UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Diseño de Ascensor basado en normas nacionales e internacionales para mejorar la Seguridad de personas en Edificio de Comas

Para obtener el Título Profesional de Ingeniero Mecánico

Elaborado por

Fernando Santos Huamán Ramos

0009-0008-7279-3157

Asesor

Dr. Aurelio Marcelo Padilla Ríos

0009-0007-6270-6171

LIMA – PERÚ
2024

Citar/How to cite	Huamán Ramos [1]
Referencia/Reference Estilo/Style: IEEE (2020)	[1] F. Huamán Ramos, "*Diseño de Ascensor basado en normas nacionales e internacionales para mejorar la Seguridad de personas en Edificio de Comas*" [Trabajo de Suficiencia Profesional]. Lima (Perú): Universidad Nacional de Ingeniería, 2024.

Citar/How to cite	(Huamán, 2024)
Referencia/Reference Estilo/Style: APA (7ma ed.)	Huamán, F. (2022). *Diseño de Ascensor basado en normas nacionales e internacionales para mejorar la Seguridad de personas en Edificio de Comas*. [Trabajo de Suficiencia Profesional, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional Cybertesis UNI.

DEDICATORIA

A Dios que ilumina mi camino y me brinda protección en todo momento.

A mis padres Félix y Victoria, quienes en vida me guiaron, aconsejaron y apoyaron en todo momento.

A mi amada esposa Emelda, por la fortaleza que tuvo en vida para apoyarme en la consecución de mis objetivos.

A mi hermano David, por ese apoyo moral en los momentos de flaqueza.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Ingeniería y a la facultad de Ingeniería Mecánica de la cual me llevo los mejores recuerdos durante mi formación profesional.

INDICE

INDICE V

LISTA DE TABLAS X

LISTA DE FIGURAS XII

RESUMEN XV

INTRODUCCION XVII

CAPITULO I 1

Generalidades 1

1.1. Antecedentes de la investigación 1

1.2. Identificación y descripción del problema de estudio. 3

1.3. Formulación del problema 5

1.3.1. Problema principal 5

1.3.2. Problemas específicos 5

1.4. Justificaciones e importancia de la investigación 6

1.5. Objetivos 6

1.5.1. Objetivo general 6

1.5.2. Objetivos específicos 7

1.6. Hipótesis 7

1.6.1. Hipótesis general 7

1.6.2. Hipótesis específicas 7

1.7. Variables y operacionalización de las variables 7

1.8. Metodología de la investigación 8

1.8.1. Unidad de análisis 8

1.8.2. Tipo, enfoque, nivel de la investigación 9

1.8.3. Diseño de la investigación 9
1.8.4. Fuentes de información 10
1.8.5. Técnicas e instrumentos de recolección de la Información de datos..... 11
1.8.6. Análisis y procesamiento de datos..... 11
1.8.6.1. Consideraciones y requerimientos del problema. 11
1.8.6.2. Estructura de funciones:. 14
1.8.6.3. Matriz morfológica 14
1.8.6.4. Concepto de solución óptima. 18
1.8.6.5. Cálculo de número de personas a transportar. 19

CAPITULO II..... 20
Marco teórico y marco conceptual 20
2.1. Marco teórico..... 20
2.1.1. Ascensores eléctricos..... 20
2.1.2. Ascensores hidráulicos..... 21
2.2. Marco conceptual 22

CAPITULO III..... 24
Desarrollo del trabajo de investigación 24
3.1. Cálculo de estructura para soporte de motor 24
3.1.1. Cálculo del peso que soporta la estructura del motor 24
3.1.2. Cálculo estático de la estructura del motor 25
3.1.3. Selección del perfil HEB 26
3.2. Cálculo de las guías 27
3.2.1. Cálculo considerando el apoyo de la estructura de cabina 27
3.2.2. Cálculo considerando el esfuerzo de frenado en los apoyos 29
3.2.3. Cálculo de guías de contrapeso..... 30
3.2.4. Cálculo de cargas en las guías..... 31

3.3. Diseño del bastidor o estructura de cabina. 33
3.3.1. Dimensiones del bastidor o estructura de cabina..... 33
3.3.2. Cálculo del coeficiente de actuación del paracaídas o freno progresivo 33
3.3.3. Cálculo de peso real de cabina (caja de acero más bastidor) 35
3.3.4. Cálculo del bastidor o estructura de cabina. 40
3.3.4.1. Primer cálculo con ascensor: Funcionamiento normal. 40
3.3.4.2. Segundo cálculo con ascensor: Con actuación del paracaídas. 43
3.3.4.3. Tercer cálculo con ascensor: Con el choque de los amortiguadores. 44
3.3.4.4. Selección del perfil para la viga del bastidor de cabina.. 48
3.3.4.5. Selección de perfil para las columnas del bastidor de cabina. 49
3.3.5. Diseño del bastidor del contrapeso..... 50
3.3.5.1. Dimensiones de bastidor del contrapeso. 50
3.3.5.2. Cálculo de la fuerza de ascensión. 51
3.3.6. Cálculo del número de pernos para el bastidor o estructura de cabina. 58
3.3.7. Cálculo del número pernos para el bastidor del contrapeso..... 62
3.3.8. Cálculo de cables de tracción del ascensor 67
3.3.9. Selección de motor del ascensor 71
3.3.10. Selección de polea del ascensor 73
3.3.11. Selección de la maniobra de control del ascensor 74
3.3.12. Selección del resorte hidráulico del ascensor 76
3.3.13. Selección del limitador de velocidad o gobernador 78
3.3.14. Selección del paracaídas o freno progresivo del ascensor 79
3.3.15. Selección de la cortina luminosa..... 80
3.3.16. Selección del pesacarga..... 81
3.3.17. Selección de tensores o sujetadores 82
3.3.18. Selección de corredizas de guías de cabina y contrapeso..... 83
3.3.19. Selección de puerta de cabina y puertas de pasillo 84
3.3.20. Inspecciones y ensayos antes de la puesta en servicio 85

CAPITULO IV 89
Resultados, Contrastación De Hipótesis Y Discusión De Resultados 89
4.1. Resultados 89
4.1.1. Personas a transportar en la cabina 89
4.1.2. Recorrido del ascensor 89
4.1.3. Guías de cabina 90
4.1.4. Guías de contrapeso 90
4.1.5. Soporte de motor 91
4.1.6. Cable de acero del motor 91
4.1.7. Viga del bastidor de cabina 92
4.1.8. Perfil lateral del bastidor de cabina 92
4.1.9. Viga del bastidor de contrapeso 92
4.1.10. Perfil lateral del bastidor de contrapeso 93
4.1.11. Pernos del bastidor de cabina 93
4.1.12. Pernos del bastidor de contrapeso 93
4.1.13. Motor eléctrico 94
4.1.14. Polea de motor 94
4.1.15. Maniobra de control 94
4.1.16. Limitador de velocidad o gobernador 95
4.1.17. Paracaídas o freno progresivo 95
4.1.18. Resorte hidráulico 95
4.1.19. Cortina luminosa 96
4.1.20. Tensor para cable de acero 96
4.1.21. Corrediza de guía para cabina y contrapeso 96
4.1.22. Puerta de cabina (Fermator) 97
4.1.23. Puertas de hall (Fermator) 97
4.2. Contrastación de la Hipótesis 98
4.3. Discusión de resultados 100

CONCLUSIONES 101

RECOMENDACIONES 102

REFERENCIAS 103

ANEXOS 104

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES..... 7

TABLA 2 ÁREA MÍNIMA DE LA CABINA SEGÚN NÚMERO DE PASAJEROS..... 12

TABLA 3 PROFUNDIDAD DEL POZO PIT..... 12

TABLA 4 ALTURA DEL SOBRERECORRIDO 12

TABLA 5 COMPONENTES PARA EL DISEÑO DEL ASCENSOR - 1..... 16

TABLA 6 COMPONENTES PARA EL DISEÑO DEL ASCENSOR – 2. 17

TABLA 7 COMPONENTES PARA EL DISEÑO DEL ASCENSOR - 3..... 18

TABLA 8 CÁLCULO DEL NÚMERO DE PASAJEROS DEL ASCENSOR 19

TABLA 9 CARACTERÍSTICAS DE PERFIL HEB 100 27

TABLA 10 CARACTERÍSTICAS DE LAS GUÍAS DE CABINA..... 29

TABLA 11 VELOCIDADES A LA QUE ACTÚA EL LIMITADOR DE VELOCIDAD..... 34

TABLA 12 CARACTERÍSTICAS DE PERFIL UPN 100 38

TABLA 13 PESO POR PIEZA DE PERFIL ACERO A36 ÁNGULO ¼”X 2”X 2” X 6M. 39

TABLA 14 CARACTERÍSTICAS DE PERFIL UPN 120 49

TABLA 15 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL ACERO A36..... 49

TABLA 16 CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL UPN 100 53

TABLA 17 PESO POR PIEZA DE PLANCHA ACERO A36 3MM X1.2M X 2.4M 54

TABLA 18 ÁREA DEL ESFUERZO DE TENSIÓN EN PERNO 59

TABLA 19 K_F FACTOR DE CONCENTRACIÓN DEL ESFUERZO DE FATIGA 60

TABLA 20 GRADO SAE DE PERNOS DE ACERO VS. FLUENCIA..... 60

TABLA 21 ÁREA DEL ESFUERZO DE TENSIÓN EN PERNO 64

TABLA 22 K_F FACTOR DE CONCENTRACIÓN DEL ESFUERZO DE FATIGA 64

TABLA 23 GRADO SAE DE PERNOS DE ACERO VS. FLUENCIA..... 65

TABLA 24 CABLE DE ACERO CON ALMA DE FIBRA LUBRICADO 71

TABLA 25 COMPONENTES DETERMINADOS DEL ASCENSOR DISEÑADO - 1... 86

TABLA 26 COMPONENTES DETERMINADOS DEL ASCENSOR DISEÑADO - 2... 87

TABLA 27 COMPONENTES DETERMINADOS DEL ASCENSOR DISEÑADO - 3... 88
TABLA 28 CANTIDAD DE PASAJEROS Y PESO POR PERSONA 89
TABLA 29 RECORRIDO DEL ASCENSOR Y NÚMERO DE PISOS 89
TABLA 30 DATOS DE LA GUÍA DE CABINA 90
TABLA 31 DATOS DE LA GUÍA DE CONTRAPESO 90
TABLA 32 DATOS DE PERFIL PARA SOPORTE DEL MOTOR 91
TABLA 33 DATOS DEL CABLE DE ACERO DEL MOTOR 91
TABLA 34 DATOS DE PERFIL PARA VIGA DEL BASTIDOR DE CABINA 92
TABLA 35 DATOS DE PERFIL LATERAL DEL BASTIDOR DE CABINA 92
TABLA 36 DATOS DE PERFIL PARA VIGA DEL BASTIDOR DE CONTRAPESO 92
TABLA 37 DATOS DE PERFIL LATERAL DEL BASTIDOR 93
TABLA 38 DATOS DE PERNOS DEL BASTIDOR DE CABINA 93
TABLA 39 DATOS DE PERNOS DEL BASTIDOR DE CONTRAPESO 93
TABLA 40 DATOS DEL MOTOR ELÉCTRICO 94
TABLA 41 DATOS DE POLEA DEL MOTOR 94
TABLA 42 DATOS DE LA MANIOBRA DE CONTROL 94
TABLA 43 DATOS DEL LIMITADOR DE VELOCIDAD 95
TABLA 44 DATOS DEL PARACAÍDAS 95
TABLA 45 DATOS DEL RESORTE HIDRÁULICO 95
TABLA 46 DATOS DE LA CORTINA LUMINOSA 96
TABLA 47 DATOS DEL TENSOR PARA CABLE DE ACERO 96
TABLA 48 DATOS DE CORREDIZA PARA GUÍA DE CABINA Y CONTRAPESO 96
TABLA 49 DATOS DE PUERTA DE CABINA 97
TABLA 50 DATOS DE PUERTAS DE HALL O PASILLO 97

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 CONDOMINIO TORRES DEL CAMPO 8

FIGURA 2 UBICACIÓN DE EDIFICIO F14 9

FIGURA 3 RELACIÓN DE LAS CARGAS 11

FIGURA 4 DUCTO DEL ASCENSOR CON SU POZO PIT Y SOBRERECORRIDO 13

FIGURA 5 CABINA 1200X1040 PARA 6 PERSONAS Y SU UBICACIÓN EN EL DUCTO. 19

FIGURA 6 ASCENSOR ELÉCTRICO CON Y SIN CUARTO DE MÁQUINAS 21

FIGURA 7 ASCENSOR HIDRÁULICO. 22

FIGURA 8 ESTRUCTURA SOPORTE DE MOTOR 24

FIGURA 9 POSICIÓN DEL MOTOR DE ASCENSOR 25

FIGURA 10 DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR DE VIGA DEL MOTOR 26

FIGURA 11 DIAGRAMA DEL EMPUJE HORIZONTAL DE LAS GUÍAS 27

FIGURA 12 DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DE FUERZAS SOBRE LAS GUÍAS EN FRENADO 31

FIGURA 13 ESTRUCTURA DE CABINA 33

FIGURA 14 CABINA DEL ASCENSOR PARA 6 PASAJEROS 36

FIGURA 15 MEDIDAS DE LOS PANELES DE CABINA EN ACERO INOXIDABLE C 304 36

FIGURA 16 COMPONENTES DE LA CABINA DEL ASCENSOR 37

FIGURA 17 DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR DE VIGA SUPERIOR DE CABINA. 41

FIGURA 18 DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR DE VIGA INFERIOR DE CABINA. 42

FIGURA 19 DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR DE VIGA INFERIOR DE CABINA. 44

FIGURA 20 DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR DE VIGA SUPERIOR DE CABINA 45
FIGURA 21 DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR DE VIGA INFERIOR DE CABINA. 47
FIGURA 22 DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR DE VIGA INFERIOR DE CABINA. 48
FIGURA 23 ESTRUCTURA O BASTIDOR DEL CONTRAPESO 51
FIGURA 24 DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR DE VIGA SUPERIOR DE CONTRAPESO. 52
FIGURA 25 DIBUJO DEL MOLDE DE CONCRETO 55
FIGURA 26 BASTIDOR DE CONTRAPESO INSTALADO 55
FIGURA 27 BASTIDOR DE CONTRAPESO CON MOLDES DE CONCRETO. 56
FIGURA 28 DISPOSICIÓN DE LOS COMPONENTES DEL ASCENSOR 57
FIGURA 29 UBICACIÓN DEL BASTIDOR DE CABINA Y CONTRAPESO 58
FIGURA 30 UTILIZAR CUATRO PERNOS GRADO OCHO DE ¾”X2 1/4” 62
FIGURA 31 UTILIZAR CUATRO PERNOS GRADO OCHO DE ½”X 2” 67
FIGURA 32 CABINA DEL ASCENSOR ASCENDIENDO CON SU CARGA ÚTIL. 68
FIGURA 33 CABINA DEL ASCENSOR ASCENDIENDO SIN CARGA ÚTIL 69
FIGURA 34 CORTE TRANSVERSAL DEL CABLE DE ACERO PARA ASCENSORES 71
FIGURA 35 MOTOR ASÍNCRONO DE 5.5 KW 72
FIGURA 36 DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR 73
FIGURA 37 POLEA DE 700MM Y 5 CABLES DE ACERO EN MOTOR 74
FIGURA 38 MANIOBRA DE CONTROL HIDRA CRONO 76
FIGURA 39 RESORTE HIDRÁULICO 77
FIGURA 40 UBICACIÓN DE RESORTE HIDRÁULICO EN POZO PIT 77
FIGURA 41 LIMITADOR DE VELOCIDAD O GOBERNADOR 78
FIGURA 42 ACCIONAMIENTO DEL LIMITADOR DE VELOCIDAD 79

FIGURA 43 FRENO PROGRESIVO O PARACAÍDAS 80
FIGURA 44 INSTALACIÓN DEL PARACAÍDAS DEBAJO DE CABINA..... 80
FIGURA 45 CORTINA LUMINOSA DE PUERTA DE ACCESO 81
FIGURA 46 UBICACIÓN DE CORTINA LUMINOSA (ENTRE PUERTA DE CABINA Y DE HALL) 81
FIGURA 47 PESACARGA 82
FIGURA 48 TENSORES O SUJETADORES DE CABLES..... 82
FIGURA 49 UBICACIÓN DE TENSORES EN BASTIDOR DE CABINA..... 83
FIGURA 50 CORREDIZAS DE GUÍAS DE CABINA Y CONTRAPESO..... 83
FIGURA 51 PUERTA DE PASILLO O HALL..... 84
FIGURA 52 PUERTA DE CABINA 85

RESUMEN

El presente estudio tiene el propósito de diseñar un ascensor con las normas que involucran la seguridad en su proceso de fabricación cumpliendo las normas nacionales e internacionales.

