guía del variador de frecuencia

### 4.7.1 Puesta en servicio

SIMAMICS G110 se suministra con un ajuste de fábrica que posibilita su aplicación, sin hacer otros ajustes, si se cumplen los siguientes requisitos.

Los datos nominales del motor: tensión, corriente y frecuencia han sido introducidos en el convertidor para asegurar la compatibilidad entre motor y convertidor (se requiere motor siemens).

Control V/f lineal con potenciómetro analógico o, si se aplica la variante USS, vía interface RS485.

Velocidad máxima  $3600\text{min}^{-1}$  para un motor bipolar de 60 Hz controlada mediante un potenciómetro en la entrada analógica del convertidor o, si se aplica la variante USS.

PARÁMETROS	
P0010 1= puesta en servicio Rápida	<b>Inicio de la puesta en servicio rápida</b> La puesta en servicio rápida se inicia poniendo P00010=1 y se finaliza con P3900≠0. Después de finalizar la puesta en servicio rápida el parámetro P0010 se pone automáticamente a 0 (requisito indispensable para poder accionar el motor).
P0100 1=hp/60 Hz	<b>Europa/Norte América</b> Para el ajuste 1 use interruptor DIP 2.
P0304	<b>Tensión nominal del motor</b> Tensión nominal de motor (V) tomada de la placa de características.
P0305	<b>Corriente nominal del motor</b> Corriente nominal del motor (A) tomada de la placa de características.
P0307	<b>Potencia nominal del motor</b> Potencia nominal del motor (hp) tomada de la placa de características.
P0310	<b>Frecuencia nominal del motor</b> Frecuencia nominal del motor (Hz) tomada de la placa de características.
P0311	<b>Velocidad nominal del motor</b> Velocidad nominal del motor (rpm) tomada de la placa característica.

P0700	<p><b>Selección de la fuente de ordenes</b></p> <p>2=bornes/terminales.</p>
P1000	<p><b>Selección de la consigna de frecuencia</b></p> <p>1=BOP.</p> <p>2=consigna analógica.</p> <p>3=fixed frecuences.</p> <p>5=USS Interface.</p>
P1080	<p><b>Frecuencia mínima del motor</b></p> <p>Ajuste del mínimo de la frecuencia del motor (0-650Hz) a partir de la cual girara el motor con indiferencia de la consigna de frecuencia ajustada. El valor aquí ajustado es válido tanto para el giro horario (a la derecha) como el anti horario (a la izquierda).</p>
P1082	<p><b>Frecuencia máxima del motor</b></p> <p>Ajuste del máximo de la frecuencia del motor (0-650Hz) a partir de la cual girara el motor con indiferencia de la consigna de frecuencia ajustada. El valor aquí ajustado es válido tanto para el giro horario como el anti horario.</p>
P1120	<p><b>Tiempo de aceleración</b></p> <p>Tiempo que lleva al motor acelerar de la parada a la frecuencia máxima ajustada.</p>
P121	<p><b>Tiempo de desaceleración</b></p> <p>Tiempo que lleva al motor a desacelerar de la frecuencia máxima del motor a la parada.</p>
P3900	<p>3=fin de puesta en servicio rápida con cálculo del motor pero sin reajuste de fábrica.</p>

#### 4.7.2 Reajustar a los valores de fábrica

Para reajustar todos los parámetros a los valores de fábrica, se deben ajustar de la siguiente forma:

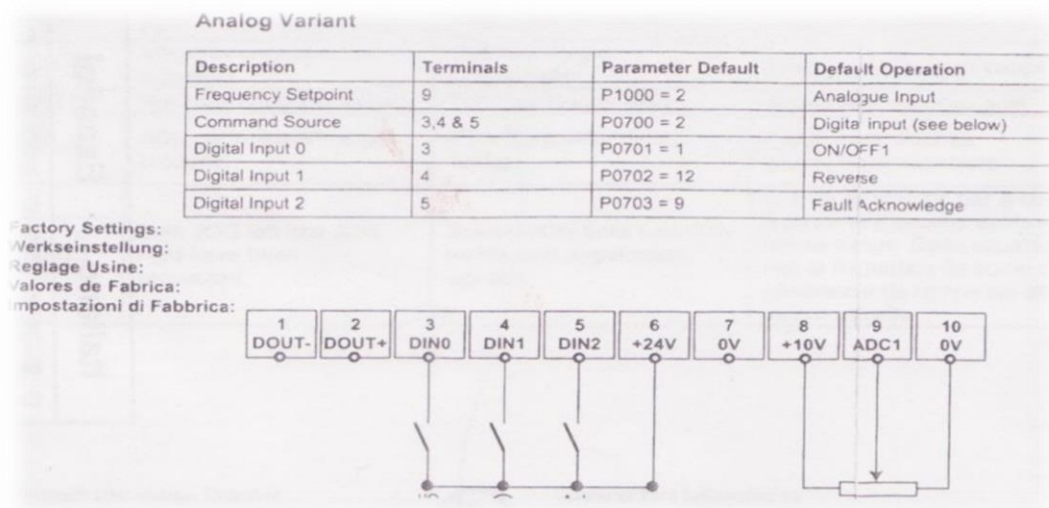
1. Poner P0010=30
2. P0970=1

Nota:

El proceso de reajuste puede durar hasta 3 minutos en completar

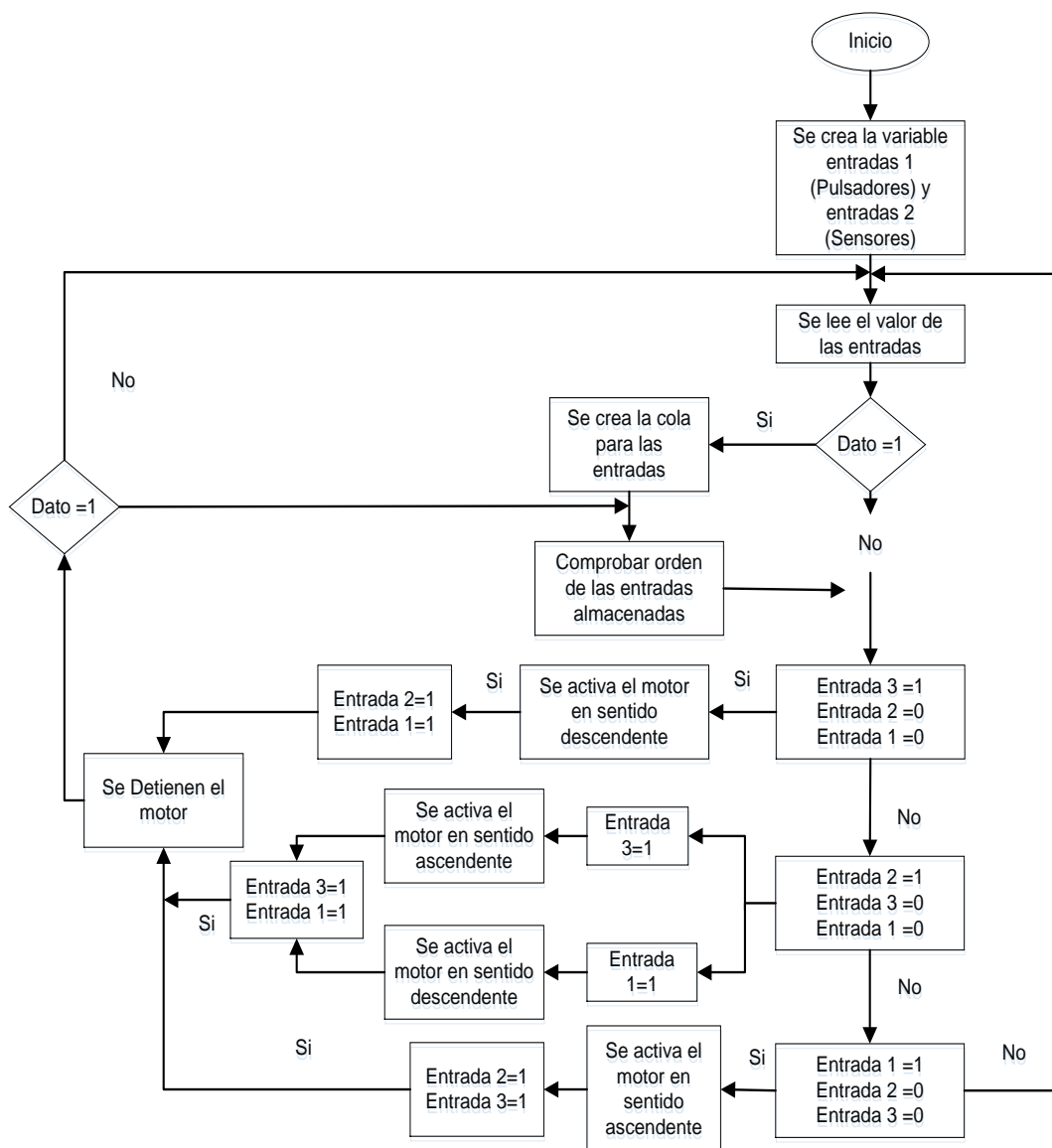
#### LED de estado

Convertidor off/Sin alimentación:	El LED no luce
Alimentado/Preparado:	200 ms On / 800 ms Off
Convertidor en funcionamiento:	El LED luce fijo
Advertencia general:	800 ms On / 200 ms Off
Condición de fallo:	500 ms On / 500 ms Off





#### 4.8 Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema



Fuente: Los autores, 2014

## CAPÍTULO V

### 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- Se diseñó el prototipo de ascensor y se realizó la programación con un controlador lógico programable PLC, para personas con discapacidad.
- La estructura mecánica y electrónica del prototipo del ascensor satisface los requerimientos de seguridad y técnicos.
- La programación se la realizó en el programa Step7 TIA 2012, es la herramienta que se utilizó para configurar, administrar y programar nuestro PLC S7-1200. Además se elaboró un manual paso a paso para hacer la programación, el mismo que se encuentra adjunto en este trabajo de investigación, con el fin de brindar un fácil entendimiento a los estudiantes que utilizarán este prototipo en sus diferentes prácticas de control automático, y complementar con la práctica los conocimientos teóricos adquiridos en clase.

## 5.2 Recomendaciones

- Estimular la investigación y desarrollo de programas que faciliten la automatización de procesos.
- Implementar y mejorar la parte de programación para el funcionamiento del prototipo de ascensor.
- Implementar un interfaz que permita realizar acciones por medio del LABVIEW.
- Implementar un HMI para el interfaz, para el fácil funcionamiento y la acción del operador.

## 6 BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRRE ALARCÓN, L. F., & HERRERA CHURTA, G. E. (2010). *"Análisis de Carga del Hospital San Vicente de Paúl y Propuesta para el Cumplimiento de la Calidad de Energía según Regulación N°. CONELEC 004/01, Antecedentes."*. Ibarra- Ecuador.
- BALLADARES, W., & GORDÓN, A. (2013). *Diseño e implementación de un prototipo de torno fresador de control numérico computarizado para el laboratorio CNC de la ESPE Extensión Latacunga "Limit switch"*. Latacunga- Ecuador.
- BENALCÁZAR, M. (2010). *"Guía para realizar Trabajos de Grado"*. Ibarra- Ecuador.
- CASTILLO, A., & VILLAVICENCIO, R. (2009). *Repotenciación y automatización del proceso de mezcladora banda transportadora para prácticas de laboratorio de automatización industrial del DECEM"Relé"*. Sangolquí- Ecuador.
- CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ECUADOR,.(2008). *"Constitución Política del Ecuador Ministerio de Gobierno, Policía y Cultos. Personas con discapacidad"*. Quito - Ecuador.
- GALIANO, J. (2010). *Instalación de un Transporte Vertical (Ascensor de Tracción) de Marcha EUROFILT*. Quito- Ecuador.
- HENRIQUES, E., & ALFARO, A. (2011). *"Diseño e implementación de una estación para el desarrollo de prácticas y proyectos en el área de automatización y control industrial, utilizando controladores lógicos programables (PLC) para el laboratorio de control de instrumentos de la UNE"*. Caracas- Venezuela.

- NORMA TÉCNICA ECUATORIANA.(2001). *Accesibilidad de personas con discapacidad y movilidad reducida al medio físico. Ascensores*. Quito - Ecuador.
- NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN. (1996). *Sistema de elevación y transporte*. Quito- Ecuador.
- RODRÍGUEZ, M., & ESTRELLA, G. (2009). *Montaje y mejoras de prototipo de ascensor de carga usando metodología de diseño de sistemas a eventos discretos mediante redes de petri "Puertas"*. Quito- Ecuador.
- SIEMENS, A. (2012). *Innovaciones SIRIUS Contactores / Combinaciones de contactores SIRIUS 3RT2 "Manual de producto*. Alemania.
- SIEMENS, A. (2012). *Manual de sistema Control Programable S7 - 1200*.
- SIEMENS, A. (2014). *Catálogo de Siemens "Fuente de alimentación de 24 (VDC)"*. Alemania.
- SIEMENS, A. (2014). *Catálogo de Siemens "Sinematic S7-200 16 entradas / 16 salidas"*. Alemania.

# 7. ANEXOS

## ANEXO 1. COTIZACIÓN DE UN ASCENSOR

Quito, 20 de Enero de 2014

ING:  
 JAVIER NEPAS

1) Tengo a bien ofertarle los siguientes trabajos, para: **ELEVADOR ELÉCTRICO TIPO CANASTILLA PARA UNA CAPACIDAD ÚTIL DE 300KG Y CUATRO NIVELES DE CARGA**

ITEM	DESCRIPCIÓN	
1	<b>Marca:</b>	Steel Cranes
	<b>País de origen:</b>	Ecuador
	<b>Modelo :</b>	WE-1000
	<b>Capacidad de Carga:</b>	0,6 Toneladas (600 Kg.)
	<b>Número de ramales:</b>	2 ramales, elevación con derivación.
	<b>Altura de Izaje:</b>	12 Metros
	<b>Velocidad de Levante:</b>	8 m/min.
	<b>Tipo de suspensión:</b>	Con patas
	<b>Clasificación de Servicio:</b>	1Bm
	<b>Voltaje Principal:</b>	230 VAC / 60 Hz. / Trifásico
	<b>Aislamiento:</b>	Clase F
	<b>Protección:</b>	IP54
		

	<p><b><u>Equipo compuesto por:</u></b></p> <p>Motorreductor Ortogonal, con sistema tornillo sin fin corona auto bloqueante, altura de levante hasta 12mts., Velocidad de elevación 8 mts / min aprox. Cable de carga de acero templado, Bastidor de anclaje, Numero de ramales 2, derivación con pastecas de carga. Potencia del motor de elevación 3 Hp a 1750 rpm, con freno electromagnético. Factor de Servicio de equipo 1,5 que implica 8 horas de trabajo continuo a carga uniforme y un promedio de 40 arranques hora. Protección IP55 totalmente sellado contra polvo y agua, aislamiento del bobinado clase F. Voltaje principal 220v, 60hz, trifásico.</p> <p>Sistema de doble bobinado, con una línea de carga y otra línea adicional de seguridad, cualquiera de las dos líneas tiene la capacidad de soportar la carga independientemente una de la otra.</p>
2	<p><b>SISTEMA ELÉCTRICO PARA ALIMENTACIÓN Y CONTROL AUTOMÁTICO</b></p> <p>Sistema de control para elevador de carga, para un funcionamiento tipo ascensor para CUATRO NIVELES de carga, con 4 botoneras fijas, provistas de un pulsador para llamado de la cabina</p> <p><b>Incluye:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tablero de control PRINCIPAL</li> <li>- Botoneras fijas para llamado del elevador a cada parada</li> <li>- Fines de carrera de emergencia, uno superior y uno inferior</li> <li>- Fines de carrera de parada, uno para cada parada</li> <li>- Microswitch en puertas de acceso, uno para cada nivel</li> <li>- Supervisor de líneas</li> <li>- Instalación y puesta en marcha</li> </ul> <p><b>Sistemas de seguridad eléctricos y electrónicos</b></p> <p><u>Supervisor de fases</u>, (protección en caso de inversión de fases, perdidas de fases o caída de tensión) <u>Disyuntores térmicos</u>, (protecciones térmicas de sobrecarga, las cuales se activan en caso de que el equipo de potencia este sufriendo sobrecarga)</p> <p><u>Brakers de alimentación</u>, (protecciones de sobre voltaje en la entrada del tablero de control) <u>Fines de Carrera de emergencia</u>, (en caso de una falla de los fines de carrera de parada)</p> <p><u>Paro de emergencia</u>, (Ubicado en las botoneras fijas, detiene el elevador en cualquier punto de la trayectoria de la cabina en caso de que así se requiera)</p> <p><u>Microswitch en las puertas</u>, (Impiden el funcionamiento del elevador mientras no se encuentren cerradas las puertas de acceso al mismo)</p>
3	<p><b>BOTONERA INTERIOR</b></p> <p>Botonera de comando dentro de la cabina, provista de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4 pulsadores, uno para cada nivel.</li> <li>- 1 pare de emergencia, para detener la cabina en cualquier momento.</li> <li>- Cable multifilar para transmisión de señales de 12 hilos, 1 unidad x 15 mts.</li> </ul>



4	<p><b>VARIADOR DE FRECUENCIA</b></p> <p>Variador de frecuencia de las siguientes características.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Para un arranque y frenado progresivo de la canastilla, aceleración tipo rampa.</li> <li>- Potencia del equipo 3 Hp</li> <li>- Voltaje 220v, trifásico</li> <li>- Incluye instalación, calibración y puesta en marcha.</li> </ul>
5	<p><b>SISTEMA ESTRUCTURAL DE SOPORTE</b></p> <p>El sistema estructural de soporte comprende la estructura externa del elevador además de la canastilla de carga interior, para CUATRO NIVELES de carga (+0,00; +2,50; +5,00 y 7,50 mts).</p> <p><b>Incluye:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Columnas y vigas en tubo estructural cuadrado, dimensiones de la estructura 1,7mts x 1,7mts x 15mts Provista con soportes para winche eléctrico y rigidizadores estructurales laterales</li> <li>- Canastilla de carga fabricada en tubo estructural, con un área útil de 1,3mts x 1,3mts x 2,2mts; cubierta en sus laterales con planchas de MDF y el piso protegido con plancha antideslizante.</li> <li>- Ruedas para desplazamiento con rodamiento interior.</li> <li>- Toda la estructura pintada con fondo antioxidante y pintura laca negra.</li> <li>- Transporte, Instalación y montaje</li> </ul>
6	<p><b>PUERTAS DE ACCESO</b></p> <p>Puertas de acceso al elevador de accionamiento manual.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo Batiente una hoja con visor de vidrio.</li> <li>- Dimensiones aproximadas 0,9 x 2,2 mts</li> <li>- Apertura para un lado.</li> <li>- Material MDF panelado.</li> <li>- Transporte e Instalación incluido</li> </ul>
7	<p><b>TRABAJO DE OBRA CIVIL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Remodelación de la instalación.</li> <li>- Trabajos de albañilería y acabados en general.</li> </ul>
8	<p><b>COSTOS INDIRECTOS</b></p>

ITEMS	PRECIO UNIT. (USD)	CANTIDAD	TOTAL (USD)
1	5 850,00	1	5 850,00
2	2 700,00	1	2 700,00
3	750,00	1	750,00
4	800,00	1	800,00
5	4 900,00	1	4 900,00
6	450,00	4	1800,00
7	15 000,00	1	15 000,00
8	5000,00	1	5 000,00
<b>SUBTOTAL</b>			<b>36 800,00</b>
<b>IVA 12%</b>			<b>4 416,00</b>
<b>TOTAL</b>			<b>41 216,00</b>

## NOTAS EXPLICATIVAS, CONDICIONES Y DESCUENTOS

Precios en dólares americanos

Precios incluyen costos de instalación y/o trabajos la ciudad de Quito

De ser necesarios acometidas, materiales o trabajos adicionales extraños a la instalación y/o fabricación propia del trabajo, serán facturados dichos costos por separado.

Garantía: Un año contra defectos de fabricación, en los trabajos realizados.

Capacitación: Capacitación al personal operativo.

Documentación: Memorias de cálculo, planos estructurales, manuales de operación y mantenimiento. Condiciones de Pago: 60% anticipo y 40% Contra entrega.

Tiempo de entrega: 6 semanas luego de recibida la orden de compra y el anticipo respectivo, previa coordinación para inicio de trabajos.

Sera por cuenta del cliente:

- ✓ Acometida eléctrica, cableada hasta el tablero de control PRINCIPAL.
- ✓ Obra civil necesaria para anclaje de estructura y acabado final del elevador.
- ✓ Cubierta exterior de la estructura.
- ✓ Guardianía de los equipos.
- ✓ Facilidades para montaje.