Estas normas en los cuales nos apoyamos para el diseño del ascensor son para salvaguardar la integridad de las personas a transportar, diseñando un ascensor seguro.

Durante el proceso del diseño del ascensor se ha realizado cálculos de las cargas a los cuales se ha aplicado los valores de seguridad recomendados por las Normas y de otros autores.

La metodología es aplicada, cuantitativa, descriptivo y no experimental, respaldando sus cálculos de diseño con los resultados obtenidos de los cálculos con resultados con buen valor de confianza por los márgenes de seguridad recomendados y asumidos.

Se concluye que se realizó el cálculo de un ascensor considerando la premisa del cumplimiento de las normas vigente tanto local, así como internacional para conseguir una seguridad en su funcionamiento que queda también plasmada en la reducción de las paralizaciones y asegurar la vida útil de sus componentes.

Palabras Clave: Diseño, seguridad, Normas Internacionales

ABSTRACT

The purpose of this study is to design an elevator with the standards that involve safety in its manufacturing process, complying with national and international standards.

These standards on which we rely for the design of the elevator are to safeguard the integrity of the people to be transported, designing a safe elevator.

During the elevator design process, load calculations have been made to which the safety values recommended by the Standards and other authors have been applied.

The methodology is applied, quantitative, descriptive and non-experimental, supporting its design calculations with the results obtained from the calculations with results with good confidence value for the recommended and assumed safety margins.

It is concluded that the calculation of an elevator was carried out considering the premise of compliance with current local and international standards to achieve safety in its operation that is also reflected in the reduction of stoppages and ensuring the useful life of its components.

INTRODUCCION

El transporte en el edificio por la movilización de las personas que habitan debe ser de mucha confiabilidad para el uso. El transporte de los ascensores es muy necesario por los desplazamientos de rutina que se realizan a diario, porque solucionan las necesidades de las personas que lo habitan.

Este transporte diario debe de tener la suficiente confiabilidad amparado en la seguridad de su diseño y corroborado por el menor índice de fallas, sumado a ello la durabilidad de sus componentes por las consideraciones que se deben tomar para cumplir tales objetivos.

Las necesidades con el crecimiento vertical de las viviendas han llevado al diseño de ascensores a buscar un costo accesible y a un tiempo de instalación moderado por los tiempos ajustados hoy en día para su funcionamiento.

Los altos costos de los ascensores importados con sus componentes al 100% y el tiempo de llegada de estos sumado a la instalación conlleva al tiempo promedio de 7 meses. Lo cual se reducen con la importación parcial de sus partes y el diseño de otros componentes para su fabricación local a 3 meses incluida la instalación.

Este costo accesible con reducción del tiempo hasta la instalación ha conllevado al diseño de un ascensor que tenga partes de sus componentes con diseño local y otras partes de sus componentes importados, pero garantizando la confiabilidad basada en la seguridad del ascensor, al tomar en consideración todas las sugerencias plasmadas en las normativas tanto nacional, así como internacional. Con la consideración prioritaria del diseño de un ascensor seguro en su funcionamiento queda también plasmada en la reducción de las paralizaciones y asegurar la vida útil de sus componentes.

CAPITULO I

Generalidades

1.1. Antecedentes de la investigación

Paredes (2017)[1] En este trabajo el autor desarrolló la investigación de la automatización del ascensor a través de la maniobra de control para una mayor ventaja en la funcionabilidad de los ascensores.

Utilizó la metodología de tipo practica y cualitativo realizando la simulación en dos ascensores de siete pisos y luego lo implementa en una maqueta de dos ascensores de 4 pisos. Realizó el control de los ascensores con dos maniobras diferentes para observar diferentes situaciones en función al ámbito donde se desarrolla el ascensor.

Así pues, una de ellas fue la maniobra universal, la cual tan solo atiende una petición por ascensor y trayecto, quedando el ascensor en exclusividad para el usuario que ha realizado la petición. Por otro lado, se programó la maniobra colectiva selectiva en subida y bajada, que permite atender todo tipo de llamadas realizadas, siempre y cuando sean solicitudes para realizar un movimiento en el mismo sentido de desplazamiento del ascensor.

Con la primera maniobra se intentó recrear un típico sistema de ascensores de un bloque de pisos donde el tráfico de personas es un solo pedido; mientras que la segunda es una maniobra muy utilizada, por ejemplo, en edificios de oficinas.

Para la ejecución de las maniobras utilizaron softwares informáticos, que serán los encargados de realizar la simulación y la implementación, respectivamente.

La conclusión es que la automatización es implementable por lo conseguido realizando los cambios necesarios y automatizar un sistema de ascensores.

[1] Paredes García Daniel (2017) Automatización de un sistema de ascensores-Tesis de Título Profesional-Universidad de Sevilla, Sevilla -https://hdl.handle.net/11441/69575

Condor (2020)[2]. En el trabajo de investigación el autor mostró las fallas que presenta un ascensor eléctrico que está ubicado en la academia preuniversitaria Ingeniería SAC.

Tuvo por objetivo determinar las fallas recurrentes en los componentes mecánicos del mencionado ascensor de marca Azteca (empresa peruana) utilizando la metodología de análisis cuantitativo y exploratorio de los modos y efectos de las fallas realizando cuadros estadísticos para determinar las fallas potenciales.

Estimó el grado de severidad, ocurrencia y detección realizando el cálculo de las prioridades con mayores riesgos de falla. Logrando obtener un numero de prioridad de riesgo aceptable un 47.06%, riesgo reducible aceptable 23.53% y riesgo inaceptable 29.41%. Las fallas del ascensor durante su funcionamiento, permitió analizar las fallas funcionales de sus componentes mecánicos.

La investigación que se ha realizado es de tipo básica y nivel descriptivo.

Concluye al determinar los estados con mayor número de prioridad de riesgo, identificando los componentes mecánicos que están en riesgo de falla, conllevando a realizar un plan de acción.

Pinto (2021)[3]. En este trabajo el autor desarrolló el trabajo de investigación para el diseño de un ascensor para personas discapacitadas en la facultad de Ing. Mecánica y de energía de la Universidad Nacional del Callao que no cuenta con un acceso diferente a las escaleras.

Para ello diseñó un ascensor eléctrico con capacidad de 300kg para el acceso de personas discapacitadas.

[2] Condor Huiza, José Jesús (2020) Análisis de falla en componentes mecánicos del ascensor de marca Azteca instalado en la academia preuniversitaria Ingeniería SAC-Tesis de Título Profesional-Universidad Nacional del Centro del Perú - http://hdl.handle.net/20.500.12894/6851

[3] Pinto Yataco, Roderick Pablo(2021) Diseño de un ascensor eléctrico con capacidad de 300kg para el acceso de personas discapacitadas hasta el tercer nivel del pabellón de aulas de la FIME-UNAC. Tesis Título Profesional Universidad Nacional del Callao http://hdl.handle.net/20.500.12952/5858

La metodología es aplicada, cuantitativa, descriptivo y no experimental, respaldando sus cálculos de diseño mediante la simulación utilizando un software de ingeniería para respaldar sus cálculos.

Concluye con los resultados obtenidos que se diseñó un ascensor cumpliendo el marco normativo, con el espacio adecuado para su uso y tomando en cuenta la resistencia de los materiales para su diseño. Complementando con la simulación en un software para reforzar su diseño.

1.2. Identificación y descripción del problema de estudio.

Actualmente el crecimiento vertical de las viviendas hace necesarios la instalación de ascensores pero que estén diseñados acorde a las necesidades y sobre todo la seguridad. Se ha tenido la necesidad de realizar las construcciones de edificios multifamiliares en el distrito de Comas en la zona que antes estaba ubicado el ex-aeródromo de Collique con los programas Mi Vivienda y Techo Propio auspiciado por los gobiernos de turno.

Es así como en el área denominada Mz. F, se ha proyectado la ejecución de 22 edificios de ocho pisos (ascensores simplex) y 10 edificios de doce pisos (ascensores dúplex), lo cual conllevo a la instalación de 42 ascensores eléctricos que cumplan con la eficiencia y seguridad en su diseño en el condominio denominado Torres del Campo levantado en la Mz. F.

Estando previsto también las edificaciones de las manzanas G y E, en donde para la manzana G la ejecución de 10 edificios de 12 pisos y 10 edificios 15 pisos, todos con ascensores dúplex y en la manzana E la ejecución de 33 edificios de 15 pisos con ascensores dúplex.

En total se tiene proyectado la instalación de 148 ascensores para las manzanas F, G y E, los cuales se culminarán de instalar en diciembre del año 2023.El tiempo promedio de construcción de un edificio de 8 pisos es de 25 días, de 12 pisos es de 35 días y de 15 pisos es de 45 días.

Los ascensores importados con sus componentes al 100% y el tiempo de llegada de estos sumado a la instalación conlleva al tiempo promedio de 7 meses.

Este tiempo se reduce con la importación parcial de sus partes y el diseño de otros componentes para su fabricación local a 3 meses incluida la instalación. Esto conllevo al diseño de un ascensor que tenga partes de sus componentes con diseño local y otras partes de sus componentes importados.

La importancia de cubrir el traslado entre los pisos altos y bajos a las familias que viven en un edificio para cubrir las necesidades de su vida cotidiana fuera de sus hogares. También la calidad de vida esperada a las familias residentes del edificio para lo cual deben realizar el traslado seguro constante para realizar la rutina diaria supliendo sobre todo el inconveniente de usar las escaleras del edificio para subir o bajar de los pisos altos.

El transporte de personas en un edificio de 8 pisos donde habitan 64 familias siendo 8 familias por piso a un promedio de 4 personas por familia, hacen que habiten un aproximado de 256 personas, es necesario el traslado diario entre los pisos del edificio de todo el grupo de personas por las diferentes actividades que realizan fuera de sus casas.

Dentro del total de personas existen personas de tercera edad, niños menores, personas con problemas de salud, personas con discapacidad física que requieran de uso de silla de ruedas, personas con embarazo, etc. que hacen necesario la instalación de un ascensor eléctrico.

Existen Normas dadas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento como la Norma Técnica A.120, la Norma EM 70 para el diseño del ascensor y también normas internacionales como la norma técnica europea EN-81 que dan las normativas para el diseño del ascensor.

Pero es muy importante la certificación de las empresas para la fabricación de accesorios, puertas de acceso y el armado de las maniobras de control (parte fundamental y esencial del accionamiento del ascensor) lo cual induce a un ascensor inseguro por sus componentes certificados.

La ONU toca el tema de la accesibilidad universal, donde permite que los entornos, los procesos, los bienes y servicios, la información y dispositivos entre otros sean comprensibles para cualquier persona.

No obstante, la accesibilidad universal no se limita a garantizar la comprensión, sino que va más allá. De este modo favorece el acceso en las mejores condiciones de seguridad y comodidad.

En el presente trabajo se va a diseñar el ascensor considerando el diseño de la cabina, la estructura del soporte de motor, la estructura de cabina y la estructura de contrapeso, importando de Europa y China las demás partes para la instalación del ascensor.

Con ello planteamos el diseño de un ascensor seguro cumpliendo todas las normativas y que los componentes estén certificados, fabricadas por empresas que cumplan las normativas ISO.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema principal

¿De qué manera se mejora la seguridad en el desplazamiento de las personas en un edificio de ocho pisos en un condominio de Comas?

1.3.2. Problemas específicos

a) ¿De qué manera consigo un desplazamiento seguro a las personas en un edificio?

b) ¿De qué manera selecciono los componentes necesarios para el diseño de un ascensor seguro?

c) ¿De qué manera satisfago la seguridad de transporte para los residentes en su desplazamiento diario en un edificio?

1.4. Justificaciones e importancia de la investigación

La necesidad de la instalación de un ascensor en un edificio de 8 pisos para la realización de las actividades cotidianas de todos los residentes es muy importante. El traslado de personas discapacitadas, personas de tercera edad, niños menores, personas delicadas de salud, mujeres embarazadas, etc. hacen necesario la instalación de un ascensor confiable que va acompañada de la seguridad.

También el traslado de insumos, artefactos o bienes muebles necesarios para el sustento y confort hacen necesarios. Todo esto radica en la importancia de la mejora en la calidad de vida de las personas que radican en el edificio.

Las necesidades con el crecimiento vertical de las viviendas han llevado al diseño de ascensores a buscar un costo accesible y a un tiempo de instalación moderado por los tiempos ajustados hoy en día para su funcionamiento.

Los altos costos de los ascensores importados con sus componentes al 100% y el tiempo de llegada de estos sumado a la instalación conlleva al tiempo promedio de 7 meses. Lo cual se reducen con la importación parcial de sus partes y el diseño de otros componentes para su fabricación local a 3 meses incluida la instalación.

La reducción del tiempo incluida la instalación, ha conllevado al diseño de un ascensor que tenga partes de sus componentes con diseño local y otras partes de sus componentes importados, pero garantizando la confiabilidad basada en la seguridad que brinda el ascensor, al tomar en consideración todas las sugerencias plasmadas en las normativas tanto nacional, así como internacional.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Diseñar un ascensor basado en normas nacionales e internacionales para mejorar la seguridad en el desplazamiento de las personas en un edificio de ocho pisos en un condominio de Comas.

1.5.2. Objetivos específicos

a) Realizar el estudio adecuado para el diseño de un ascensor seguro.

b) Seleccionar los componentes necesarios en el diseño de un ascensor seguro.

c) Satisfacer la seguridad de transporte para los residentes en su desplazamiento diario en un edificio.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

El diseño de un ascensor basado en normas nacionales e internacionales mejora la seguridad en el desplazamiento de las personas en un edificio de ocho pisos en un condominio de Comas.

1.6.2. Hipótesis específicas

a) Estudio adecuado para el diseño de un ascensor seguro.

b) Selección de elementos necesarios para el diseño de un ascensor seguro.

c) Satisfacción de seguridad de transporte para los residentes en su desplazamiento diario en un edificio.

1.7. Variables y operacionalización de las variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VI: Diseño de un ascensor basado en las normas nacionales e internacionales.	La instalación de un transporte dentro del edificio para traslado de las personas que residen en el edificio	Realizar los cálculos tomando en cuenta las cargas actuantes con alto grado de seguridad.	Capacidad Dimensiones Marco normativo Seguridad	Transporte mecánico. Reglas de seguridad. Acceso universal.
VD: mejora de seguridad en el desplazamiento.	Mejorar la seguridad de las familias que viven en un edificio al cubrir sus necesidades de transporte.	Mejora de las condiciones de transporte para satisfacción de las personas en el edificio.	Calidad en transporte de las personas.	Confort en área indicada.

1.8. Metodología de la investigación

1.8.1. Unidad de análisis

Con el diseño de un ascensor eléctrico que cumpla las normativas estipuladas para un edificio, se suplirá las dificultades de transporte con la confiabilidad basado en su seguridad. Se considera el diseño de un ascensor para un edificio de ocho pisos ubicado en el condominio Torres del Campo en Comas.

Está proyectado en la manzana F (condominio Torres del Campo) la ejecución de 22 edificios de 8 pisos con ascensores simplex y 10 edificios de 12 pisos con ascensores dúplex. El edificio F14 de ocho pisos, está ubicado en la manzana F entre la Av. Micaela Bastidas y Av. Los Chasquis del condominio Torres del Campo (fig.2) para lo cual se diseñó un ascensor de ocho paradas.

Se considera con capacidad de la cabina para 6 personas o 450Kg, que se determina por el tráfico de personas en horas punta dentro del edificio. Para ello se diseñará un ascensor con cuarto de máquinas utilizando un motor asíncrono de corriente alterna para un edificio ante la necesidad de mejorar la seguridad en el transporte de las personas que viven en el edificio.

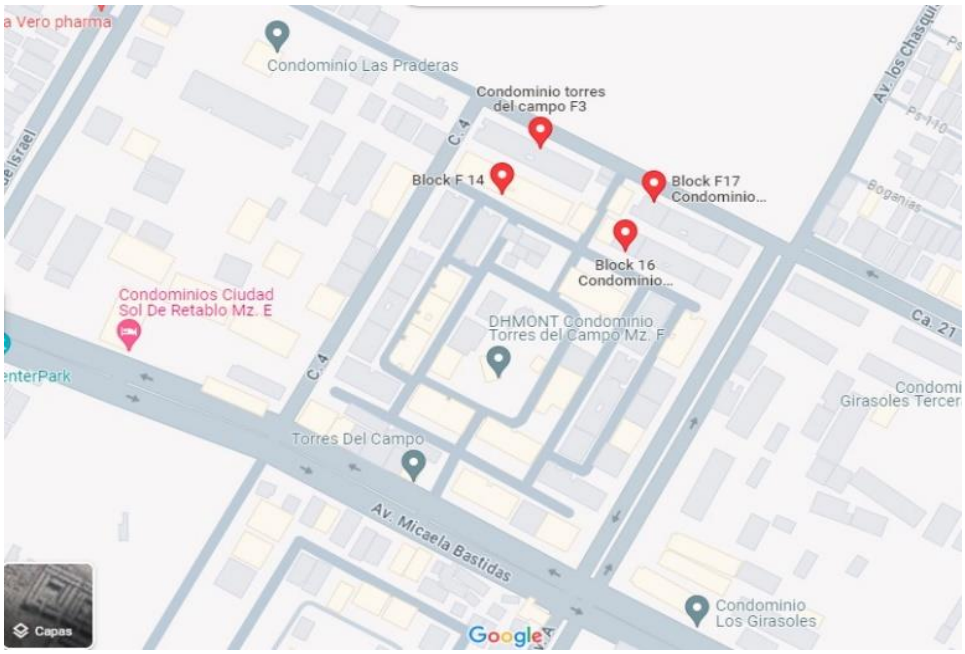
Figura 1

Condominio Torres del Campo

Nota. Fuente Condominio Torres del Campo- Comas (2016)

Figura 2

Ubicación de edificio F14



1.8.2. *Tipo, enfoque, nivel de la investigación*

El tipo de la investigación es aplicada y se va resolver un problema de seguridad en el transporte vertical de un grupo de familias que residen en un edificio de ocho pisos donde existen ocho departamentos por piso con un promedio de 04 personas por departamento haciendo un total de 256 personas. Se aplicará los conocimientos científicos disponibles para la solución del problema.

El enfoque de la investigación es cuantitativo por el análisis con información objetiva y cálculos numéricos.

El nivel de la investigación es descriptivo porque se basa en la medición y observación de los cálculos con valores obtenidos que estén dentro de las tolerancias de los factores de seguridad.

1.8.3. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es no experimental y transversal, ya que su propósito es la recolección de datos para la posterior fabricación e instalación del ascensor.

Para el periodo de análisis se ha considerado el tiempo del diseño realizado en el mes de junio 2013 al mes de setiembre del 2013.

1.8.4. Fuentes de información

El presente diseño se realizó con la información obtenida de la instalación de ascensores en otros edificios. También los catálogos de los materiales, tablas de factores de seguridad recomendados en referencia a los diseños de los elementos.

Los ascensores importados de empresas transnacionales como Thyssen, Otis, Schindler, etc. que se instalan requieren reducir sus costos y el tiempo de instalación para nuestra consideración. La finalidad de reducir los costos e instalar en el menor tiempo surge la necesidad de diseñar un ascensor con partes diseñadas para su fabricación local y las otras partes importarlas.

El diseño para la fabricación local debe ajustarse a las normas nacional e internacional para lograr la confiabilidad en su seguridad del ascensor. De esta manera sumado a la importación de los otros componentes con sus respectivas certificaciones obtenemos un diseño seguro.

Con esas consideraciones logramos un ascensor diseñado con la seguridad para el tráfico de personas en el edificio ubicado en el condominio Torres del Campo en Comas. Se tiene un proyecto para la instalación de 22 edificios de 8 pisos con ascensores simplex y 10 edificios de 12 pisos con ascensores dúplex.

Son las Normativas dadas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento como la Norma Técnica A.120, así como la norma EM-70 para el diseño del ascensor. Así mismo las Norma Técnica Internacional EN-81 que se deben de cumplir en el diseño cumpliendo los criterios y parámetros en el diseño.

1.8.5. Técnicas e instrumentos de recolección de la Información de datos

La técnica a utilizar para el diseño es de tipo documental porque se utilizaron datos bibliográficos, electrónicos, trabajos de investigación, fichas textuales, catálogos y documentos de empresas e instituciones.

También la comunicación directa con los proveedores extranjeros de los componentes a importar para la instalación en los ascensores, con sus características y datos técnicos ensayados en sus laboratorios.

1.8.6. Análisis y procesamiento de datos

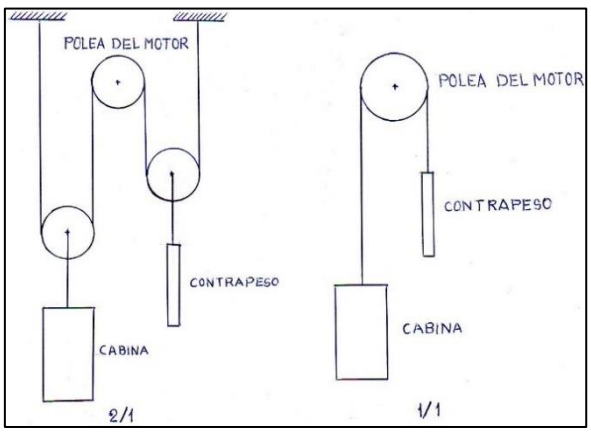
1.8.6.1. Consideraciones y requerimientos del problema: Se considera el diseño de un ascensor eléctrico con cuarto de máquinas para 6 personas en edificio de 8 pisos y con una velocidad de recorrido de 1 m/s. El recorrido del ascensor de 8 pisos es de 23m.

Para lo cual se requiere un área del ducto de 1700mm de ancho por 1600mm de fondo, para el diseño del ascensor con su contrapeso al fondo del ducto y con una sola polea de transmisión del motor entre la cabina y el contrapeso del ascensor.

También que la relación de las cargas de la estructura de cabina y estructura de contrapeso sea 1/1 es decir que sea directa, para lo cual la separación de la distancia entre el eje de la estructura de cabina y el eje de la estructura del contrapeso es de 700mm que será el diámetro de la polea de transmisión del motor.

Figura 3

Relación de las cargas



El dimensionamiento de la cabina 1200mm x 1040 mm (área de 1.25m^2) está dado por la norma técnica EM 70 del reglamento nacional de edificaciones en el año 2013 en donde determina el área mínima para la cantidad de personas determinadas (Tabla 2). La altura de la cabina es de 2.10m la norma técnica EN 81-1 considera la altura mínima de 2m.

Tabla 2

Área mínima de la cabina según número de pasajeros

Número de pasajeros	Área de la cabina (m^2)	
	Máximo	Mínimo
6	1.30	1.15
7	1.40	1.30
8	1.56	1.40
9	1.75	1.56
10	1.82	1.75

Nota. Fuente Norma EM.070 (2006)

El ducto del ascensor tendrá un pozo Pit de 1.30m de acuerdo a la normativa EM 70 lo cual se establece por la velocidad del ascensor (Tabla 3). Igualmente, el sobre recorrido del ascensor estará establecido de acuerdo a la norma EM70 lo cual se establece por la velocidad del ascensor (Tabla 4).

Tabla 3

Profundidad del pozo Pit

Para capacidad de cabina hasta 8 personas	
Velocidad (m/s)	Profundidad (m)
1	1.30
1.5	1.70
2	1.80

Nota. Fuente Norma EM.070 (2006)

Tabla 4

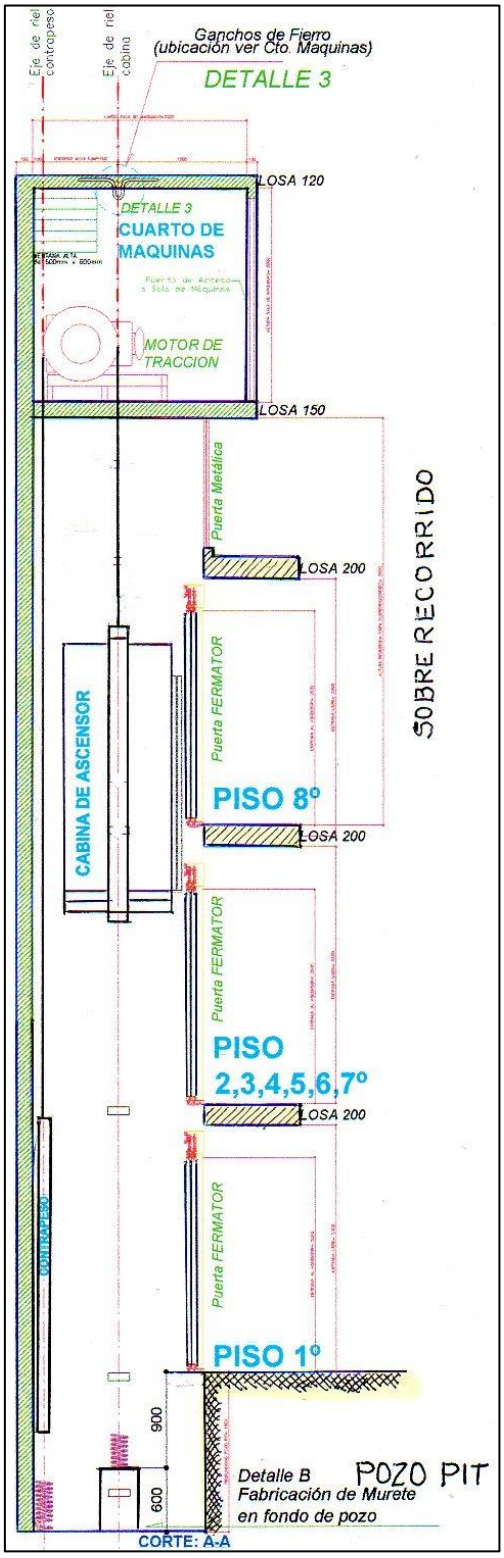
Altura del sobrerecorrido

Para capacidad de cabina hasta 8 personas	
Velocidad (m/s)	Altura (m)
1	4.00
1.5	4.60
2	5.00

Nota. Fuente Norma EM.070 (2006)

Figura 4

Ducto del ascensor con su pozo Pit y Sobrerecorrido



1.8.6.2. Estructura de funciones: Las funciones a realizar por el ascensor es el transporte de las personas de un nivel a otro nivel con la finalidad de cubrir sus necesidades cotidianas.

Para el transporte de las personas en el ascensor con un sistema seguro de diseño se tiene que tener en cuenta el análisis de las estructuras, componentes y el marco normativo a utilizar. Dentro de ello una serie de variables por determinar para realizar los cálculos necesarios.

Tenemos que cumplir el marco normativo local, así como las normativas a nivel internacional en el diseño para lograr un ascensor seguro.

Considerando ello se procede al diseño del ascensor cumpliendo las normativas exigidas y plasmar de acuerdo con la capacidad del ascensor los cálculos necesarios para el diseño de los componentes y evaluar la importación de los otros componentes de empresas certificadas,

1.8.6.3. Matriz morfológica: Para el diseño del ascensor se tomará en cuenta lo siguiente:

- **El motor** a utilizar será para ser instalado en ducto con sala de máquinas, por tanto, se considera un motor Asíncrono con la capacidad necesaria de acuerdo con la carga total.
- **La maniobra de control** será para ser instalado en ducto con sala de máquinas, por lo tanto, se escoge el modelo de maniobra fabricado con todas las programaciones de control y seguridad, numero de paradas y numero de acceso.
- **La cabina** del ascensor será de planchas de acero inoxidable calidad 304 de 1.5mm abarcando todas las paredes laterales y el falso techo, la base de la cabina con plancha ASTM36 y el techo de la cabina con plancha ASTM36.Se diseña de acuerdo con la carga útil.