**Por favor no dude en contactarse con nosotros para resolver cualquier inquietud sobre los productos o servicios detallados anteriormente en la presente cotización.**

Atentamente

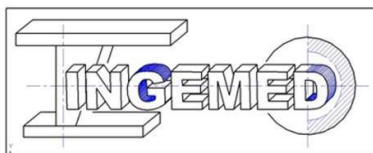
Ing. Fausto Moya

ASESOR COMERCIAL

Celular: 098469431

2268309/

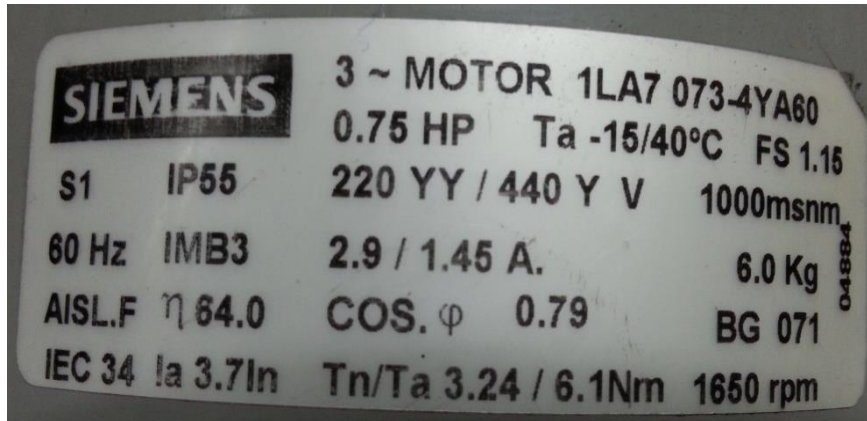
2242359



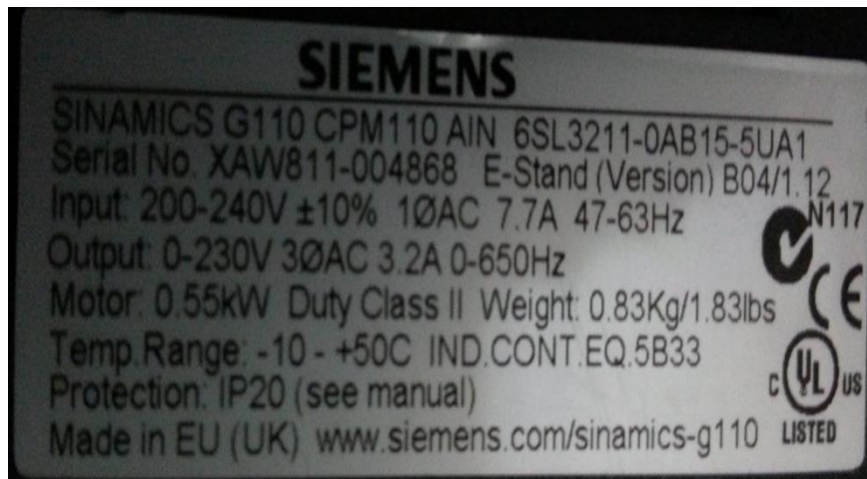
**[www.ingemed2000.com](http://www.ingemed2000.com)**

Equipos de Izaje, Elevadores eléctricos, Puentes grúa  
Brazos Grúa, Gruas Pluma, Tecles y Polipastos  
Diseño, Fabricación y Montaje

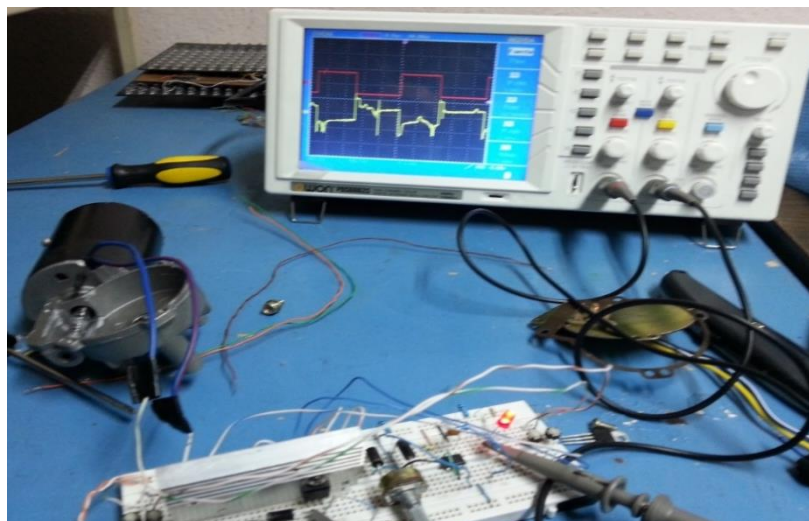
## ANEXO 2. DATOS DEL MOTOR



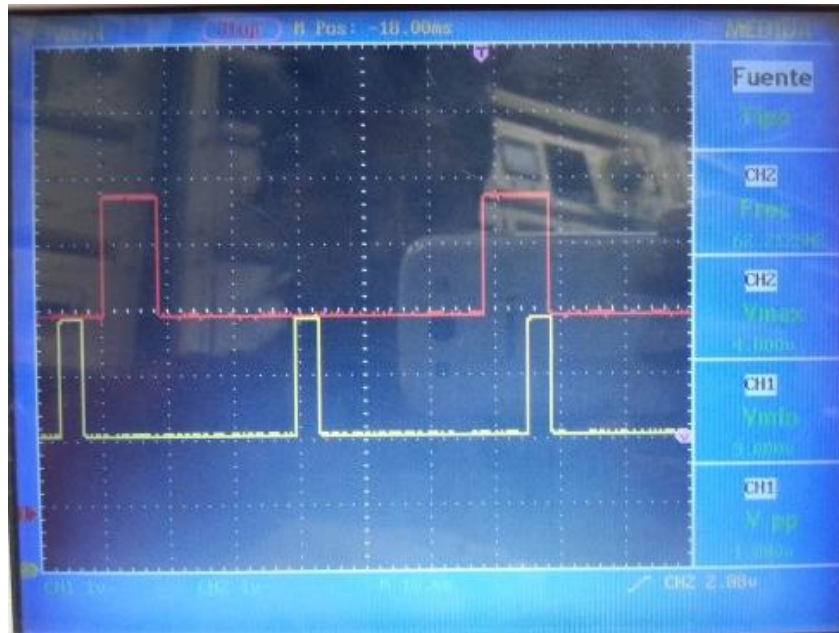
## ANEXO 3. DATOS DEL MOTOR



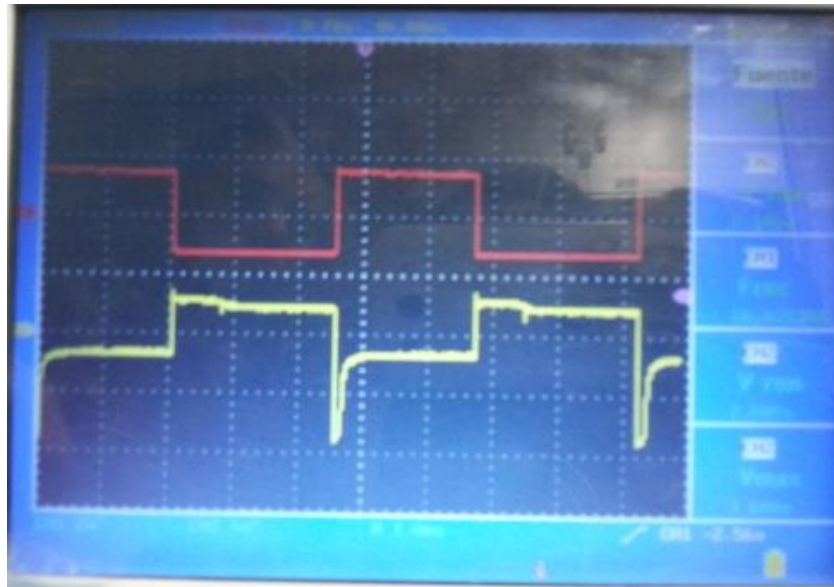
## ANEXO 4. LECTURA DE LA VELOCIDAD DEL MOTOR



### ANEXO 5. LECTURA DE LA VELOCIDAD DEL MOTOR



### ANEXO 5. LECTURA DE LA VELOCIDAD DEL MOTOR



## ANEXO 6. BOTONERA DEL VARIADOR DE FRECUENCIA



## ANEXO 7. VARIADOR DE FRECUENCIA



## ANEXO 8. MOTOR



## ANEXO 9. CABINA







## ANEXO 12. PROTOTIPO DE ASCENSOR



## ANEXO 13. PROTOTIPO DE ASCENSOR



## ANEXO 14. TABLERO DE CONTROL



## ANEXO 15. CABINA DEL PROTOTIPO



## ANEXO 16. SOLICITUD DE PETICIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS



### FACULTAD DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA CARRERA DE INGENIERIA EN MANTENIMIENTO ELECTRICO

Ibarra, 22 de mayo de 2014  
Oficio 007 CIMANELE

Doctor  
Gustavo González  
**LABORATORISTA CIMANALE**

De mi consideración:

En referencia a las solicitudes 0338849, 0338849, del Egresado de esta Unidad Académica Wilson Javier Nepas Nepaz, autorizo la utilización del motor cod.252750 y un variador de frecuencia cod. 14101004.191.0006 así como también el uso del Laboratorio de Electricidad, herramientas de mano y equipos de control y maniobra para el desarrollo de la tesis titulado: **DISEÑO DE UN ELEVADOR PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD Y LA ELABORACIÓN DE UN PROTOTIPO CONTROLADO POR UN PLC EN BASE A LA INFRAESTRUCTURA DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA**, de autoría del suscrito, por lo que solicito muy comedidamente, se de todas las facilidades al estudiante en mención, a fin de que desarrolle su plan de trabajo de grado.

Por la atención le agradezco.

Atentamente  
CIENCIA Y TECNICA AL SERVICIO DEL PUEBLO

Ing. Pablo Méndez  
COORDINADOR CIMANELE

Cc. Sr. Wilson Nepas

RR.



Recibido 22-05-14

## ANEXO 17. NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN



GOBIERNO NACIONAL DE  
LA REPÚBLICA DEL ECUADOR  
Presidencia del  
Econ. Rafael Correa

COMITÉ EJECUTIVO DEL CÓDIGO  
ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN



MINISTERIO DE  
DESARROLLO  
URBANO Y VIVIENDA  
MIDUVI

(Creado Mediante el Decreto Ejecutivo N° 3970 15 de Julio 1996)

# NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN

# NEC-10

## PARTE 9-3 SISTEMAS DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE

### ÍNDICE

NEC -10

SUBCOMITÉ 10

PARTE 9-3-1

Sistemas de elevación y transporte

1. OBJETO .....	3
2. ALCANCE .....	3
3. DEFINICIONES .....	3
4. CLASIFICACIÓN .....	6
5. ESTUDIO DE TRÁFICO .....	7
6. DISPOSICIONES GENERALES .....	9
7. POZO .....	9
8. SOBRECORRIDO Y FOSO .....	10
9. PAREDES PISO Y TECHO DEL POZO .....	10
10. SALA DE MÁQUINAS .....	10
11. ACCESO DE PISO .....	11
12. POZO .....	13
13. PUERTAS DE PISO .....	14
14. CABINA .....	15
15. CONTRAPESO .....	16
16. CABLES DE SUSPENSIÓN O TRACCIÓN .....	17
17. MÁQUINAS .....	19
18. SISTEMA DE FRENADO .....	19
19. DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD .....	20
20. CONTROLES .....	21
21. BOTONERAS .....	22
22. PROCEDIMIENTOS DE RESCATE .....	22
23. INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO .....	23
24. MONTACARGAS .....	25
25. ESCALERAS MECANICAS Y ELECTRICAS .....	25
ANEXO 1 .....	27
ANEXO 2 .....	28

## PARTE 9-3

### SISTEMAS DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE

#### 1. OBJETO

1.1. Este código tiene por objeto establecer los requisitos mínimos que deben cumplir los promotores, constructores y fiscalizadores de edificios, y las empresas involucradas en el suministro e instalación de ascensores de pasajeros y montacargas, para garantizar la seguridad de los trabajadores y usuarios así como la calidad de las instalaciones.

#### 2. ALCANCE

2.1. Este código establece los requisitos mínimos de seguridad en la instalación y mantenimiento de ascensores de pasajeros de funcionamiento eléctrico y/o hidráulico.

#### 3. DEFINICIONES

**Ajuste:** Realizar la adecuación, calibración y pruebas de funcionamiento de las partes mecánicas, eléctricas y electrónicas del ascensor de pasajeros y montacargas para garantizar la seguridad de los usuarios y el correcto funcionamiento de los equipos.

**Amortiguador:** Aparato diseñado para compensar y disminuir, el efecto de choque de una cabina y/o contrapeso en descenso, absorbiendo y disipando la energía cinética de los elementos.

**Área útil de cabina:** Superficie del piso de la cabina para uso de pasajeros y/o carga.

**Ascensor (Elevador):** Sistema de transporte vertical de pasajeros que sirve entre varios pisos o niveles.

**Armazón:** Estructura rígida destinada a la colocación de las pesas en el contrapeso.

**Ascensor Eléctrico:** Sistema de transporte vertical en la cual el carro se mueve mediante cables o cinta de tracción, accionados por un motor eléctrico.

**Ascensor Hidráulico:** Sistema de transporte vertical en el cual el carro es movido a través de un pistón hidráulico impulsado por una bomba de aceite.

**Botonera de piso:** Conjunto de elementos, ubicados en los diferentes pisos, normalmente junto a la puerta del ascensor, cuya función principal es registrar una llamada mediante un protocolo de comunicación.

**Cabina:** Cuarto formado por paredes verticales, plataforma, techo, puerta y accesorios, en la que viajan los pasajeros y/o carga.

**Cable viajero:** Cable especial con conductores eléctricos y de datos que provee conexión entre el control y el carro, debidamente protegido bajo especificaciones del fabricante del ascensor.

**Carga Nominal:** Valor de masa, expresada en kg, para la cual se ha diseñado, construido e instalado el equipo para ascender y/o descender a una velocidad establecida.

**Coefficiente de seguridad:** Es la relación entre la carga de rotura mínima de un cable y la fuerza más grande en este cable cuando la cabina se halle cargada con su capacidad nominal y se encuentre en el nivel de parada más baja.

**Capacidad:** La carga nominal expresada en número de pasajeros para la cual se ha diseñado, construido e instalado el equipo para ascender y/o descender a una velocidad establecida.

**Carro:** Estructura compuesta por chasis y cabina.

**Chasis:** Elemento estructural móvil diseñado para soportar la cabina y la carga nominal.

**Contacto de puertas:** Dispositivo eléctrico o electrónico de seguridad cuya función es determinar si las puertas se encuentran abiertas o totalmente cerradas, para impedir o permitir el movimiento del carro.

**Contrapeso:** Conjunto formado por armazón, pesas y accesorios destinados a contrabalancear el peso del carro y el porcentaje de la carga nominal, establecida por el fabricante.

**Control:** Conjunto de dispositivos eléctricos, electromecánicos y/o electrónicos destinados a regular el movimiento, dirección, velocidad, arranque, aceleración, desaceleración y parada del carro y cumplir con todas las condiciones operativas establecidas en el diseño.

**Foso (Bajo recorrido):** Parte inferior del pozo. También conocido como pie de pozo o PIT.

**Freno:** Dispositivo electromagnético, eléctrico o mecánico que siendo parte de la máquina del ascensor, se usa para aplicar una fuerza controlada que permite parar y mantener estática a la misma.

**Gobernador: (limitador de velocidad)** Sensor mecánico de velocidad y principal elemento de seguridad, que activa secuencialmente un interruptor eléctrico cuando la velocidad del ascensor excede un porcentaje predeterminado del valor nominal y un interruptor mecánico (paracaídas), si la velocidad excede un segundo valor, de tal forma de detener el carro o el contrapeso para precautelar la seguridad de los pasajeros y/o los usuarios del edificio.

**Guías (Rieles):** Elementos rígidos destinados a guiar el recorrido del carro o del contrapeso.

**Indicador de posición:** Dispositivo que indica visualmente la ubicación de la cabina en los diferentes niveles o pisos.

**Instalación (montaje):** Acción de colocar y armar los diferentes elementos del sistema de transporte vertical.

**Inspección:** Examen para verificar el estado del sistema de transporte vertical.

**Línea de vida:** Cuerda vertical de seguridad destinada, en un momento dado, a detener la caída del personal dedicado a la instalación (montaje).

**Máquina:** Aparato destinado a mover el carro.

**Sistema de Transporte vertical:** Refiérese a ascensores de pasajeros, montacargas, escaleras eléctricas y andenes.

**Mantenimiento correctivo:** Trabajo realizado al sistema de transporte vertical para reparar los daños que se hayan presentado, de tal forma que se garantice el óptimo funcionamiento de éste y la seguridad de los pasajeros o carga.

**Mantenimiento preventivo:** Trabajo realizado al sistema de transporte vertical, en forma periódica y rutinaria, para garantizar el óptimo funcionamiento de éste y la seguridad de los pasajeros.

**Mantenimiento predictivo:** Trabajo realizado al sistema de transporte vertical, en forma periódica y sistemática, para evaluar las condiciones de funcionamiento e identificar fallas en proceso.

**Modernización:** Cambios realizados en los diferentes dispositivos y elementos del sistema de transporte vertical, con partes y piezas nuevas de tecnología superior, previo un estudio técnico, con la finalidad de mejorar el funcionamiento, eficiencia y seguridad.

**Montacargas:** Sistema de transporte vertical de carga que sirve entre varios pisos o niveles.

**Remodelación:** Cambios realizados en la apariencia del equipo.



**Cabecero:** Dispositivo mecánico que soporta los mecanismos de accionamiento de puertas de piso.

**Transom panel (tarjeta metálica):** Placa metálica decorativa ubicada en la parte superior de la puerta de piso que aloja el indicador horizontal de pisos y otros dispositivos de aviso y señalización.

**Constructor:** Es la persona natural o jurídica responsable de la construcción del foso, pozo y sala de máquinas, de acuerdo a los requerimientos del proveedor.

**Dintel:** Viga de hormigón o metálica ubicada sobre las puertas de piso, sobre la que se sujeta el cabecero

**Citófono:** Aparato de comunicación entre la cabina y la guardianía, conserjería o sala de control que se usa en caso de emergencia.

**Proveedor:** Es la persona natural o jurídica responsable del suministro, instalación y puesta en marcha de los equipos de transporte vertical

**Montacamillas:** Ascensor cuyas dimensiones de la cabina permiten el transporte de una camilla hospitalaria; en el cual predomina el área útil de la cabina sobre la capacidad.

**Volante:** Mecanismo que se utiliza para mover la máquina en forma manual.

#### 4. CLASIFICACIÓN

Los ascensores se clasifican en:

De acuerdo al uso:

Para el transporte de personas

Para propósitos especiales para uso de personas (montacamillas, silla de ruedas).

Para servicio

Montacoches

De acuerdo al tipo de actuador:

Eléctricos

Hidráulicos

De acuerdo a la velocidad:

De Baja Velocidad: Hasta 1,75 m/s (105 m/min)

De Alta Velocidad: Mayores a 1,75 m/s. (105 m/min)

De acuerdo a la capacidad:

De baja capacidad: Hasta 1000 kg.

De mediana capacidad: Entre 1000 kg y 2000kg.

De alta capacidad: Sobre los 2000 kg.

De acuerdo a la sala de máquinas:

Con sala de máquinas

Sin sala de máquinas (MRL)

De acuerdo al tipo de cabina:

Panorámicos

No panorámicos

Residencial: Un ascensor residencial se considera a aquel que reúne las siguientes características:

- a) Ubicarse dentro de una residencia unifamiliar,
- b) Tener un recorrido máximo: 15 m,
- c) Capacidad máxima: 6 pasajeros,
- d) Velocidad máxima: 1,0 m/s,
- e) Número máximo de paradas: 4, y
- f) De uso privado

Un ascensor residencial debe cumplir todas las normas relativas a seguridad. Solo en este caso, el resto de normas de este documento no serán de estricto cumplimiento.

## REQUISITOS DEL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

### 5. ESTUDIO DE TRÁFICO

El número, capacidad, tipo y velocidad de los ascensores de una edificación, deberán estar especificados en la memoria de cálculo que será elaborado por un profesional del ramo debidamente calificado o firma responsable.

Para el cálculo se consideraran los siguientes factores:

#### 5.1. Tipo de edificación

- 5.1.1. Departamentos: Edificios destinados a vivienda.
- 5.1.2. Comercial: Edificaciones para oficinas, comercios y hoteles.
- 5.1.3. Industrial: Edificaciones de bajo (1), mediano (2), alto (3) y peligroso (4) impacto.
- 5.1.4. Equipamiento: Edificios públicos, hospitales, centros de educación, salud, institucional, bienestar social, cultural, recreativo, religioso y turístico.

#### 5.2. Estimación de la población del edificio

- 5.2.1. Departamentos: 2 personas por dormitorio.
- 5.2.2. Comercial, oficinas y consultorios médicos: 1 persona por cada 8 a 10 m<sup>2</sup> de área útil.
- 5.2.3. Hoteles: 2 personas por dormitorio.
- 5.2.4. Educativo: 1 estudiante por cada 2,50 m<sup>2</sup> de área.
- 5.2.5. Restaurantes: 1 persona por cada 3,00 m<sup>2</sup> de área.
- 5.2.6. Centros comerciales: 1 persona por cada 4 m<sup>2</sup> de área.
- 5.2.7. Institucional: Hospitales; 3 personas por cama.
- 5.2.8. Edificios de estacionamientos: 2 personas por puesto de parqueo.

#### 5.3. Normas generales

- 5.3.1. Toda edificación destinada a hospitales con dos o más niveles considerados a partir del nivel de la acera, deberá contar con servicios de elevadores monta

#### Sistemas de elevación y transporte

camillas para pacientes, a excepción de aquellas soluciones que sean realizadas mediante rampas.

5.3.2. En cualquier edificación se puede descontar el 30 % de la población que se halle un piso arriba y un piso debajo de la planta de acceso principal (Pb) siempre y cuando estén situados a una altura no mayor a 5 m con relación a la planta principal.

5.3.3. En cualquier edificación no se calcula la población que está servida por escaleras eléctricas.

#### 5.4. Capacidad de transporte

5.4.1. La capacidad de transporte expresada como el porcentaje de la población del edificio que requiere el servicio del elevador y que puede ser evacuada o transportada por el sistema de ascensores en un período típico de 5 minutos, deberá considerar los porcentajes mínimos de acuerdo al siguiente cuadro:

TIPO DEL EDIFICIO	PORCENTAJE DE POBLACIÓN (%)
Oficinas de una sola entidad	10
Oficinas en general	10
Oficinas de gobierno	10
Departamentos	5
Hoteles	10
Hospitales	5
Escuelas colegios y universidades	15
Centros comerciales	15

5.4.2. En caso de tener edificaciones mixtas se deben considerar cada una de las partes en forma proporcional.

#### 5.5. Tiempo de espera

El tiempo de espera de los pasajeros en el nivel de ingreso principal a los ascensores, no debe exceder de los siguientes valores:

5.5.1. Departamentos para vivienda: 137 segundos.

5.5.2. Comercial y hoteles: 50 segundos.

5.5.3. Industrial: 137 segundos.

5.5.4. Equipamiento: 35 segundos.

## 6. DISPOSICIONES GENERALES

- 6.1. Es obligación del proveedor entregar los planos de requerimientos constructivos de las obras civiles, los mismos que servirán de base para el diseño y construcción de las facilidades del o los ascensores.
- 6.2. Una vez revisados y aprobados los planos por parte del diseñador y/o constructor, es obligación de estos cumplir con lo indicado en los mismos.
- 6.3. El proveedor de los equipos deberá realizar inspecciones periódicas a la obra en construcción para garantizar el fiel cumplimiento de los requerimientos establecidos en los planos y brindar cualquier asesoría que se requiera.
- 6.4. Todos edificio público debe disponer de al menos un ascensor que satisfaga la Norma Técnica ecuatoriana INEN 2 299:2001 o sus revisiones "Accesibilidad de las personas con discapacidad y movilidad reducida al medio físico. Ascensores".