- **La estructura de cabina y estructura de contrapeso** serán de acero ASTM36. La estructura de cabina es la que soporta la cabina con la carga útil y la estructura de contrapeso es la que soporta los contrapesos de concreto.
- **Cable de acero** del ascensor, viene a ser la cuerda que va montada en la polea del motor. Conecta la estructura de cabina con la estructura de contrapeso para el balanceo durante el desplazamiento del ascensor.
- **Tensores** del ascensor, son los que amarran los extremos del cable de acero tanto en la estructura de cabina, así como en la estructura de contrapeso.
- **El freno progresivo o paracaídas** se elige de acuerdo a la capacidad de carga y velocidad. Es la que actúa cuando el ascensor supera su velocidad de diseño actuando a través de cuñas para detener el desplazamiento del ascensor.
- **El limitador de velocidad o gobernador** se seleccionará de acuerdo a la capacidad de carga total y la velocidad. Controla que el ascensor en su desplazamiento no supere su velocidad de diseño.
- **Las guías** de los ascensores tanto para cabina y contrapeso son de acero ASTM36. Las guías son los rieles por donde se desplaza la cabina del ascensor y el contrapeso en el desplazamiento en forma separada, teniendo cada una sus propias guías.
- **Corredizas** de los ascensores tanto para la cabina y contrapeso, son accesorios que van montados en las guías de la cabina y en las guías del contrapeso.
- **Cortina luminosa** controla el acceso o salida del ascensor, permitiendo la apertura de las puertas mientras ingrese o salgue el pasajero.
- **Puerta de cabina** del ascensor, es la que va instalada en la misma cabina y viaja conjuntamente con ella durante el desplazamiento en el ducto.
- **Puerta de hall o pasillo** del ascensor, es la puerta fija que va instalada en todos los pasillos de los pisos del edificio.

- Todos los demás componentes como **pesacarga**, etc. serán seleccionados de acuerdo a sus datos técnicos para ser instalados dentro del ducto.

Tabla 5

Componentes para el diseño del ascensor - 1

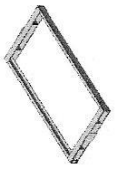
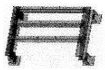
PARTES DEL ASCENSOR	FIGURA
CABINA: Material en acero inoxidable paredes laterales y falso techo .	
ESTRUCTURA DE CABINA	
ESTRUCTURA DE CONTRAPESO	
BLOQUE DE CONTRAPESO: Material de concreto con 210 kg/cm2.	
ESTRUCTURA DE MOTOR	
GUIAS DE CABINA	
GUIAS DE CONTRAPESO	

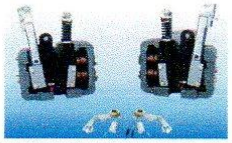
Tabla 6

Componentes para el diseño del ascensor – 2.

PARTES DEL ASCENSOR	FIGURA
MOTOR ELECTRICO: Asincrono para ascensor con cuarto de maquinas.	
MANIOBRA DE CONTROL: Hidra Crono para ascensor con cuarto de maquinas.	
PUERTAS DE CABINA : De dos hojas de apertura izquierda.	
PUERTAS DE HALL : De dos hojas de apertura izquierda.	
CABLES DE ACERO PARA MOTOR .	
CABLES DE ACERO PARA LIMITADOR DE VELOCIDAD.	
TENSORES PARA CABLES DE ACERO.	
CORREDIZAS DE CABINA.	

Tabla 7

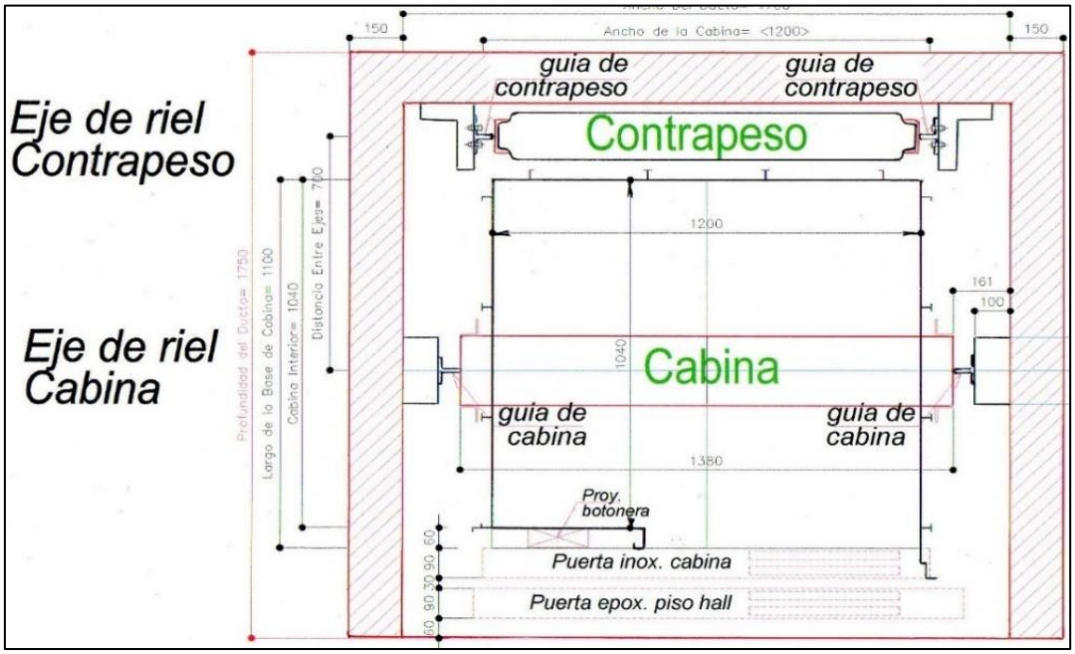
Componentes para el diseño del ascensor - 3.

PARTES DEL ASCENSOR	FIGURA
CORREDIZAS DE CONTRAPESO .	
LIMITADOR DE VELOCIDAD O GOBERNADOR	
PARACAIDAS O FRENO PROGRESIVO	
CORTINA LUMINOSA	
PESACARGA	
RESORTES HIDRAULICOS	

1.8.6.4. Concepto de solución óptima. Se escoge el sistema de diseño del ascensor de acuerdo a la figura 5 con el contrapeso a la espalda de la cabina o en otras palabras al fondo del ducto. Las medidas del ducto son de 1700mm de ancho con un fondo de 1600mm. y las medidas de la cabina son de 1200mm de ancho con 1040mm de fondo (fig.5).

Figura 5

Cabina 1200x1040 para 6 personas y su ubicación en el ducto.



1.8.6.5. Cálculo de número de personas a transportar. Para ello se utilizará la hoja de cálculo (Tabla 8) recomendada por el Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento en su norma A.120 “Accesibilidad Universal en edificaciones”.

Tabla 8

Cálculo del número de pasajeros del ascensor

PERÚ | Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento | Viceministerio de Construcción y Saneamiento | Dirección General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento | Dirección de Construcción

NORMA EM.070 TRANSPORTE MECÁNICO (2018)

CÁLCULO DE ASCENSORES PARA EDIFICIOS RESIDENCIALES MULTIFAMILIARES (ÚNICO USO)

Fecha :										
Nombre del Proyecto :										
Ubicación del Proyecto :	Calle / Número:									
	Distrito:		Provincia:			Departamento:				
Datos del proyectista :	Nombre:		Profesión:			N° colegiatura:				
1	Población total del proyecto (número total de personas). No considerar la población del primer nivel o nivel de ingreso principal ni los sótanos.	192.00								
2	Población a transportar en cinco minutos (Número mínimo de personas)	11.52	6%	*% Capacidad de transporte en 5 minutos segun norma*						
3	Intervalo de espera máximo (segundos)	90		*Intervalo de espera maximo segun norma*						
DISEÑO DE ASCENSORES PARA EL PROYECTO										**TOTAL**
4	Cantidad de Ascensores	1								1
5	Número de pasajeros por ascensor (capacidad nominal)	6								
6	Capacidad útil de pasajeros (80% de la capacidad nominal)	4.8								
7	Número de plantas del proyecto (incluir todos los niveles y sótanos).	8								
8	Distancia vertical total del proyecto (metros). Desde nivel de piso terminado más bajo (por ejemplo, último sótano) hasta el último nivel de piso terminado más alto (por ejemplo, azotea).	20.5								
9	Velocidad nominal del ascensor (m/s) según fabricante	1.00								
10	Tipo de Puerta	Lateral								
11	Dimensiones de Puerta (metros)	0.80								
RESULTADOS										
12	Intervalo de espera del proyecto (segundos)	**88.85**		**Sí cumple con la norma**						**88.85**
13	Población a transportar en 5 minutos del proyecto (N° de personas)	**16.21**		**Sí cumple con la norma**						**16.21**
Nota:	Comparar los resultados del cálculo (celdas 12 y 13) con los dos requisitos a cumplir establecidos en la norma (celdas 2 y 3). En caso no cumplir los dos requisitos a la vez, se debe recalcular el diseño con nuevos datos, como cantidad de ascensores, capacidad nominal, entre otros.									

EM07-HOJA-CALCULO -2021 X44909036-v1.0

Nota Fuente: Norma técnica A.120 “accesibilidad Universal de edificaciones”-2019

CAPITULO II

Marco teórico y marco conceptual

2.1. Marco teórico

La vida cotidiana nos induce a tener cada día una calidad de vida mejor, sobre la base de aprovechamiento de los avances de la tecnología en sus momentos.

Hoy en día en vista del crecimiento vertical de las viviendas por el crecimiento de la población y el uso adecuado de los espacios hace necesario el uso de ascensores.

Existen varios tipos de ascensores que se eligen de acuerdo a las necesidades y uso. La optimización de capacidad de los ascensores esta normado en donde se contempla el tráfico usual.

Existen dos tipos de ascensores:

2.1.1. Ascensores eléctricos

También llamados electromecánicos, accionado por un motor eléctrico unido a una polea de tracción que transfiere el movimiento a los cables de acero que suspenden la cabina.

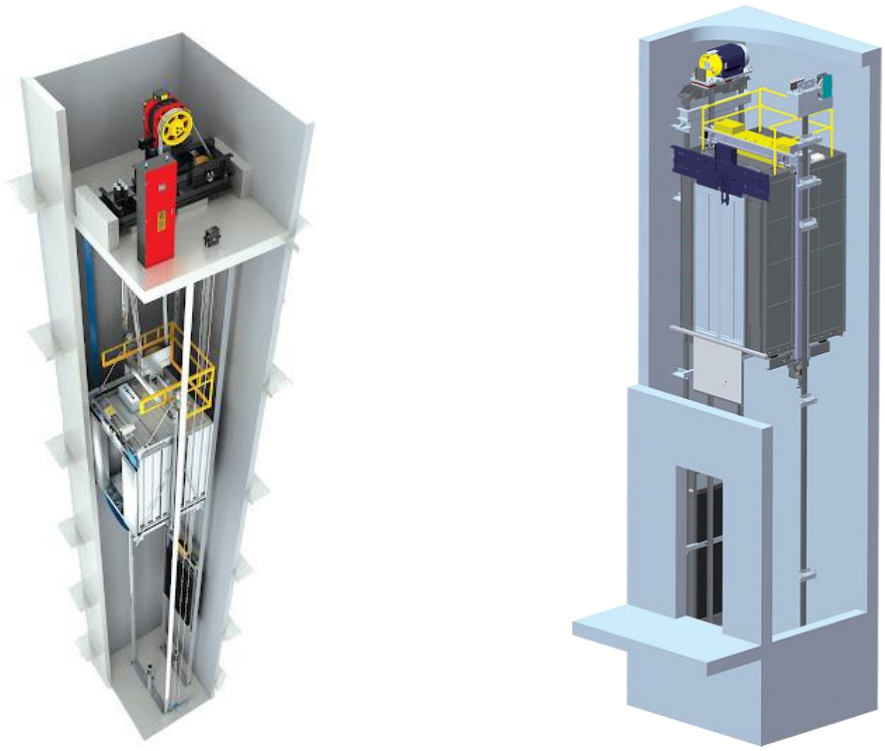
El movimiento se transmite de la maquina (motor eléctrico) a la cabina a través de la fricción mecánica entre una polea acanalada según una geometría adecuada, que es solidaria a la maquina y unos cables metálicos que suspenden la cabina. En el extremo opuesto a la cabina, los cables suspenden un contrapeso cuyo principal cometido es equilibrar parcialmente el peso de la cabina con el consiguiente ahorro de energía.

Los ascensores eléctricos pueden ser:

- Con cuarto de máquinas, son aquellas que llevan al final del ducto superior del ascensor un cuarto para la ubicación del motor y maniobra de control.
- Sin cuarto de máquinas, son aquellas que dentro del ducto superior se ubican el motor y fuera de ella la maniobra de control. El motor va ubicado al final de las guías, sobre una base.

Figura 6

Ascensor eléctrico con y sin cuarto de máquinas



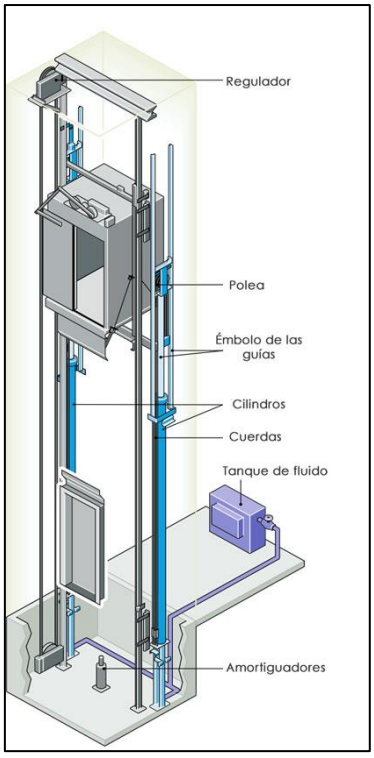
Nota. Fuente Fuji elevator Co. Ltd. Y BTL elevadores 2023

2.1.2. Ascensores hidráulicos

Son impulsados por una central hidráulica que acciona un pistón unido directamente a la cabina o a través de cables de acero. El movimiento se transmite a la cabina directamente desde el pistón(embolo), de modo que la velocidad de extensión y el recorrido total del pistón son los mismos que de la cabina (Fig.7).

Figura 7

Ascensor hidráulico.