## 7. POZO

- 7.1. El diseño y construcción del pozo debe garantizar que tan solo las personas debidamente autorizadas puedan ingresar a éste para realizar trabajos netamente de instalación, ajuste, inspección, reparación, mantenimiento o modernización del ascensor.
- 7.2. El pozo debe tener los elementos rígidos que permitan el correcto anclaje y sujeción de las guías de cabina, contrapeso y/o pistón que garanticen la alineación y reacción sobre los puntos de apoyo, salvo el caso que el ascensor disponga de su propia estructura auto soportante.
- 7.3. Al pozo del ascensor se debe proveer de los medios o sistemas que eviten la acumulación de humos o gases calientes en caso de incendio.
- 7.4. Se prohíbe ubicar dentro del pozo elementos, accesorios y materiales de naturaleza ajena a los ascensores. Se incluye en esta prohibición el sistema de pararrayos.
- 7.5. No deben existir en el pozo y foso elementos constructivos estructurales o de cualquier otra naturaleza que impidan la correcta instalación y operación de los distintos dispositivos de los ascensores.
- 7.6. Entre pozos de ascensores adyacentes debe existir una barrera de separación (pared o malla) a todo lo alto del mismo.
- 7.7. En el caso de ascensores panorámicos instalados interiores como: patios, galerías, torres, etc., se puede admitir que el pozo no esté totalmente cerrado si se prevé una barrera sin perforaciones en los puntos normalmente accesibles a las personas para protegerlas de daños causados por las partes móviles del ascensor y para impedir que objetos manuales puedan ser introducidos alcanzando partes móviles. La altura mínima de esta barrera debe ser 2.50 metros.

- 7.8. Las dimensiones de planta del pozo deben estar acorde con las especificaciones del fabricante (VER ANEXO 1)

## **8. SOBRECORRIDO Y FOSO**

- 8.1. El pozo debe disponer de un sobrecorrido, con una altura suficiente, para tener el espacio mínimo de seguridad entre el techo de la cabina y la parte inferior de la sala de máquinas o tapa. (VER ANEXO 2)
- 8.2. El foso debe disponer de una profundidad suficiente para dar el espacio mínimo de seguridad entre la parte inferior del carro y el nivel inferior del pozo, de manera tal de alojar a los amortiguadores. (VER ANEXO 2)
- 8.3. El foso debe ser construido con materiales impermeabilizantes y debe disponer de sistemas de drenaje que impidan la acumulación de agua.
- 8.4. En cada foso se debe ubicar un interruptor que permita abrir el circuito de seguridades.
- 8.5. En cada foso se debe instalar iluminación artificial a 0,5 metros como máximo de la parte más baja del piso, con su respectivo interruptor a una altura de 0,70 metros del nivel de la parada más baja y un tomacorriente.
- 8.6. En cada foso se debe instalar una escalera tipo marinera que permita el descenso de las personas autorizadas de una manera segura.
- 8.7. El foso debe mantenerse permanentemente limpio y no debe permitirse que se lo utilice como depósito de basura.
- 8.8. El fondo del foso debe ser construido para soportar y garantizar las cargas y reacciones establecidas por el fabricante del ascensor.

## **9. PAREDES PISO Y TECHO DEL POZO**

- 9.1. Las paredes, piso y techo del pozo deben estar construidas con materiales incombustibles, duraderos y que no originen polvo.
- 9.2. En caso de ascensores MRL, en el techo del pozo se debe instalar iluminación artificial, con su respectivo interruptor a una altura de 0,70 metros del nivel de la parada más alta y un tomacorriente.
- 9.3. En el caso de ascensores de servicio de uso exclusivo para cargas (montacargas) sin puerta de cabina, la pared frente a la entrada de cabina debe ser lo suficientemente fuerte que no permita ningún tipo de deformación elástica.
- 9.4. Las paredes del pozo deben ser resanadas y pintadas (blanqueadas) previo a la instalación, para optimizar la operación y mantenimiento.

## **10. SALA DE MÁQUINAS**

- 10.1. Se prohíbe ubicar dentro de la sala de máquinas elementos, accesorios, materiales e instalaciones extraños a los ascensores. La sala de máquinas debe mantenerse

## Sistemas de elevación y transporte

---

permanentemente limpia y no se permite que se use como depósito de basura ni para bodegaje u otros fines.

- 10.2. El acceso a la sala de máquinas, durante la instalación del ascensor, debe permitir el ingreso solo del personal autorizado sin depender de terceras personas.
- 10.3. El acceso a la sala de máquinas, durante el tiempo posterior a la instalación, debe ser controlado por el administrador o encargado del edificio y ser accesible únicamente a las personas autorizadas para el mantenimiento, verificación, rescate de pasajeros, inspección y reparación.
- 10.4. Los espacios destinados a alojar máquinas, poleas, equipos de control y otros dispositivos deben ser protegidos de condiciones ambientales dañinas, tales como humedad y fuego.
- 10.5. Los puntos de apoyo sobre las que se asientan las vigas de máquina o la máquina de tracción deben soportar al menos las cargas especificadas por el fabricante.
- 10.6. Las paredes de la sala de máquinas deben ser resanadas y/o enlucidas y pintadas.
- 10.7. El área de la sala de máquinas debe garantizar la instalación de todos los elementos del ascensor incluido máquinas, poleas transformadores, control y gobernador, la misma que necesariamente debe ser mayor al área de proyección del pozo.
- 10.8. En el techo de la sala de máquinas se deben colocar ganchos para izaje de los equipos que al menos soporten 3 toneladas de carga.
- 10.9. La altura de la sala de máquinas medida desde el nivel donde se ubica la máquina, estará en función directa de la capacidad y velocidad del ascensor, en caso de ascensores de baja velocidad y capacidad será de 2,20 metros y para ascensores de alta velocidad y capacidad según los requerimientos del fabricante.
- 10.10. La sala de máquinas debe estar ventilada, garantizando la evacuación del calor emitido por el equipo. Las aberturas para la ventilación será igual o mayor al 10% de la superficie del piso de la sala de máquinas. Además debe protegerse de vapores nocivos y humedad; y no se debe permitir que locales ajenos evacuen aire viciado a este ambiente.

## 11. ACCESO DE PISO

- 11.1. En cada nivel que se requiera acceso al ascensor obligatoriamente se deberá proyectar el acceso respectivo con las medidas dadas por el proveedor.
- 11.2. Durante la construcción del edificio, el constructor deberá instalar en las aberturas para las puertas del ascensor barreras físicas de por lo menos 1,40 metros para evitar que cualquier persona accidentalmente pueda ingresar y caer por el pozo.
- 11.3. Una vez iniciada la instalación del ascensor se prohíbe utilizar el pozo para desalojo de escombros u otro uso ajeno a la actividad de montaje del mismo.

#### Sistemas de elevación y transporte

---

- 11.4. Todas las aberturas del pozo por el cual se tiene acceso directo al mismo deben tener dinteles cuya ubicación deberá estar 10 centímetros por encima de la altura de la puerta terminada. Salvo el caso de que las puertas dispongan de "transom panel (tarjeta metálica)" la ubicación del dintel será especificado por el proveedor.
- 11.5. En caso de ser dinteles de concreto la altura será de al menos 30 centímetros y en caso de dinteles metálicos la altura será de al menos 20 cm; esto con el fin de garantizar la sujeción adecuada de los cabeceros.
- 11.6. El ancho de la abertura para puertas, deberá tener una dimensión de al menos el ancho útil de la puerta más 20 cm, cuyo eje estará definido en los planos del proveedor.
- 11.6.1. En caso de marcos anchos la abertura de puertas será definido en los planos del proveedor.
- 11.7. Las paredes frontales del pozo del ascensor deberán construirse de manera de no exceder el límite interior del marco para evitar que las puertas de piso del ascensor sufran ralladuras.
- 11.8. El corchado de los marcos de las puertas de piso deberá realizarse evitando la deformación de estos y dando una holgura que impida que las puertas de piso se puedan rayar.
- 11.9. Previo a la instalación de los marcos de piso, el constructor deberá pintar en las paredes internas del pozo una línea a una altura de 1 metro del nivel del piso terminado que servirá como referencia para la instalación de los quicios de piso.
- 11.9.1. La bodega de almacenaje no podrá ser utilizada para guardar equipos de naturaleza diferente a los ascensores.
- 11.10. ENERGÍA ELÉCTRICA
- 11.10.1. Previo a la instalación de los ascensores, el constructor deberá disponer de energía eléctrica permanente, estable y cuya capacidad garantice el buen funcionamiento de las herramientas de trabajo y del motor del ascensor.
- 11.10.2. Previo y durante la instalación de los ascensores, el constructor deberá proveer puntos de conexión monofásicos (120 V y 208 V), debidamente protegidos y en cualquier nivel del pozo, para el funcionamiento de las herramientas de trabajo.
- 11.10.3. Previo a la instalación de los ascensores, el constructor deberá proveer energía eléctrica trifásica en sala de máquinas con las debidas protecciones para el funcionamiento del motor del ascensor.
- 11.10.4. Para las pruebas y ajustes finales se debe contar con energía eléctrica definitiva (incluye 3 fases, neutro y tierra).
- 11.10.5. El constructor deberá proyectar la colocación de un cable multipar desde el nivel del control en la sala de máquinas hasta el sitio de guardianía, conserjería o sala de control para la conexión de un citófono intercomunicador para casos de emergencia.

11.10.6. El diseño eléctrico del edificio deberá proyectar la alimentación eléctrica (fases, neutro y tierra), con sus debidas protecciones entre el tablero de distribución y la sala de máquinas. Para el dimensionamiento del calibre de los conductores se deberá considerar la distancia entre la cámara de transformación y la sala de máquinas.

11.10.7. El diseño eléctrico del edificio deberá proyectar una malla de tierra y protección contra las descargas atmosféricas (rayos).

#### 11.11. BODEGA TEMPORAL

11.11.1. Previo a la llegada de los equipos, el constructor deberá disponer de un espacio aproximado de 30 m<sup>3</sup> (por equipo) para el almacenaje temporal, libre de humedad, con suficiente ventilación, iluminación artificial y sus respectivas seguridades.

11.11.2. La bodega de almacenaje no podrá ser utilizada para guardar equipos de naturaleza diferente a los ascensores.

11.11.3. La bodega deberá estar dentro de la misma obra, lo más cercana posible al pozo y permitir el ingreso de un montacargas.

#### 11.12. AYUDAS SANITARIAS

11.12.1. La obra deberá disponer de baterías sanitarias adecuadas para precautelar la salud de los trabajadores.

## DEL EQUIPAMIENTO CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPAMIENTO

### 12. POZO

12.1. En toda instalación de ascensores se deben proveer las guías de carro y contrapeso para garantizar el movimiento vertical. Tales guías estarán dimensionadas para cumplir con las especificaciones técnicas dadas por el fabricante y soportar las cargas de operación.

12.2. La alineación y el acoplamiento entre guías debe garantizar que el carro y contrapeso no sufran movimientos transversales bruscos.