Nota. Fuente Inelsa Zener - Zaragoza- 2023

2.2. Marco conceptual

a) **Norma técnica:** Conjunto de conceptos normativos que se deben de tener en cuenta para el diseño de los ascensores de transporte de personas.

b) **Ascensor eléctrico**: Unidad de transporte vertical utilizado en las construcciones de edificios y llevan motor eléctrico para la tracción de los cables de la cabina del ascensor.

c) **Cabina de ascensor**: Estructura metálica con cabina para alojar personas a transportar y está limitado por su capacidad útil determinada en su diseño. La cabina alojada en una estructura metálica va sujeta a cables de acero soportada por la polea del motor eléctrico.

d) **Contrapeso de ascensor**: Estructura metálica que aloja las pesas de concreto para equilibrar el peso de la cabina y aliviar la carga del motor eléctrico. Está sujeta por cables de acero soportada por la polea del motor eléctrico.

e) **Capacidad de carga:** Es la máxima capacidad útil (# de pasajeros) que transporta el ascensor, considerando 75 kg por persona.

f) **Cuarto de máquinas:** Es el cuarto techado, ubicado en la parte superior del ducto del ascensor, es donde se instala el motor eléctrico, la maniobra de control y el limitador de velocidad o gobernador.

g) **Pozo Pit:** Es el espacio ubicado en la parte inferior del ducto y por debajo del nivel del primer piso. Ahí se ubican los resortes hidráulicos y contrapeso del limitador de velocidad o gobernador. Es considerado como un recorrido adicional para amortiguar su desplazamiento en una emergencia.

h) **Sobrerecorrido:** Es el espacio libre desde del último piso(azotea) hasta la parte inferior de la sala de máquinas. Es considerado como un recorrido adicional que limita su desplazamiento en caso de subida con los finales de carrera, cortando el fluido eléctrico en una emergencia.

i) **Motor eléctrico:** Generador de la potencia suficiente para accionar el movimiento vertical de la cabina a través de los cables de acero dentro del ducto.

j) **Limitador de velocidad o gobernador:** Equipo de control de la velocidad del ascensor que acciona automáticamente cuando supera su velocidad de diseño para el cual ha sido programado. Al accionarse cumple la función de paralizar el desplazamiento del ascensor.

k) **Maniobra de control:** Cuadro de automatización del movimiento del ascensor. Equipo de mando que controla todas las seguridades del ascensor y el accionamiento del motor. Es el “cerebro” del ascensor.

CAPITULO III

Desarrollo del trabajo de investigación

3.1. Cálculo de estructura para soporte de motor

3.1.1. Cálculo del peso que soporta la estructura del motor

Para el cálculo del peso que soporta la estructura del motor se considera el peso de la cabina, el peso de la carga útil y por recomendación de Miravete y Larroudé (1998, p.83), se considera el peso del contrapeso y el peso del motor. También recomienda considerar un factor de seguridad de 5.

P	Peso que soporta estructura
P_c	Peso de la cabina = 550kg (Según Norma europea EN-81)
Q_u	Cara útil (6 pasajeros) = 450 kg
P_{motor}	Peso del motor = 240 kg
$P_{contrapeso}$	Peso del contrapeso = 775kg
f_s	Factor de seguridad = 5

$$P = (P_C + Q_u + P_{contrapeso} + P_{motor})9.8m/s^2 \times f_s \quad (1)$$

$$P = (550\ kg + 450\ kg + 775\ kg + 240\ kg)9.8m/s^2 \times 5$$

$$P = 98.735N$$

Se indica en la Fig.8 la forma de la estructura y en la Fig.9 la posición del motor.

Figura 8

Estructura soporte de motor

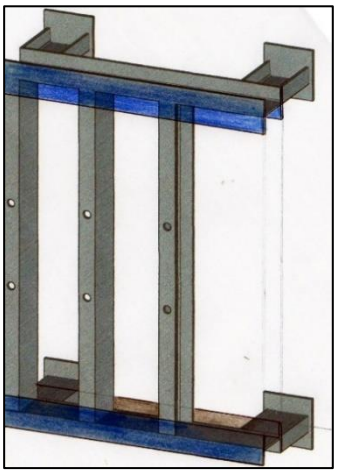


Figura 9

Posición del Motor de ascensor

Nota. Fuente Condominio Torres del Campo- Comas (2016)

3.1.2. Cálculo estático de la estructura del motor

Se considera la viga como elemento empotrado por ambos extremos y la fuerza resultante producida se ubicó al centro de dicho tramo por la posición de los cables de tracción que están ubicados en esa posición. Se considera 2 vigas para este soporte por lo que la fuerza total será dividida entre dos, considerando también una longitud de viga de 1.50 m.

l_{viga} = Longitud de la viga = 1.5 m

Cargas en los extremos

$$F_{viga} = \frac{F}{2} = \frac{98.735N}{2} = 49{,}367.50N \quad (2)$$

$$R_A = \frac{F_{viga}}{2} = \frac{49{,}367.50N}{2} = 24{,}683.75N \quad (3)$$

Momento flector

$$M_A = \frac{F_{viga} \times l_{viga}}{8} = \frac{49{,}367.50N \times 1.50m}{8} = 9{,}250.40\ N - m \quad (4)$$

Momento máximo

$$Z = \frac{l_{viga}}{2} = \frac{1.50m}{2} = 0.75m \quad (5)$$

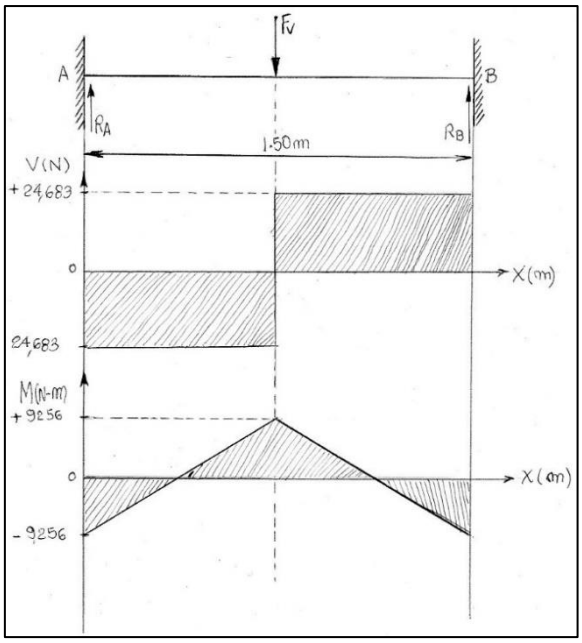
$$M_{max} = \frac{F_{viga}(3 \times l_{viga} - 4Z)}{8} = \frac{49{,}367.50N(3 \times 1.50m - 4 \times 0.75m)}{8} \quad (6)$$

$$M_{max} = 9{,}256.40\ N - m$$

Se indica en la Fig.10 el diagrama de fuerzas y momentos de la viga del motor.

Figura 10

Diagrama de fuerza cortante y momento flector de viga del motor



3.1.3. Selección del perfil HEB

Con la ecuación de esfuerzo, calculamos el modulo W_x

$$\sigma_{critico} = \frac{M_{MAX}}{W_x} \leq \sigma_{amisible} \quad (7)$$

$$W_x = \frac{M_{MAX}}{\sigma_{admisible}} \quad (8)$$

$\sigma_{admisible}$ = Esfuerzo admisible de acero ASTM 36=245 Mpa = 2450x 10^5 N/m^2

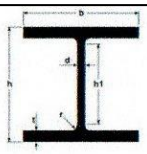
$$W_x = \frac{9{,}256.40\ \text{N-m}}{245000000\ \text{N}/m^2} = 3.778\text{x}\ 10^{-5}\ m^3 = 37.78\ cm^3$$

Se selecciona el **perfil HEB 100** de la tabla 9, que es el más adecuado.

Tabla 9

Características de perfil HEB 100

H.E.B.	Dimensiones				Sección	Peso	Valores estáticos			
	h	b	d	t	F	g	Jx	Jy	Wx	Wy
	mm	mm	mm	mm	cm²	kg/m	cm4	cm4	cm³	cm³
100	100	100	6.0	10.0	26.0	20.40	450	167.0	89.9	33.5
120	120	120	6.5	11.0	34.0	26.70	864	318.0	144.0	52.9
140	140	140	7.0	12.0	43.0	33.70	1510	550.0	216.0	78.5
160	160	160	8.0	13.0	54.3	42.60	2490	889.0	311.0	111.0
180	180	180	8.5	14.0	65.3	51.20	3830	1360.0	426.0	151.0
200	200	200	9.0	15.0	78	61.30	5900	2000.0	570.0	200.0
220	220	220	9.5	16.0	91.0	71.50	8090	2840.0	736.0	258.0
240	240	240	10.0	17.0	106.0	83.20	11260	3920.0	938.0	327.0
260	260	260	10.0	17.5	118.0	93.00	14920	5130.0	1150.0	395.0
280	280	280	10.5	18.0	131.0	103.00	19270	6590.0	1380.0	471.0
300	300	300	11.0	19.0	149.0	117.00	25170	8560.0	1680.0	571.0
320	320	300	11.5	20.5	161.0	127.00	30820	9240.0	1930.0	616.0
340	340	300	12.0	21.5	171.0	134.00	36650	9690.0	2160.0	646.0
360	360	300	12.5	22.5	181.0	142.00	43190	10140.0	2400.0	676.0
400	400	300	13.5	24.0	198.0	155.00	57680	10820.0	2880.0	721.0
450	450	300	14.0	26.0	218.0	171.00	79890	11720.0	3550.0	781.0
500	500	300	14.5	28.0	239.0	187.00	107200	12620.0	4290.0	842.0
550	550	300	15.0	29.0	254.0	199.00	136700	13080.0	4970.0	872.0
600	600	300	15.5	30.0	270.0	212.00	171000	13530.0	5700.0	902.0
650	650	300	16.0	31.0	286.0	223.00	216000	13960.0	6480.0	932.0
700	700	300	17.0	32.0	306.0	241.00	256900	14440.0	7340.0	963.0
800	800	300	17.5	33.0	334.0	262.00	359100	14900.0	8980.0	994.0
900	900	300	18.5	35.0	371.0	291.00	494100	15620.0	10960.0	1050.0
1000	1000	300	19.0	36.0	400.0	314.00	644700	16280.0	12890.0	1090.0



Nota. Fuente GRAMABI SRL Lomas del Mirador-Buenos Aires -Argentina -2023

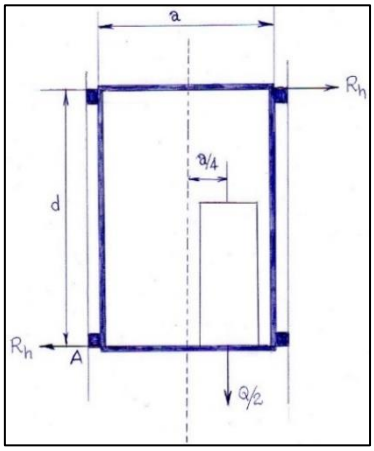
3.2. Cálculo de las guías

3.2.1. Cálculo considerando el apoyo de la estructura de cabina

La excentricidad que produce la carga de la estructura de cabina da el empuje horizontal por lo que utilizaremos el método que propone Miravete y Larroudé (1998, p.155). En la Fig.11 se ilustra el diagrama de cuerpo libre para analizar las guías, desarrollando los momentos en el punto A y obtener la fuerza de reacción.

Figura 11

Diagrama del empuje horizontal de las guías



Nota. Fuente Miravete, Antonio y Larroudé, Emilio .1998. *elevadores: Principios e innovaciones. Editorial Reverte S.A.*

$\sum M = F_1 \times d_1 + F_2 \times d_2 + F_3 \times d_3 + \ldots\ldots$

$$R_h \times d = \frac{Q \times a}{2 \times 4} \qquad (9)$$

$$R_h = \frac{Q \times a}{8\ d}$$

Q= carga útil=450Kg=4140N

a=ancho del bastidor de cabina=1.3m

d=altura del bastidor de cabina=3m

$$R_h = \frac{4410N \times 1.3m}{8 \times 3m} = 238.87\ N$$

Según Miravete y Larroudé (1998, p.156), la flecha máxima de la guía deberá ser 3 mm para lo cual da la siguiente fórmula para realizar el cálculo.

$$f = \frac{R_h \times l_k^3}{48 \times E \times I_t} \qquad (10)$$

E módulo de elasticidad = 210,000 Mpa (21×10^{10} N/m²)

R_h empuje horizontal=238.87 N

l_k tramo limitado por los anclajes de las guías =2.40m

I_t momento transversal del perfil de las guías

Asumimos el perfil T90/B de la tabla 10 adjunta.

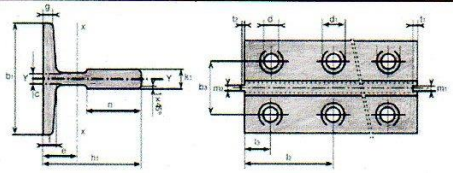
Tabla 10

Características de las guías de cabina

机加工导轨-B级 Machined Guide Rails-B Class
符合 ISO7465 标准，适应电梯运行速度<1.6m/s
Complying with ISO7465 standard,suitable for lifts with speed lower than 1.6m/s.