12.3. Está prohibido utilizar cables como guías del contrapeso.

12.4. La distancia entre puntos de anclaje de guías no deberán exceder los valores máximos especificados por el fabricante.

12.5. El diseño de las fijaciones deberá ser tal que permita compensar por alineamiento los defectos debidos a los asentamientos normales del edificio y a la contracción del concreto, y que su deformación no deje sueltas a las guías.



- 12.6. El montaje del ascensor debe considerar que todos los elementos que van dentro del pozo estén debidamente fijados y alineados con el fin de evitar enganches y desplazamientos que puedan causar accidentes.
- 12.7. El cableado eléctrico del pozo y sus derivaciones a los diferentes pisos deben estar correctamente anclados y asegurados en todo su recorrido, y sus empalmes perfectamente aislados.
- 12.8. No se permiten conexiones flojas ni rotas.
- 12.9. La parte fija del cable viajero deberá estar anclada y asegurada del medio recorrido hacia arriba, exceptuando en aquellos cuyo diseño requiera de consideraciones especiales.
- 12.10. La conexión de dispositivos adicionales a los originales desde la cabina hasta la sala de máquinas, deberá hacerse mediante cables viajeros independientes, diseñados para ascensores, y en ningún caso podrán sujetarse al cable viajero original.
- 12.11. El cable viajero debe garantizar que los conductores de corriente alterna no interfieran con los conductores de corriente continua o con los conductores que transmiten información digital.
- 12.12. Si en el mismo cable viajero existieran conductores de diferentes voltajes, todos los conductores deberán tener el aislamiento necesario especificado para el voltaje más alto.
- 12.13. En los ascensores MRL el montaje de la máquina de tracción, paneles de control, poleas, y demás elementos deben estar debidamente anclados y asegurados.
- 12.14. En ascensores MRL, en caso de que el control se halle dentro del ducto, las puertas del mismo deberán estar dentro del circuito de seguridad, es decir si estas se hallasen abiertas, el ascensor no podrá moverse.
- 12.15. En ascensores MRL, aquellos dispositivos de seguridad que se encuentren dentro del pozo y que requieran ser manipulados en caso de emergencia, su diseño debe garantizar accesibilidad total a los mismos.

### 13. PUERTAS DE PISO

- 13.1. Las puertas de piso y sus marcos deben ser rígidos y lo suficientemente resistentes para no ser deformados por esfuerzo manual.
- 13.2. En las puertas de piso que tengan vidrio, sean mirillas o paneles completos, los vidrios deben ser de seguridad (laminados).
- 13.3. Todo ascensor debe tener puertas con resistencia mínima al fuego de 60 minutos; salvo el caso de ascensores residenciales.
- 13.4. Las puertas deben ser automáticas, excepto en el caso de ascensores residenciales.
- 13.5. Las puertas de piso deben abrirse solo cuando la cabina descansa en ese piso o se está nivelando.

- 13.6. No deben existir aberturas en las hojas de las puertas que permitan que cualquier elemento extraño las atraviesen, es decir las hojas deben ser íntegras en su totalidad.
- 13.7. Las puertas deben garantizar mediante sus mecanismos un perfecto ajuste y cierre de las mismas, debiendo tener dispositivos que impidan que la cabina pueda abandonar la posición de reposo hasta que se haya cumplido con las disposiciones establecidas.
- 13.8. El sistema operativo de los ascensores no debe permitir que la puerta de piso se abra mientras la cabina esté en movimiento y fuera de la zona y velocidad de nivelación.

#### 14. CABINA

- 14.1. Toda cabina debe estar dispuesta de una puerta de accionamiento automático, excepto en ascensores residenciales y montacargas, pero en cualquiera de los casos deben contar con las debidas seguridades.
- 14.2. Toda puerta de cabina debe tener sensores infrarrojos que permitan la reapertura de las mismas, excepto en ascensores residenciales y montacargas.
- 14.3. Toda puerta de cabina debe tener al menos una banda de seguridad de accionamiento mecánico que permita la reapertura de la misma.
- 14.4. El sistema operativo de los ascensores no debe permitir que este arranque mientras alguna puerta de piso o de cabina se encuentre abierta.
- 14.5. Toda cabina debe estar provista de por lo menos un panel de operación con los respectivos botones de mando y alarma.
- 14.6. Todo ascensor debe poseer una alarma (intercomunicador y/o timbre) la cual debe ser accionada por energía normal y un sistema autosoportante (batería), para casos de emergencia.
- 14.7. Toda cabina de ascensor debe tener los medios e iluminación adecuados, dicha iluminación no será interrumpida durante el funcionamiento del elevador.<sup>4</sup>
- 14.8. Todo ascensor debe estar provisto de una fuente de energía recargable automática, la cual será capaz de alimentar una lámpara de un vatio (1 W), al menos durante 15 minutos, en caso de interrupción de la energía eléctrica normal.
- 14.9. En las cabinas que tengan elementos de vidrio, sean mirillas o paneles completos, que reemplacen a las paredes o puertas, los vidrios deben ser de seguridad (laminados)
- 14.10. Las cabinas que tengan elementos adaptados de vidrio, sean espejos, mirillas o paneles completos, deben contar con al menos un pasamano para protección del pasajero.
- 14.11. Toda cabina panorámica que tenga sus paredes laterales o posteriores de vidrio debe ser provista de uno o varios pasamanos para protección del pasajero.

#### Sistemas de elevación y transporte

- 14.12. Todos los dispositivos de la cabina deben funcionar correctamente. No se permiten alarmas y dispositivos de seguridades inoperantes, contactos de puertas puenteados, puertas que se arrastren o rocen, zapatas y roletes desgastados.
- 14.13. Los equipos o aparatos distintos a los que se utiliza en la operación, control y seguridad del ascensor y vigilancia del edificio, no se deben instalar dentro de la cabina.
- 14.14. Todo ascensor debe mantener, en el lugar más visible, la placa de capacidad en la que se establece la carga máxima, en kg, el número de pasajeros que el ascensor puede transportar y la marca de fábrica, con letras de altura no menor a 6,5 mm. De preferencia en idioma español.
- 14.15. La Capacidad y áreas útiles de la cabina se resumen en el siguiente cuadro:

TABLA No. 1. Capacidad y áreas útiles de cabina

Pasajeros No.	Capacidad (Kg)		Área útil de cabina por pasajero (m <sup>2</sup> )	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
3	200	240	0,20	0,24
4	280	320	0,19	0,24
5	350	400	0,19	0,24
6	420	480	0,19	0,21
7	490	560	0,18	0,21
8	550	640	0,18	0,20
9	600	720	0,17	0,19
10	680	800	0,17	0,19
11	750	880	0,17	0,19
12	840	960	0,16	0,19
13	900	1040	0,16	0,19
14	950	1120	0,16	0,19
15	1000	1200	0,16	0,18
16	1080	1280	0,16	0,18
17	1150	1360	0,15	0,18
20	1350	1600	0,15	0,18
24	1600	1920	0,14	0,18
27	1800	2160	0,14	0,18
30	2100	2400	0,13	0,18

#### 15. CONTRAPESO

- 15.1. Las pesas del contrapeso que se alojan en el armazón deben mantenerse juntas y estar aseguradas mediante un mecanismo de fijación.
- 15.2. Las pesas deben estar debidamente alineadas para evitar roces con la cabina y/o paredes del pozo.

- 15.3. En el caso de carros y contrapesos con poleas deben existir dispositivos que eviten que los cables salgan de sus ranuras o se introduzcan cuerpos extraños entre cables y ranuras.
- 15.4. El armazón del contrapeso debe estar pintado de color amarillo.
- 15.5. La cabina y contrapeso de un mismo ascensor deben estar ubicados en el mismo pozo.
- 15.6. En el caso de que exista circulación de personas por debajo del pozo del ascensor, obligatoriamente el contrapeso debe contar con paracaídas.

## 16. CABLES DE SUSPENSIÓN O TRACCIÓN

- 16.1. El carro y contrapeso deben estar suspendidos por cables de acero con alma sintética o vegetal lubricados; sin embargo en las instalaciones cuyo recorrido sea mayor a 100 m, se podrá utilizar cables con alma de acero.
- 16.2. Todos los cables de suspensión o tracción de un ascensor deben poseer las mismas características, diámetro, provenir de un mismo fabricante y de un mismo lote de fabricación y estar igualmente tensados. Se exceptúa el sentido de arrollamiento de los cables.
- 16.3. Si por razones técnicas, de seguridad o de mantenimiento se tienen que reemplazar uno o más cables de suspensión o tracción, todos los cables deben ser cambiados.
- 16.4. El número mínimo de cables de suspensión o tracción se deben determinar de acuerdo al esfuerzo de tracción requerido y al factor de seguridad, pero en ningún caso se emplearán menos de tres cables.
- 16.5. Los cables de suspensión o tracción deben ser íntegros en su longitud y en su desarrollo no deben existir ningún remiendo.
- 16.6. Los cables de suspensión o tracción y la geometría de las ranuras de la polea de tracción deben garantizar al menos la fricción mínima para evitar deslizamientos.
- 16.7. En el caso de requerirse lubricación en los cables de suspensión o tracción, se debe utilizar el producto que garantice el cumplimiento del numeral anterior.
- 16.8. No se permite el uso de ningún tipo de grasa para lubricación de cables de suspensión y tracción.
- 16.9. Toda empresa proveedora debe poseer un sistema que permita identificar las características de suspensión o tracción utilizado, teniendo como mínimo la siguiente información:
  - a) Diámetro de cable, en el sistema métrico
  - b) Carga de rotura especificada por el fabricante
  - c) Tipo de construcción – configuración
  - d) Fecha de instalación
  - e) Nombre del fabricante.

- 16.10. En ascensores cuya velocidad nominal superen los 2.5 m/s se deben utilizar cables de compensación con una polea tensora, y deben ser respetadas las siguientes condiciones:
- a) La tensión debe ser obtenida con la acción de la gravedad
  - b) La tensión debe ser controlada por un dispositivo eléctrico de seguridad
  - c) La relación entre diámetro primitivo de las poleas y el diámetro nominal de los cables de compensación deben ser al menos de 30.
- 16.11. Los diámetros de los cables deberán tener un mínimo de:
- 6 mm para el gobernador
  - 8 mm para suspensión o tracción.
  - 16 mm para compensación
- 16.12. La relación entre el diámetro primitivo de las poleas y el diámetro nominal de los cables de tracción deben ser al menos de 40, cualquiera sea el número de cables.
- 16.13. El coeficiente de seguridad de los cables de tracción deben ser por lo menos 12
- 16.14. La sujeción de los extremos de cada cable a los amarres (sea del carro o contrapeso o bien de los soportes fijos del piso), se debe hacer mediante material fundido, amarres de acuña de apretado automático, al menos tres abrazaderas o grapas apropiadas para cables, manguitos fuertemente prensados o cualquier otro sistema que ofrezca seguridad equivalente.
- 16.15. Los extremos de cada cadena de compensación, deben ser fijados a la parte inferior de la cabina y del contrapeso. Los puntos de amarre deben poseer una resistencia mecánica que soporte al menos el doble del peso de las cadenas.
- 16.16. Deben usarse dispositivos para igualar la tensión de los cables de suspensión o tracción, y los mismos deben ser individuales para cada cable y del tipo resorte de comprensión.
- 16.17. Los dispositivos de regulación de longitud de los cables deben ser realizados de tal manera que ellos no puedan aflojarse por si solos.
- 16.18. Los extremos de los cables de suspensión o tracción deben fijarse de tal manera que sean fácilmente visibles para fines de una inspección adecuada.
- 16.19. Los amarres de cables pueden ser:
- a) receptáculos cónicos,
  - b) de cualquier otro tipo, siempre y cuando, los terminales de los cables de suspensión o tracción del carro y del contrapeso deben proveerse con varillas de ajuste, diseñadas de tal forma que permitan el ajuste individual de la longitud de dicho cable.
- 16.20. No deben existir vibraciones en los cables de suspensión o tracción, ni deben existir cables con sus extremos sueltos.

- 16.21. Los ascensores deben funcionar con todos los cables de suspensión o tracción especificados por el fabricante. No se acepta la operación del ascensor con cables faltantes.
- 16.22. Se debe mantener un registro de la fecha en la que fue instalado el cable de tracción, y ubicado en un lugar visible de control, con efecto estadístico de su reemplazo.

## SALA DE MÁQUINAS

### 17. MÁQUINAS

- 17.1. Las máquinas pueden ser de tipo:
  - a) De tracción con engranajes
  - b) De tracción sin engranajes
  - c) Bombas hidráulicas impulsoras
- 17.2. Las máquinas de tracción deben descansar sobre amortiguadores de goma, con la finalidad de reducir la transmisión de vibraciones y ruido al edificio, producidos por su operación y minimizar los efectos de un movimiento sísmico.
- 17.3. El acoplamiento entre la patea de tracción y la máquina debe ser directo, no debe realizarse por medio de correas, cadena u otros mecanismos de fricción.
- 17.4. Todo eje saliente que sirve para manipular la máquina mediante el volante debe tener la respectiva protección para evitar accidentes.
- 17.5. El volante se deberá utilizar únicamente durante la etapa de montaje y exclusivamente en caso de emergencia por personal debidamente capacitado.

### 18. SISTEMA DE FRENADO

- 18.1. El ascensor debe estar provisto con un sistema de frenos que actúe automáticamente en el caso de que:
  - a) El ascensor se encuentre estático
  - b) Actúe cualquiera de los circuitos de seguridad
  - c) Se presente pérdida del suministro de energía eléctrica, y
  - d) Se presente pérdida del suministro de energía eléctrica en los circuitos de seguridad del control.
- 18.2. El sistema de frenado debe actuar inmediatamente ante una falta o interrupción de energía eléctrica.
- 18.3. Todo ascensor eléctrico, suspendido por cables de tracción, debe tener frenos.
- 18.4. El freno debe ser capaz, por sí solo de detener la máquina, cuando la cabina baja a su velocidad nominal y con el 125% de su carga nominal.

- 18.5. Todos los elementos mecánicos del freno que participen en la fijación del esfuerzo de frenado sobre el tambor o disco deben ser de doble ejemplar y cada uno de ellos, en el supuesto del que el otro no actuara, debe ser capaz por sí solo de ejercer la acción suficiente para desacelerar la cabina con su carga nominal.
- 18.6. El elemento sobre el que actúa el freno debe estar acoplado al eje motriz por un enlace mecánico directo.
- 18.7. El freno debe contar con un mecanismo de desenganche que requiera un esfuerzo constante para mantenerlo abierto en el caso de presentarse rescates de emergencia.
- 18.8. Los recubrimientos de las zapatas del freno deben ser de material incombustible y con las características técnicas provistas del fabricante.

## 19. DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

- 19.1. Los ascensores y equipos de transporte vertical estarán equipados con todos los dispositivos de seguridad que proporcionen el máximo de protección a los pasajeros y a la carga.
- 19.2. Los dispositivos de seguridad de los ascensores pueden ser de tipo:
  - a) mecánico,
  - b) eléctrico, o
  - c) electrónico.
- 19.3. Todo ascensor debe estar provisto de paracaídas en el carro.
- 19.4. Los ascensores deben tener un sistema limitador de velocidad, el cual debe estar completo y operando de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
- 19.5. Cuando el foso está ubicado por encima de locales con acceso a personas y vehículos, el contrapeso debe, también, ir provisto de un paracaídas.
- 19.6. Todo ascensor debe tener interruptores de límites de carrera tanto superiores como inferiores, sin permitir defecto alguno en su funcionamiento.
- 19.7. Se debe colocar interruptores de protección en los extremos del recorrido, debidamente distanciados, de tal manera que el segundo opere si el primero no se acciona, o que un tercero opere si el segundo no se acciona y así sucesivamente o un sistema equivalente que garantice la desconexión del ascensor cuando este sobrepase los niveles de sus pisos extremos. El número de interruptores de protección está en relación directa con la velocidad del ascensor.
- 19.8. Cuando se abre el circuito de seguridades, esto debe producir un corte de alimentación de energía eléctrica al motor y la aplicación inmediata del freno.
- 19.9. Los interruptores deben actuar en el sobrecorrido antes de que el contrapeso choque con sus amortiguadores y en el foso antes de que el carro choque con sus amortiguadores.

- 19.10. En caso de accionamiento del seguro contra caídas del carro o del contrapeso, un mecanismo montado sobre el mismo, debe provocar el corte de circuito de seguridades, cuando más tarde, en el momento de su accionamiento.
- 19.11. La acción del limitador de velocidad debe activar el circuito de seguridades antes de accionar el parascídas.
- 19.12. Los motores del ascensor deben estar protegidos mediante dispositivos adecuados contra corrientes eléctricas excesivas, sobrecalentamientos, sobrecargas o cortocircuitos.
- 19.13. Cuando la máquina de tracción se detenga deben actuar inmediatamente el freno.
- 19.14. Toda instalación eléctrica y electrónica de los ascensores debe estar debidamente protegida y conectada adecuadamente a un nivel de tierra.
- 19.15. Todo ascensor debe contar con amortiguadores de carro, cuya función es reducir el impacto de éste cuando el ascensor supera la parada inferior.
- 19.16. Todo ascensor debe contar con amortiguadores de contrapeso, cuya función es reducir el impacto de éste cuando el ascensor supera la parada superior, salvo el caso de ascensores hidráulicos.
- 19.17. Cuando el ascensor esté en mantenimiento correctivo, queda terminantemente prohibida su operación para el público.
- 19.18. En caso de daño de un limitador de velocidad, el ascensor no debe funcionar para el público hasta que se proceda a su reparación o reemplazo.
- 19.19. Debajo de los quicios de las puertas de cabina y de piso, todo ascensor debe tener una lámina de acero (faldón) para proteger a los pasajeros que tratan de salir o entrar de la cabina cuando ésta se halla fuera de nivel.
- 19.20. Todo ascensor debe estar provisto de un dispositivo de sobrecarga que garantice que el ascensor no opere cuando la carga sobrepase la nominal, y a la vez active una señal sonora.
- 19.21. Todo ascensor debe tener un disyuntor principal propio e independiente en la sala de máquinas o en la parte superior del pozo para el caso de ascensores MRL que permita desconectar la alimentación eléctrica. Este disyuntor deberá cumplir los requerimientos técnicos especificados por el fabricante.

## 20. CONTROLES

- 20.1. Los controles pueden ser del tipo electrónico, electromagnético o mixto.
- 20.2. La ubicación del control debe ser tal que el operador pueda observar el movimiento de la máquina cuando se realicen tareas de ajuste, reparación, inspección o mantenimiento.
- 20.3. Los fusibles o disyuntores del motor deben tener la capacidad adecuada, de acuerdo a sus especificaciones técnicas, y no deben encontrarse puenteados.



- 20.4. El conjunto de cables internos de un control debe estar perfectamente organizado y no se permiten empalmes intermedios.
- 20.5. Dentro del control las borneras, tarjetas electrónicas, fusibles, relés, contactores, etc., deben estar plenamente identificados.
- 20.6. En el control no se permiten conexiones rotas, resistencias desajustadas o rotas, contactos inadecuados o desgastados, resortes desgastados o contactos sin platinas ni circuitos de seguridades puenteados.
- 20.7. No se permite que en los controles existan bobinas con sobrecalentamiento, circuitos abiertos o en cortocircuito, contactores o relés en mal estado.
- 20.8. Cada control debe ser identificado con su respectiva máquina y su disyuntor principal.
- 20.9. Todo control debe estar conectado a tierra.
- 20.10. Todo control debe estar anclado y fijado a una pared o al piso.

## 21. BOTONERAS

- 21.1. Las botoneras de hall deben estar ubicados a una altura máxima de 1.20 m referida a al eje central de los botones, medida desde el nivel de piso terminado.
- 21.2. Todos los botones pulsadores de las botoneras de cabina y de hall, deben contar con señalización en sistema braille.
- 21.3. Toda botonera debe tener una luz de registro con suficiente luminosidad, que permita visualizarla aún en ambientes muy claros, que indique que la llamada ha sido aceptada.

## 22. PROCEDIMIENTOS DE RESCATE

- 22.1. Puede suceder que los equipos de transporte vertical, presenten paralizaciones debido básicamente a una falta o corte de energía eléctrica así como fallos en su operación o debido al mal uso de los usuarios, dando la posibilidad de que existan personas atrapadas dentro de la cabina para lo cual se debe prever un mecanismo adecuado y seguro de rescate. Toda cabina de ascensor estará fabricada para que sirva como un sitio que brinde toda seguridad y contará en su diseño con orificios que permitan la circulación del aire para la respiración de las personas, es decir la cabina no será un lugar herméticamente cerrado.
- 22.2. La organización o administración del edificio deberá estar en capacidad de responder eficazmente a llamadas de auxilio, comunicar a la empresa encargada del mantenimiento y calmar a las personas que estén atrapadas hasta la llegada del personal de socorro.
- 22.3. Toda organización de emergencia llámese cuerpo de bomberos, sistema 911, etc., deberá estar debidamente capacitada y entrenada para realizar las labores de rescate.

22.4. Cada año, los diferentes proveedores de ascensores deberán capacitar en actividades de rescate a los siguientes entes:

- Edificio:
  - Administración
  - Conserje
  - Guardia
  - Comité de contingencias
  - Personal de mantenimiento
- Organismos de emergencia
  - Bomberos
  - 911
  - Organismos de contingencia

22.5. Todo edificio que disponga de ascensores debe tener siempre al menos una llave de puertas en lugar visible y de libre acceso a las personas autorizadas para el rescate.

22.6. Todo edificio que disponga de ascensores debe tener una llave adicional de puertas en un gabinete con vidrio explosivo ubicado en un lugar de fácil acceso y visible para las personas autorizadas al rescate.

22.7. La llave de puertas no puede ser utilizada para otra actividad que no sea el rescate de personas atrapadas, y el uso de la misma será de estricta responsabilidad de la persona que la utilice.

22.8. Las actividades de rescate solo podrán ser ejecutadas por personas que hayan recibido la respectiva capacitación o personal de mantenimiento de ascensores.

22.9. Previo a usar las llaves de puertas se debe desconectar la alimentación de energía eléctrica de los ascensores.

22.10. En caso de que la cabina se halle en una posición tal que impida que el rescate se realice a través de las puertas de piso, es obligatorio que dicho rescate sea realizado exclusivamente por personal de la empresa responsable de mantenimiento de ese equipo.