规格 mm Dimensions(mm)

名称 Designation	b_1	h	h_1	k	n	c	f	g	r_2	m_1	m_2	t_1	t_2	l	l_3	l_2	b_3	d	d_1
	公差 Tolerance																		
	±1.5	±0.1	±0.75	+0.1	+3		±0.75	±0.75		+0.06	−0.06	±0.1	±0.1	+3	±0.2	±0.2	±0.2		
T70-1/B	70	64	65	9	34	6	8	6	1.5	3	2.95	3.5	3	128	25	105	42	13	26
T75-3/B	75	61	62	10	30	8	9	7	3	3	2.95	3.5	3	123	30	90	43	13	26
T78/B	78	55	56	10	26	7	8.5	6	2.5	3	2.95	3.5	3	123	30	90	43	13	26
T82/B	82.5	66.6	68.25	9	25.4	7.5	8.25	6	3	3	2.95	3.5	3	111	27	81	50.8	13	26
T82-3/B	82	61	62	15.88	30	8	8.5	6	2.5	3	2.95	3.5	3	156	38.1	114.3	50	13	26
T89-1/B	89	61	62	15.88	33.4	8	9	7	3	4	3.97	4.5	4	156	38.1	114.3	57.2	13	26
T89/B	89	61	62	16	34	10	11.1	7.9	3	6.4	6.37	7.14	6.35	156	38.1	114.3	57.2	13	26
T90/B	90	74	75	16	42	10	10	8	4	6.4	6.37	7.14	6.35	156	38.1	114.3	57.2	13	26
T114/B	114	88	89	16	38	9.5	11	8	4	6.4	6.37	7.14	6.35	156	38.1	114.3	74	17	33
T125/B	125	81	82	16	42	10	12	8	4	6.4	6.37	7.14	6.35	156	38.1	114.3	79.4	17	33
T127-1/B	127	88	89	16	45	10	11	8	4	6.4	6.37	7.14	6.35	156	38.1	114.3	79.4	17	33
T127-2/B	127	88	89	16	51	10	15.9	12.7	5	6.4	6.37	7.14	6.35	156	38.1	114.3	79.4	17	33
T140-1/B	140	107	108	19	51	12.7	15.9	12.7	5	6.4	6.37	7.14	6.35	193	31.8	152.4	92.1	21	40
T140-2/B	140	101	102	28.6	51	17.5	17.5	14.5	5	6.4	6.37	7.14	6.35	193	31.8	152.4	92.1	21	40
T140-3/B	140	126	127	31.75	57	19	25.4	17.5	5	6.4	6.37	7.14	6.35	193	31.8	152.4	92.1	21	40



技术特性 Technical Characteristics

名称 Designation	S	Q_1	ε	I_{x-x}	W_{x-x}	i_{x-x}	I_{y-y}	W_{y-y}	i_{y-y}
	cm^2	Kg/m	cm	cm^4	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm
T70-1/B	9.51	7.47	2.04	41.30	9.24	2.09	18.65	5.35	1.40
T75-3/B	10.91	8.56	1.86	40.29	9.29	1.92	26.47	7.06	1.56
T78/B	9.85	7.73	1.65	29.92	7.56	1.74	26.39	6.77	1.64
T82/B	10.91	8.54	2.00	49.31	10.27	2.13	30.17	7.36	1.66
T89/B	15.77	12.38	2.03	59.83	14.35	1.95	52.41	11.78	1.82
T90/B	17.25	13.54	2.61	102.00	20.86	2.43	52.48	11.66	1.74
T114/B	20.89	16.40	2.87	179.30	29.70	2.93	108.60	19.05	2.28
T125/B	22.82	17.91	2.43	151.00	26.16	2.57	159.10	25.46	2.64
T127-1/B	22.74	17.85	2.77	187.90	30.65	3.07	149.90	23.61	2.36
T127-2/B	28.72	22.55	2.48	201.70	31.17	2.64	229.90	36.20	2.83
T140-1/B	35.15	27.59	3.24	403.30	53.32	3.39	309.70	44.24	2.97
T140-2/B	43.21	33.92	3.48	456.70	69.01	3.25	358.20	51.18	2.88
T140-3/B	57.52	45.15	4.42	947.50	114.40	4.06	466.70	66.67	2.85

Nota. Fuente Beijing ZX World corp. China-2023

Remplazamos:

$$f = \frac{238.87N \times (2.5m)^3}{48 \times 21 \times 10^{10}\ N/m^2 \times 1.02 \times 10^{-6}\ m^4}$$

f =0.00037 m

f =0.37mm

La flecha se encuentra dentro de lo permitido al ser menor de 3 mm.

3.2.2. Cálculo considerando el esfuerzo de frenado en los apoyos.

Miravete y Larroudé (1998, p.158), nos brinda la ecuación para el cálculo del esfuerzo de frenado ($R_{v'}$) en los apoyos de la guía.

$R_{v'}$ esfuerzo de frenado

R_v esfuerzo

m_g peso de la guía por peso lineal de la tabla 2 = 13.5 kg/m

l_k longitud comprendida entre dos apoyos de guía = 2.50m

Q_u carga útil =450 Kg.

Q_c peso de la cabina vacía =550Kg

I_t momento transversal del perfil T90/B de las guías = 102 cm^4 = 1.02 x 10^{-6} m^4

$R_v = m_g$ x l_k +1.75 (Q_u + Q_c) (11)

R_v = 13.50 kg/m x 2.50m x 9.81 m/s² + 1.75(450 kg + 550 kg) 9.81m/s²

R_v = 17,498.25 N

Calculando el esfuerzo de frenado (R_v)

Se calcula considerando el esfuerzo soportado por las guías comprimidas como una barra a compresión, calculando la resistencia como barras comprimidas en tramos de longitud entre dos apoyos consecutivos y libremente articulados en los extremos por ello se aplica la formula correspondiente de Euler, mencionado por Miravete y Larroudé (1998, p.160).

$R_{v'} = \frac{\pi^2 \text{ x E x } I_t}{l_k^2}$ (12)

$R_{v'} = \frac{\pi^2 \text{x } 21\text{x } 10^{10} \text{ N/m}^2 \text{ x} 1.02 \text{ x } 10^{-6}\ m^4}{(2.5\text{m})^2}$ = 338,252.66 N

Miravete y Larroudé (1998, p.169), considera que para los esfuerzos de flexión debe considerar un factor de seguridad mayor a 10, por lo que da la siguiente ecuación.

$C_s = R_{v'}/R_v > 10$ (13)

$C_s = \frac{338{,}252.66}{17{,}498.25} = 19.33$

Este valor asegura que la guía T90/B cumple con lo exigido y se podrá utilizar en el diseño del ascensor.

3.2.3. *Cálculo de guías de contrapeso*

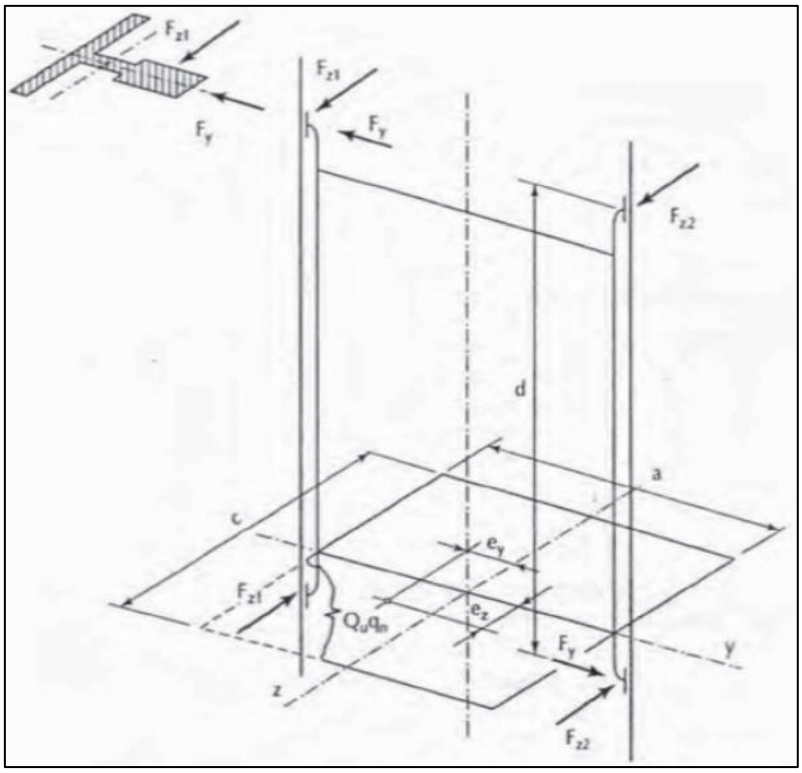
Se consideran los mismos cálculos para determinar las guías de contrapeso. Por lo tanto, las guías del contrapeso serán las mismas, perfil T90/B.

3.2.4. *Cálculo de cargas en las guías*

Miravete y Larroudé (1998, p.163), nos muestra la Fig. 12 que se ve las fuerzas que actúan sobre la guía.

Figura 12

Diagrama de cuerpo libre de Fuerzas sobre las guías en frenado



Nota. Fuente elevadores principios e innovaciones (Miravete, Antonio y Larroudé, Emilio ,1998)

Cálculo de las reacciones

Según Miravete y Larroudé (1998, p.163), las reacciones se calculan mediante la siguiente expresión:

$$F_y = \frac{Q \times g_n \times e_y}{h} \qquad (14)$$

Q = carga útil =450kg

g_n = gravedad = 9.8 m/s^2

e_y = longitud del ancho 1.30m del bastidor dividido entre 3 = 0.43m

h = altura del bastidor =3m

F_y = 450kg x 9.81 m/s^2 x0.43m / 3m = 632.74 N

F_{z1} = Q x g_n x e_z (b + 2 e_z) / 2h b (15)

F_{z1} = 450kg x 9.81 m/s^2 x 0.43m (1.3m + 2 x 0.43m) / 2 x3m x 1.30m = 525.66 N

F_{z2}= Q x g_n x e_z (b – 2 e_z) / 2hb (16)

F_{z2} = 450 kg x 9.81 m/s^2 x 0.43 m (1.3m - 2 x 0.43m) / 2x 3m x1.30 m = 107.07 N

Se calculan las flechas para cada superposición.

f_1 = F_y x l_k^3 / 48 x E x I_t (17)

f_1 = 632.74 N x $(3m)^3$ / 48 x 21 x 10^{10} N/m^2 x 1.02 x $10^{-6}m^4$ = 0.0016m

f_2 = F_{z1} x l_k^3 / 48 x E x I_t (18)

f_2 = 525.66 N x $(3m)^3$ / 48 x 21 x 10^{10} N/m^2 x 1.02 x $10^{-6}m^4$ = 0.0013m

f_3 = F_{z2} x l_k^3 / 48 x E x I_t (19)

f_3 = 107.07 N x $(3m)^3$ / 48 x 21 x 10^{10} N/m^2 x 1.02 x $10^{-6}m^4$ = 0.00028m

Sumando el resultado de las flechas

$\sum f_n = f_1 + f_2 + f_3$ = 0.0016 m+ 0.0013 m + 0.00028 m = 0.0030m = 3mm

Cumple con el valor máximo que propone la Norma Europea EN81-1 y lo recomendado por Miravete y Larroudé (1998, p.156).

3.3. Diseño del bastidor o estructura de cabina.

Se utilizará para el diseño del bastidor según la Fig.13 conformado por perfiles UPN de acero ASTM A36.

Figura 13

Estructura de cabina

3.3.1. Dimensiones del bastidor o estructura de cabina

Se opto por una longitud de bastidor de 1.30m de largo, usando cuatro perfiles UPN de los cuales dos para las vigas superiores y dos para las vigas inferiores.

La norma europea EN81-1 recomienda una altura mínima de 2m para la cabina, por lo que se considera la altura del bastidor de cabina de 3 m.

3.3.2. Cálculo del coeficiente de actuación del paracaídas o freno progresivo

El coeficiente de seguridad φ es un factor adimensional que tiene que ver con la actuación del paracaídas, mencionado en el trabajo de investigación de Pinto (2021, p.74) que indica la siguiente formula:

$$\varphi = 1 + \frac{a}{g} \qquad (20)$$

Para el cálculo de la aceleración “a” la norma europea EN81-1 recomienda una fórmula que relaciona este parámetro con un coeficiente c_1 igual a 1.15 para ascensores de velocidades entre 0.63 m/s y 1 m/s.

$$c_1 = \frac{9.81\ m/s^2 + a}{9.81\ m/s^2 - a} \qquad (21)$$

Despejando “a” se obtiene:

$$a = \frac{c \times 9.81\ m/s^2 - 9.81\ m/s^2}{c + 1} \quad (22)$$

$$a = \frac{1.15 \times 9.81\ m/s^2 - 9.81\ m/s^2}{1.15 + 1}$$

$$a = 0.684\ m/s^2$$

En la Tabla 11, la norma europea EN81-1 nos indica los valores de actuación de los reguladores de velocidad ante el incremento de este.

Tabla 11

Velocidades a la que actúa el limitador de velocidad

Velocidad nominal en m/s (Vn)	% aumento Vn actuación	Vn actuación
0-0,50	50%	0,75
0,60	50%	0,90
0,65	50%	0,97
0,70	50%	1,05
0,80	40%	1,12
1,00	40%	1,40
1,20	40%	1,68
1,25	40%	1,75
1,50	40%	2,10
1,60	35%	2,16
1,75	35%	2,35
2,00	35%	2,70
2,50	30%	3,75
3,00	30%	3,90
3,50	30%	4,55
4,00	30%	5,20
4,50	30%	5,85
5,00	30%	6,50
5,50	30%	7,50
6,00	30%	7,80

Nota. Fuente Norma Europea EN81-1(Norma Europea UNE -EN 81-1,2001)

De acuerdo a la fórmula de la aceleración y considerando el frenado se obtiene el tiempo que demora en detenerse la cabina.

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t} \quad (23)$$

v_2 velocidad final = 0

v_1 velocidad mediante el cual se activa el paracaídas ver tabla =1.4 m/s

t tiempo que demora en detenerse la cabina.

$$t = \frac{v_2 - v_1}{a} \quad (24)$$

$$t = \frac{0 - 1.4\ m/s}{0.684\ m/s^2} = 2s$$

Luego:

$$\varphi = 1 + \frac{0.684\ \text{m}/s^2}{9.81\ \text{m}/s^2} = 1.07$$

3.3.3. Cálculo de peso real de cabina (caja de acero más bastidor)

Cálculo de las vigas del bastidor considerando el peso real de la cabina y la carga útil considerando ello como una carga distribuida.

En la Fig. 14 se muestra el diseño de la cabina real del ascensor que está conformado por planchas laterales y plancha en falso techo, con acero inoxidable satinado de calidad 304. Las planchas laterales están conformadas mayormente por paneles de 1.5mmx 300mmx 2300mm con un doblez de 15mm en sus cuatro lados. El falso techo de acero inoxidable de la cabina tiene medidas de 1.5mm x 1040mmx 1200mm con un doblez de 20mm en sus cuatro lados. El peso específico del acero inoxidable es de 7900kg/m3

El piso es de Plancha de acero ASTM 36 de 3mm de espesor y el techo es de plancha de acero ASTM 36 de 2.5mm de espesor. El peso específico de acero ASTM 36 es de 7850kg/m3.

La plancha de acero ASTM 36 del piso de la cabina tiene la medida de 3mmx 1100mmx1200mm con un doblez de 100mm en sus cuatro lados reforzado con 3 ángulos de 1/8”x 1 ½”x 1 ½” con una longitud de 1100mm espaciado en su área y compartido.

La plancha de acero ASTM 36 del techo de la cabina tiene la medida de 2.5mmx 1100mm x 1200mm con un doblez de 30mm en sus cuatro lados reforzado con 3 canales tipo “C” de 1/8”x 4”x 2” con una longitud de 1100mm espaciado en su área y compartido. La altura interior final de la cabina del ascensor es de 2.15m luego del armado con pernos.

El peso real de la caja metálica de la cabina es de:

- Peso de las planchas laterales en acero inoxidable de 1.5mm de espesor =110 kg
- Peso de la plancha del falso techo en acero inoxidable de 1.5mm de espesor = 14Kg
- Peso de la base o piso en acero ASTM 36 de 3mmde espesor =45 kg

- Peso de los 4 refuerzos en la base o piso en acero ASTM 36 de 3mm espesor = 22 kg
- Peso del techo en acero ASTM 36 de 2.5mm de espesor = 31 kg
- Peso de los 3 refuerzos en el techo en acero ASTM 36 de 3mm de espesor = 8 kg

Haciendo un total de 230 kg por lo que se considera para el cálculo 250kg.

Figura 14

Cabina del ascensor para 6 pasajeros

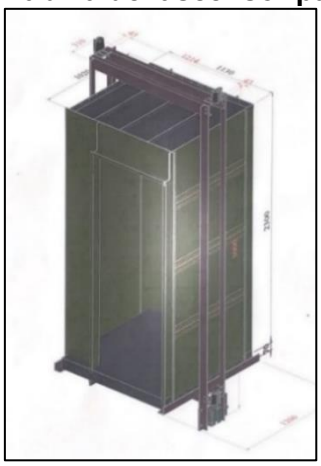


Figura 15

Medidas de los paneles de cabina en acero inoxidable C 304

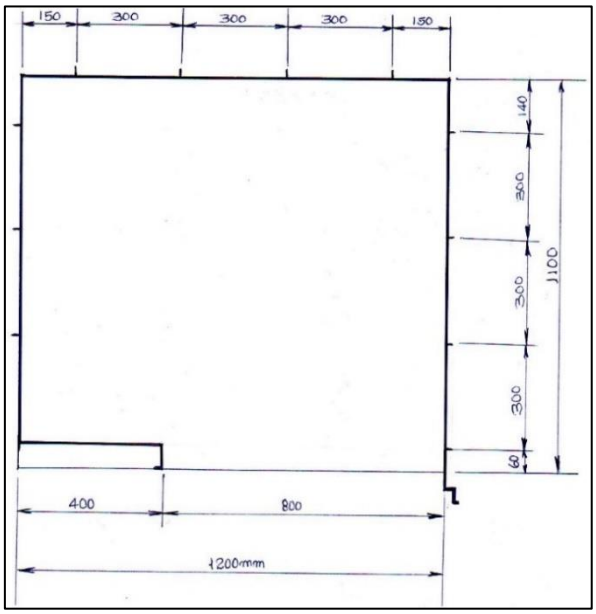
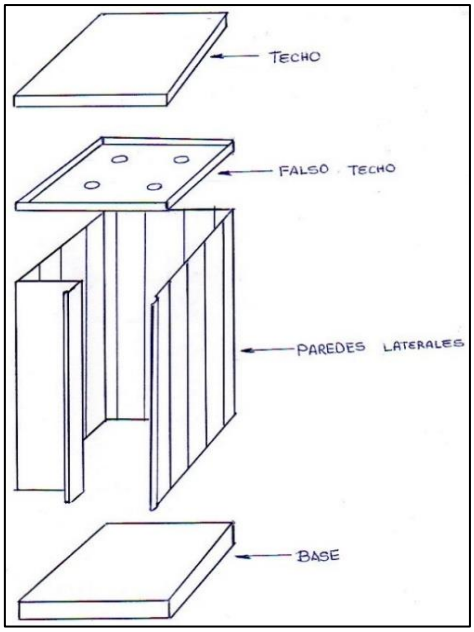


Figura 16

Componentes de la cabina del ascensor



Pr = Peso real de caja de cabina sin bastidor = 250kg (acero inoxidable calidad 304 y acero ASTM 36).

Cu = carga útil = 450kg (6 personas).

f_s = factor de seguridad (según Norma Europea EN 81) = 7.

l = longitud de la viga =1.30m

φ = coeficiente de seguridad por actuación del paracaídas = 1.07

q = carga distribuida sobre la viga inferior.

$$q = \frac{(P_r + C_u)9.81\ m/s^2 \times f_s \times \varphi}{l} \qquad (25)$$

$$q = \frac{(250kg + 450kg)\ 9.8\ m/s^2 x7 \times 1.07}{1.3m}$$

q= 39,564.48 N/m

Reacciones en los extremos

$$R_A = \frac{q \times l}{2} \qquad (26)$$

$$R_A = \frac{39{,}564.48\ N/m \times 1.3\ m}{2} = 25{,}716.91\ N$$

Momento flector

M_A=q x l² (27)
12

M_A=39,564.48 N/m (1.3m) ² = 5,571.99N-m
12

Momento Máximo

M_{MAX} = q l^2 = 39564.48 N/m (1.3m) ² = 2,785.99 N-m (28)
24 24

Cálculo del módulo W_x

W_x=M_a (29)
$\sigma_{admisible}$

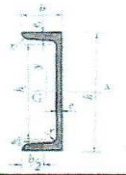
W_x=5,571.99 N-m = 2.27x 10^{-5} m³ =22.7 cm³
245000000N/m

Con el módulo W_x igual a 22.7 cm³ y acorde a la tabla 12 se seleccionó el perfil UPN 100.

Tabla 12

Características de perfil UPN 100

UPN (Sección bruta)



A = Área de la sección

I = Momento de Inercia

W = Módulo resistente

i = √(I/A) = Radio de giro

u = Superficie lateral por metro lineal

UPN	Dimensiones (mm)						Sección	Peso	Referido eje x-x			Referido eje y-y			u	UPN
	h	b	e	e1=r	r1	h1	A(cm2)	P(Kg/m)	ix(cm4)	Wx(cm3)	ix(cm)	Iy(cm4)	Wy(cm3)	iy(cm)	m2/m	
80	80	45	6.0	8.0	4.0	48	11.0	8.64	106	26.5	3.10	19.4	8.36	1.33	0.312	80
100	100	50	6.0	8.5	4.5	64	13.5	10.6	206	41.2	3.91	29.3	8.49	1.47	0.372	100
120	120	55	7.0	9.0	4.5	82	17.0	13.4	364	60.7	4.62	43.2	11.1	1.59	0.434	120
140	140	60	7.0	10.0	5.0	96	20.4	16.0	605	86.4	5.45	62.7	14.8	1.75	0.489	140
160	160	65	7.5	10.5	5.5	115	24.0	18.8	925	116	6.21	85.3	18.3	1.89	0.546	160
180	180	70	8.0	11.0	5.5	133	28.0	22.0	1350	150	6.95	114	22.4	2.02	0.611	180
200	200	75	8.5	11.5	6.0	151	32.2	25.3	1910	191	7.70	148	27.0	2.14	0.661	200
220	220	80	9.0	12.5	6.5	167	37.4	29.4	2690	245	8.48	197	33.6	2.30	0.718	220
240	240	85	9.5	13.0	6.5	184	42.3	33.2	3600	300	9.22	248	39.6	2.42	0.775	240
260	260	90	10.0	14.0	7.0	200	48.3	37.9	4820	371	9.99	317	47.7	2.56	0.834	260
280	280	95	10.0	15.0	7.5	216	53.3	41.8	6280	448	10.9	399	57.2	2.74	0.890	280
300	300	100	10.0	16.0	8.0	232	58.8	46.2	8030	535	11.7	495	67.8	2.90	0.950	300
320	320	100	14.0	17.5	8.8	248	75.8	59.5	10870	679	12.1	597	80.6	2.81	0.982	320
350	350	100	14.0	16.0	8.0	282	77.3	60.6	12840	734	12.9	570	75.0	2.72	1.047	350
380	380	102	13.5	16.0	8.0	313	80.4	63.1	15760	829	14.0	615	78.7	2.77	1.110	380
400	400	110	14.0	18.0	9.0	324	91.5	71.8	20350	1020	14.9	846	102.0	3.04	1.182	400

Nota. Fuente transformados metalúrgicos tubulares-Granollers(Barcelona)España-2023

El bastidor cuenta con cuatro vigas de perfil UPN 100 de 1.30m de largo haciendo una longitud total de 5.20m.

El bastidor también cuenta con dos columnas donde cada columna está formada por 2 ángulos ASTM A36 ＜2”x2” x 1/4” de 3m de longitud cada uno, haciendo un total de 12m.

Se muestra en la tabla 13 el peso por kg del perfil ASTM A36 ＜2”x2” x 1/4” de 6m.

Tabla 13

Peso por pieza de perfil acero A36 ángulo ¼”x 2”x 2” x 6m.

ACEROS AREQUIPA

LISTA DE PRECIOS Y CONDICIONES

PERFILES (CAASA) - LIMA

MKPS05-L1726

(1) Precios vigentes a partir del 11/04/2022 (Los valores expresados en dólares)

(2) IGV = 18%

(3) Tipo de cambio soles / dólar: 3.715 del 11/04/2022 (Tipo de cambio referencial)

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	PESO PROMEDIO Kg./Pza	PIEZAS PROM. POR TM	PIEZAS POR PQTE
	ANGULOS (M. INGLESA)			
401616	ANG DUAL A36/A572-GR50 1.1/2" X3/32" X6M	8.33	120.05	117
401617	ANG DUAL A36/A572-GR50 1.1/2" X1/8" X 6M	10.49	95.33	95
401618	ANG DUAL A36/A572-GR50 1.1/2" X3/16" X6M	15.17	65.92	64
401619	ANG DUAL A36/A572-GR50 1.1/2" X1/4" X 6M	20.13	49.68	50
401620	ANG DUAL A36/A572-GR50 2" X 1/8" X 6M	14.73	67.89	68
401621	ANG DUAL A36/A572-GR50 2" X 3/16" X 6M	21.51	46.49	46
401622	ANG DUAL A36/A572-GR50 2" X 1/4" X 6M	27.80	35.97	36
402218	*ANG A36 2" X 2" X 5/16" X 6M	34.15	29.28	
401624	ANG DUAL A36/A572-GR50 2" X 3/8" X 6M	40.12	24.93	25
401625	ANG DUAL A36/A572-GR50 2.1/2" X3/16" X6M	26.96	37.09	37
401626	ANG DUAL A36/A572-GR50 2.1/2" X1/4" X 6M	35.03	28.55	28

Nota. Fuente Aceros Arequipa-2022

El peso del ángulo ASTM A36 ＜2”x2” x 1/4” de 6m es 27.80Kg por lo tanto tiene 4.5kg/m

P_b = peso del bastidor o estructura de cabina.

P_b= (P_{vigas} + $P_{columna}$) = (5.20m x 10.60 kg/m + 12m x 4.5 kg/m) =109.12 kg (30)

P_c =P_{real} + P_b

P_c = 250 kg + 109.12 kg = 359.12kg

La Norma Europea EN81-1 recomienda que se debe considerar 550 kg el peso de la cabina por cuestiones de seguridad.

P_{cabina} = 359.12 kg x **1.53** =550 kg

Para llegar al valor indicado por la norma EN 81-1, al valor real calculado aplicar un factor de seguridad 1.53 para obtener 550kg.

Con ello cumplimos con lo indicado por la norma europea EN81.

3.3.4. Cálculo del bastidor o estructura de cabina.

Según la norma EN81-1 el diseño del bastidor se deberá hacer tomando en cuenta 3 tipos de trabajo del ascensor:

1) Funcionamiento normal.
2) Con actuación del paracaídas.
3) Con el choque de los amortiguadores.

Considerando los siguientes datos para nuestro caso:

P_c =peso de la cabina =550kg

C_u =carga útil = 450kg (6 personas)

f_s =factor de seguridad (según norma EN81-1) = 7

3.3.4.1. Primer cálculo con ascensor: Funcionamiento normal. La fuerza de ascensión F_{asc} es la que ejerce el cable de tracción a la que se sumara la fuerza de fricción que se presenta en las guías con la cabina f_{fricc} .

Para el cálculo utilizaremos el trabajo de investigación que menciona Pinto (2021, p.70), “para calcular las fuerzas de fricción en las guías se incrementan la potencia del motor en un 5-10% del peso de las partes móviles”

f_{fricc} = (0.5x C_u + P_c + P_c) 0.01 (31)

f_{fricc} = (0.5 x 450 kg + 550 kg + 550kg) 0.01 =13.25kg

f_{fricc} = 13.25kg x 9.8 m/s^2 =129.98 N

F_{asc} = (P_c +C_u) 9.81 m/s^2 x f_s +f_{fricc} (32)

F_{asc} = (550kg + 450 kg) 9.81m/s^2 x 7 + 129.98N

F_{asc} =68,799.98 N

a) Viga superior

Considerando la viga superior con ambos extremos empotrados.

Reacciones en los extremos

R_A= F_{asc} / 2 (33)

R_A = 68799.98 N = 34399.99 N
2

Momento flector

M_A = F_{asc} x l /8 = 68,799.98 N x 1.3 m = 11,179.99 N-m (34)
8

Momento máximo

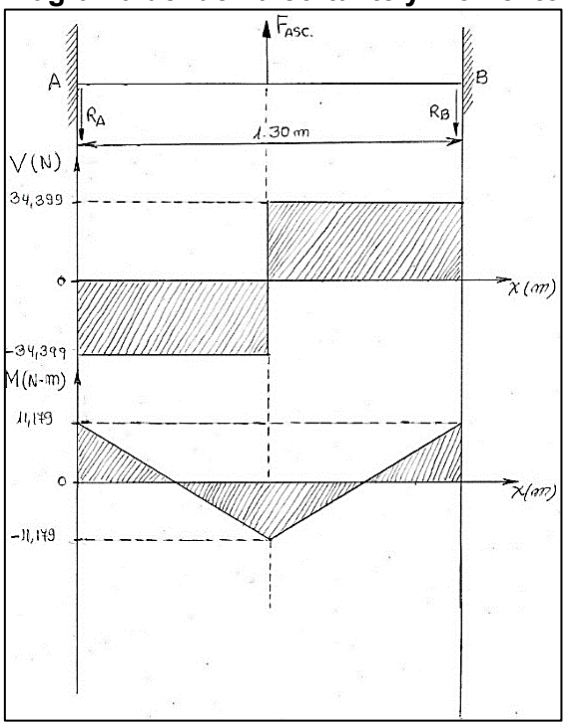
Z= l /2 = 1.3m =1.65m (35)
2

M_{MAX} = F_{asc} (3 l – 4 Z) = 68,799.98 N (3x 1.3m -4 x 0.65m) = 11,179.99 N-m (36)
2

Se indica en la Fig.17 el diagrama de fuerzas y momentos.