### **23. INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO**

23.1. La instalación y el mantenimiento de los ascensores, escaleras eléctricas y montacargas estará a cargo de las empresas calificadas y registradas ante organismos competentes.

23.2. El personal dedicado a instalación y mantenimiento de ascensores, montacargas y escaleras eléctricas deben cumplir con las normas y procedimientos de la seguridad industrial.

23.3. El personal dedicado a la instalación debe estar provisto de los siguientes equipos de protección personal y seguridad:

#### Sistemas de elevación y transporte

---

- Botas con punta de acero con suela antideslizante y aislante.
  - Guantes (cuero, tela o material aislante acorde al tipo de trabajo que esté realizando)
  - Arnés de seguridad
  - Casco
  - Gafas de protección
  - Mascarilla
  - Línea de vida o sistema similar, y,
  - Herramientas adecuadas
- 23.4 El personal dedicado a mantenimiento preventivo debe estar provisto de los siguientes equipos mínimos de seguridad:
- Botas con punta de seguridad con suela antideslizante y aislante.
  - Guantes (tela o material aislante acorde al tipo de trabajo que esté realizando)
  - Gafas de protección
  - Mascarilla
  - Herramientas adecuadas
- 23.5 Para asegurar la instalación y mantenimiento de elevadores, cada empresa deberá tener al menos un técnico, debidamente certificado, por la casa matriz del fabricante de ascensores para quien labora.
- 23.6 En caso de que no exista el representante de la casa fabricante de un ascensor, el mantenimiento de éstos debe ser realizado por una empresa que garantice mediante un estudio técnico el mantenimiento respectivo.
- 23.7 En todo ascensor debe colocarse, en la parte más visible de la cabina, una placa que contenga lo siguiente:
- Marca de fábrica del ascensor
  - Nombre de la empresa responsable del mantenimiento
  - "Cumple con el código CTE INEN XX"
  - Teléfonos de emergencia.
- 23.8 El propietario o administrador del edificio debe exigir, anualmente a la empresa que presta sus servicios de mantenimiento un certificado en el que se indique el estado de funcionamiento del ascensor.
- 23.9 Copia del certificado mencionado en el numeral 23.8 debe ser exhibida en la parte más visible del nivel principal de ingreso.

#### Sistemas de elevación y transporte

---

- 23.10 Cuando se lo requiera, los Municipios y los Cuerpos de Bomberos locales, exigirán al propietario o administrador del edificio, la presentación del certificado actualizado mencionado en el numeral 23.8.
- 23.11 El mantenimiento preventivo se lo debe realizar periódicamente, de acuerdo a las normas establecidas por el fabricante del ascensor.
- 23.12 Cuando se realicen trabajos de mantenimiento de ascensores, se debe colocar un letrero de fácil visibilidad y comprensión indicando que se encuentra en tal condición.
- 23.12 El uso de puentes para cortar o anular un circuito de seguridad, solo debe ser permitido si no hay otra forma de llevar a cabo la tarea de mantenimiento. Este requerimiento se aplica a todos los aspectos en un trabajo que incluyan actividades problemáticas. Dichos puentes deben ser removidos previamente a la puesta en funcionamiento normal del ascensor y uso del público.
- 23.13 Si durante el servicio de mantenimiento se comprueba que una o más partes del ascensor no pueden ser reparadas, siendo necesaria su sustitución, esta debe hacerse con piezas o repuestos originales. En caso de que no exista el representante de la casa fabricante de un ascensor y no se disponga del repuesto original, este se podrá sustituir con partes o repuestos cuyas características técnicas sean iguales o superiores a las partes sustituidas.
- 23.14 Si por algún motivo la pieza a ser sustituida compromete la seguridad de los pasajeros, el ascensor debe suspender su servicio al público; debiéndose colocar un letrero en la parte más visible del nivel principal de ingreso informando esta situación.

#### 24. MONTACARGAS

- 24.1. Los elevadores de servicio y carga, cumplirán con todo lo especificado para ascensores en los que les fuere aplicable y con las siguientes condiciones:
- a) Dispondrán de acceso propio, independiente y separado de los pasillos, pasajes, o espacios para acceso a elevadores de pasajeros.
  - b) No podrán usarse para transporte de pasajeros, a no ser sus propios operadores.
  - c) Podrán desplazarse vertical y horizontalmente o de manera combinada.
  - d) Los tipos no usuales de montacargas, además de cumplir con las condiciones a, b y c; presentarán los requisitos necesarios que garanticen su absoluta seguridad de servicio.

#### 25. ESCALERAS MECANICAS Y ELECTRICAS

- 25.1. En ningún caso, las dimensiones para escaleras fijas de una edificación, podrán reducirse por la instalación de escaleras mecánicas.
- 25.2. Las dimensiones de los descansos o pasillos de desembarque de las escaleras mecánicas, no serán menores a tres veces el ancho útil de éstas y en ningún caso inferiores a 1.50 m, a partir del piso metálico de embarque.
- 25.3. El ángulo de inclinación podrá ser de 25º, 30º o 35º.

#### Sistemas de elevación y transporte

25.4. La velocidad de desplazamiento podrá variar entre 0.30 m/s y 0.50 m/s.

25.5. Los cálculos de las capacidades de transporte se harán con el siguiente cuadro.

Ancho nominal entre Pasamano	Personas por escalón	Velocidad (0.30 m/s – 0.50 m/s)
0.60 m	1.00	<5000 person/h
0.80 m.	1.25	5000 person/h – 6700 person/h
1.00	1.50	6701 person/h – 9000 person/h
1.20	1.80	>9001 person./h

25.6. El constructor deberá garantizar que los puntos de apoyo de las escaleras cumplan con las especificaciones de carga, altura y distancia solicitadas por el fabricante.

25.7. Es responsabilidad del constructor la provisión de los puntos de izaje para el montaje de las escaleras.

25.8. El constructor deberá cumplir con lo especificado en los numerales 11.10, 11.11 y 11.12 de esta norma.

25.9. La altura mínima entre los pasos de la escalera y vigas, dinteles o partes constructivas del edificio debe ser 2200 mm.

25.10. Todos los elementos de vidrio de las escaleras deben ser vidrios de seguridad.

25.11. No se permite peines con más de tres dientes consecutivos rotos.

25.12. No se permite escaleras funcionando con escalones rotos.

25.13. Todos los circuitos de seguridad deben estar habilitados y funcionando correctamente.

25.14. Durante los trabajos de mantenimiento el ingreso a las escaleras deberá estar cubierto con biombos que restrinjan el paso a personas no autorizadas.

25.15. Todas las tapas y partes móviles de las escaleras deberán estar perfectamente ubicadas y aseguradas previa a la puesta en marcha de las escaleras y uso de pasajeros.

25.16. Los organismos encargados de vigilar y hacer cumplir las disposiciones establecidas en estas Normas son: Los Municipios y Cuerpo de Bomberos de la localidad.

**ANEXO 1****DIMENSIONES MÍNIMAS INTERNAS DEL POZO PARA ASCENSORES  
CON PUERTAS DE APERTURA CENTRAL**

CAPACIDAD (personas)	APERTURA (mm)	AH (mm)	BH (mm)
6	800	1800	1430
8	800	1800	1630
9	800	1800	1700
10	800	1800	1830
11	800	1800	1930
13	900	2100	1930
15	900	2100	2100
15	1000	2300	1900
17	1000	2400	2200
17	1100	2600	2030
20	1000	2600	2200
24	1100	2730	2300
27	1600	2630	2700
30	1600	2630	2830
33	1600	2830	2830
37	1600	2830	3000

**ANEXO 2**

**SOBRERRECORRIDO BAJO RECORRIDO**

VELOCIDAD (m/s)	SOBRERRECORRIDO OH (mm)	FOSO PIT (mm)
1	4200	1500
1.0	4200	1500
1.5	4200	1500
1,75	4500	1700
2	4800	2100
2.5	5000	2100
3	5700	2900
3.5	6300	3400
4	6900	3900





# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

## AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1003780259		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Machado Rea Jonathan David		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Barrio Galo Larrea. Avenida Cristobal de Troya s/n y Nicolás Gómez		
<b>EMAIL:</b>	jhondeivit_21@hotmail.com		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	2546528	<b>TELÉFONO MÓVIL</b>	0990926786

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	“DISEÑO DE UN ELEVADOR PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD Y LA ELABORACIÓN DE UN PROTOTIPO CONTROLADO POR UN PLC EN BASE A LA INFRAESTRUCTURA DE LA FACULTAD DE EDUCACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA FECYT”
<b>AUTOR (ES):</b>	Machado Rea Jonathan David – Nepas Nepaz Wilson Javier
<b>FECHA: AAAAMMDD</b>	2015/01/16
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Ing. Pablo Méndez



## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Machado Rea Jonathan David, con cédula de identidad Nro. 100378025-9, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

## 3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 16 días del mes de Enero del 2015

**EL AUTOR:**

**ACEPTACIÓN**

(Firma)   
Nombre: Machado Rea Jonathan David  
C.C. 100378025-9

(Firma)   
Nombre: Ing. Betty Chávez  
Cargo: JEFE BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO**

**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Machado Rea Jonathan David, con cédula de identidad Nro. 100378025-9 manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado titulado: **“DISEÑO DE UN ELEVADOR PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD Y LA ELABORACIÓN DE UN PROTOTIPO CONTROLADO POR UN PLC EN BASE A LA INFRAESTRUCTURA DE LA FACULTAD DE EDUCACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA FECYT”** que ha sido desarrollada para optar por el Título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 16 días del mes de Enero del 2015

(Firma) .....

Nombre: Machado Rea Jonathan David

Cédula: 100378025-9



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	100331052-9		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Nepas Nepaz Wilson Javier		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Atahualpa E43-78 y Avenida 19 de Diciembre		
<b>EMAIL:</b>	javiernepas@hotmail.com		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	2 884884	<b>TELÉFONO MÓVIL</b>	0985503026

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	“DISEÑO DE UN ELEVADOR PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD Y LA ELABORACIÓN DE UN PROTOTIPO CONTROLADO POR UN PLC EN BASE A LA INFRAESTRUCTURA DE LA FACULTAD DE EDUCACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA FECYT”
<b>AUTOR (ES):</b>	Machado Rea Jonathan David – Nepas Nepaz Wilson Javier
<b>FECHA: AAAAMMDD</b>	2015/01/16
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Ing. Pablo Méndez

## 5. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Nepas Nepaz Wilson Javier, con cédula de identidad Nro. 100331052-9, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

## 6. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 16 días del mes de Enero del 2015

EL AUTOR:

ACEPTACIÓN

(Firma).....

Nombre: Nepas Nepaz Wilson Javier  
C.C. 100331052-9

(Firma).....

Nombre: Ing. Betty Chávez  
Cargo: JEFE BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Nepas Nepaz Wilson Javier, con cédula de identidad Nro. 100331052-9 manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado titulado: **“DISEÑO DE UN ELEVADOR PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD Y LA ELABORACIÓN DE UN PROTOTIPO CONTROLADO POR UN PLC EN BASE A LA INFRAESTRUCTURA DE LA FACULTAD DE EDUCACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA FECYT”** que ha sido desarrollada para optar por el Título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 16 días del mes de Enero del 2015

(Firma) .....

Nombre: Nepas Nepaz Wilson Javier

Cédula: 100331052-9