Figura 17

Diagrama de fuerza cortante y momento flector de viga superior de cabina.



b) Viga inferior

Igual que la viga superior se toma como si fuese una viga con ambos extremos empotrados, con la diferencia de considerar una carga distribuida que será la carga útil del ascensor sumado al peso de la cabina.

$$q = \frac{(P_c + C_u)\ 9.81\ m/s^2 \times f_s}{l} \quad (37)$$

$$q = \frac{(550kg + 450kg)\ 9.81 m/s^2 \times 7}{1.3} = 52{,}823.07\ N/m$$

Reacciones en los extremos

$$R_A = \frac{q \times l}{2} = \frac{52{,}823.07\ N/m\ (1.3m)}{2} = 34{,}334.99\ N \quad (38)$$

Momento flector

$$M_A = \frac{q \times l^2}{12} = \frac{52{,}823.07\ N/m (1.3m)^2}{12} = 7{,}439.24\ N\text{-}m \quad (39)$$

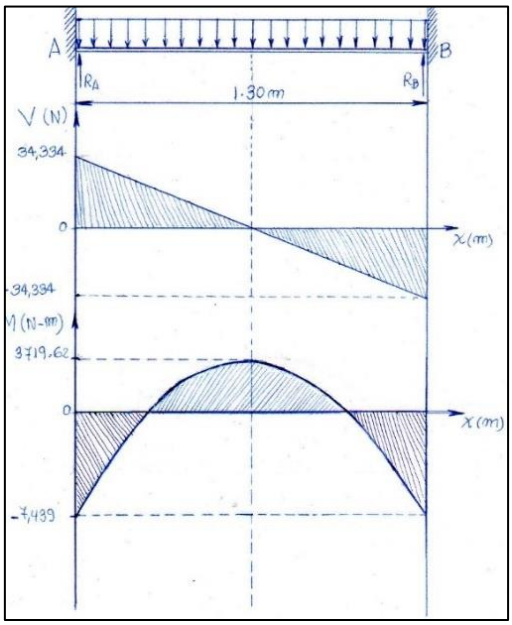
Momento máximo

$$M_{MAX} = \frac{q\ l^2}{24} = \frac{52823.07\ N/m\ (1.3m)^2}{24} = 3{,}719.62\ N\text{-}m \quad (40)$$

Se indica en la Fig.18 el diagrama de fuerzas y momentos.

Figura 18

Diagrama de fuerza cortante y momento flector de viga inferior de cabina.



3.3.4.2. Segundo cálculo con ascensor: Con actuación del paracaídas. Se realizaron los cálculos en las vigas.

a) Viga superior

En la viga superior no hay actuación directa del paracaídas. Por tanto, las fuerzas actuantes son mínimas.

b) Viga inferior

Cálculo de la carga en la viga inferior

La carga distribuida que actúa en la viga inferior

$$q = \frac{(p_c + c_u)\ 9.81\ m/s^2 \times f_s \times \varphi}{l} \qquad (41)$$

$$q = \frac{(550\ kg + 450kg)\ 9.81\ m/s^2 \times 7 \times 1.07}{1.3m} = 56{,}520.69\ N/m$$

Reacciones en los extremos

$$R_A = \frac{q \times l}{2} = \frac{56{,}520.69\ N/m \times 1.3m}{2} = 36{,}738.44\ N \qquad (42)$$

Momento flector

$$M_A = \frac{q \times l^2}{12} = \frac{56{,}520.69\ N/m \times (1.3m)^2}{12} = 7{,}959.99 N\text{-}m \qquad (43)$$

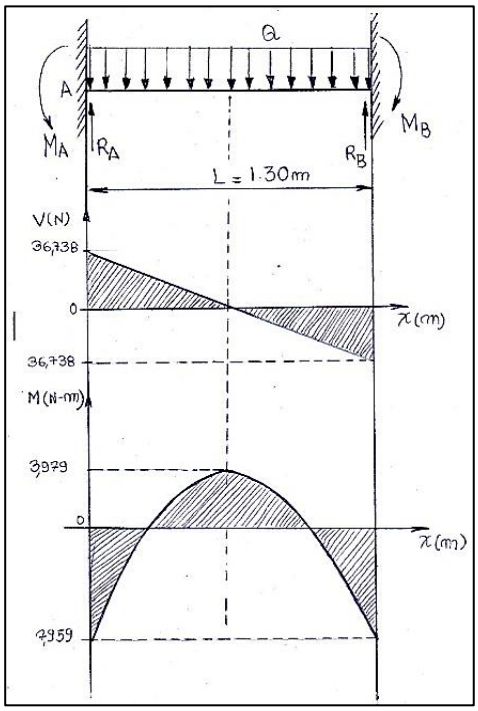
Momento máximo

$$M_{MAX} = \frac{q \times l^2}{24} = \frac{56{,}520.69\ N/m \times (1.3m)^2}{24} = 3{,}979.99\ N\text{-}m \qquad (44)$$

Se indica en la Fig.19 el diagrama de fuerzas y momentos.

Figura 19

Diagrama de fuerza cortante y momento flector de viga inferior de cabina.



3.3.4.3. Tercer cálculo con ascensor: Con el choque de los amortiguadores.

Se realizaron los cálculos en las vigas.

a) Viga superior

Como la velocidad de descenso es menor a la velocidad de actuación del limitador de velocidad, se considera 1.4 m/s de acuerdo a la tabla 11.

E_c =energía cinética

m =masa total de suma de los pesos de cabina más carga útil

v =velocidad de actuación del limitador de velocidad = 1.4m/s

$$E_c = \frac{m\ v^2}{2} \qquad (46)$$

$$E_c = \frac{(550\ kg + 450\ kg)(1.4 m/s)^2}{2} = 700\ J$$

$E_c = E_p$

E_p = m x g x h (47)

h = altura total del edificio de 8 pisos considerando 2.40m/piso = 19.2 m

m= $\frac{E_p}{g \times h}$ = $\frac{700\ J}{9.81\ m/s^2 \times 19.2m}$ = 3.71 kg

Multiplicando por el factor de seguridad 7

F = m x 9.81 m/s^2 xf_s

F = 3.71 kg x 9.81 m/s^2 x 7 = 254.76 N

Considerando como viga empotrada calculamos.

Reacciones en los extremos

R_A= $\frac{F}{2}$ = $\frac{254.76}{2}$ = 127.38 N (48)

Momento flector

M_A=$\frac{F \times l}{8}$ = $\frac{254.76\ N \times 1.3\ m}{8}$ = 41.39 N-m (49)

Momento máximo

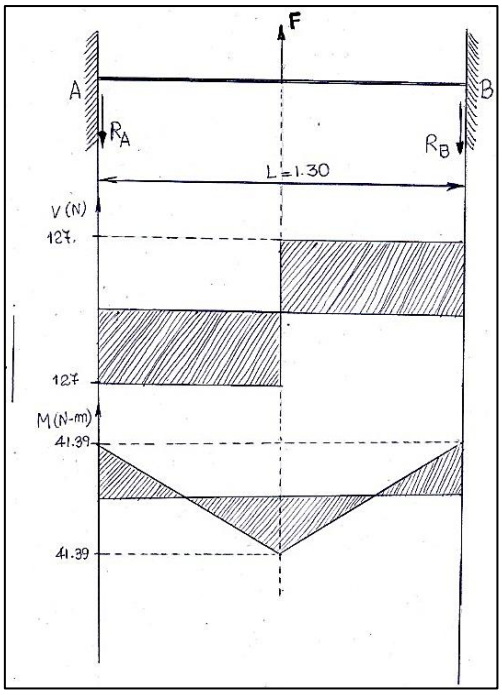
Z= $\frac{l}{2}$ = $\frac{1.3\ m}{2}$ = 0.65m (50)

M_{MAX}= $\frac{F\ (3\ l\ -\ 4Z)}{8}$ = $\frac{254.76\ N\ (3x\ 1.3\ m\ –\ 4\ x\ 0.65\ m)}{8}$ = 41.39 N-m (51)

Se indica en la Fig.20 el diagrama de fuerzas y momentos.

Figura 20

Diagrama de fuerza cortante y momento flector de viga superior de cabina



b) Viga inferior. - Según la norma europea EN 81-1 menciona “la carrera total posible de los amortiguadores debe ser al menos igual a dos veces la distancia de parada por gravedad correspondiente 115% de la velocidad nominal (0.135 v^2), estando expresada la carrera en metros”

De acuerdo con la recomendación y considerando la velocidad del ascensor de 1m/s la longitud mínima que debe tener el resorte es de 0.135m

Calculando la fuerza máxima de amortiguación del resorte

F_r = (p_c + c_u) g = (550 kg + 450kg) 9.8 m/s^2 = 9800N (52)

Carga repartida que actúa en la viga inferior

$$q = \frac{(p_c + c_u)\ 9.81\ m/s^2 \times f_s \times \varphi}{l} \quad (53)$$

$$q = \frac{(550\ kg + 450\ kg)\ 9.81\ m/s^2 \times 7 \times 1.07}{1.3m} = 56{,}520.69\ N/m$$

Reacciones en los extremos

$$R_A = \frac{q \times l}{2} = \frac{56{,}520.69\ N/m \times 1.3m}{2} = 36{,}738.44\ N \quad (54)$$

Momento flector

$$M_A = \frac{q \times l^2}{12} = \frac{56{,}520.69\ N/m \times (1.3m)^2}{12} = 7{,}959.99 N\text{-}m \quad (55)$$

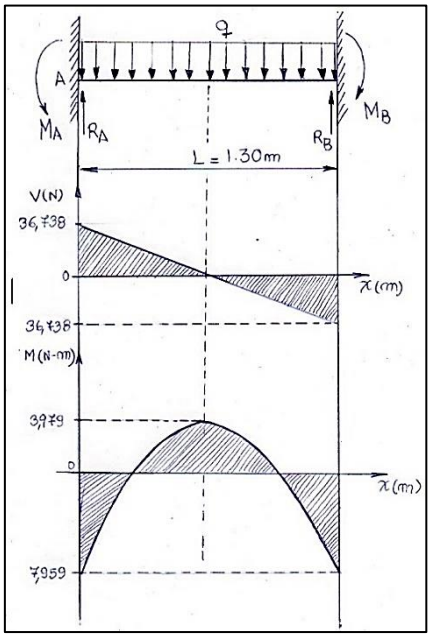
Momento máximo

$$M_{MAX} = \frac{q \times l^2}{24} = \frac{56{,}520.69\ N/m \times (1.3m)^2}{24} = 3{,}979.99\ N\text{-}m \quad (56)$$

Se indica en la Fig.21 el diagrama de fuerzas y momentos,

Figura 21

Diagrama de fuerza cortante y momento flector de viga inferior de cabina.



Aplicando la acción del resorte sobre la viga inferior, tomando en cuenta que el ascensor solo tiene un resorte instalado.

La fuerza de acción del resorte es 9,800 N, procedo a calcular las reacciones y momentos.

F_r = 9,800 N

l =1.30m

$$R_{frA} = \frac{F_r}{2} = \frac{9{,}800\text{N}}{2} = 4{,}900\text{ N} \qquad (58)$$

$$M_{frA} = \frac{F_r \text{ x l}}{8} = \frac{9800\text{N x 1.3 m}}{8} = 1592.5\text{ N-m} \qquad (59)$$

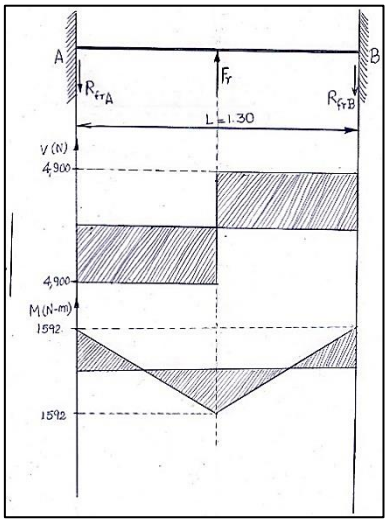
$$Z = \frac{l}{2} = \frac{1.3\text{m}}{2} = 0.65 \qquad (60)$$

$$M_{frMAX} = \frac{F_r\ (3\ l - 4\ Z)}{8} = \frac{9800\text{N}\ (3\ (1.3\text{m}) - 4(0.65\text{m}))}{8} = 1592.5\text{ N-m} \qquad (61)$$

Se indica en la Fig.22 el diagrama de fuerzas y momentos.

Figura 22

Diagrama de fuerza cortante y momento flector de viga inferior de cabina.



R_{At} = R_A + R_{frA} = 36,738.44 N- 4,900 N = 31,838.44 N (62)

M_{At} =M_A + M_{frA} = 7,959.99 N-m – 1592.5 N-m = 6,367.49 N-m (63)

3.3.4.4. Selección del perfil para la viga del bastidor de cabina. Con el tipo de trabajo del ascensor de Funcionamiento Normal, se obtuvo en la viga superior un momento de 11,179.99 N-m que es el máximo actuando en la viga en comparación con los otros tipos de trabajo del ascensor.

Se calculará el modulo W_x del perfil UPN que se utilizará.

Para lo cual se calculará

$$\sigma_{critico} = \frac{M_{MAX}}{W_x} \leq \sigma_{amisible} \quad (64)$$

Donde:

$\sigma_{critico}$ limite crítico del material

$\sigma_{admisible}$ Esfuerzo admisible acero ASTM 36 =245 Mpa = 2450x 10^5 N/m^2

M_{MAX} Momento máximo = 11,179.99 N-m

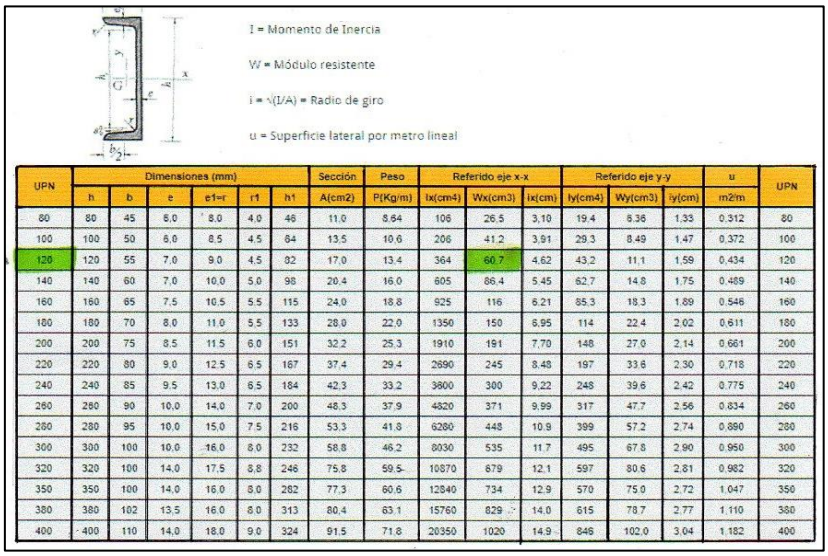
$$W_x = \frac{M_{MAX}}{\sigma_{admisible}} = \frac{11{,}179.99 \text{ Nm}}{245000000 \text{ N/}m^2} \quad (65)$$

W_x = 4.56 x 10^{-5} m^3= 45.6 cm^3

De acuerdo a la tabla 14 de perfil UPN con W_x = 45.6 cm^3 , escogemos el **perfil UPN 120.**

Tabla 14

Características de perfil UPN 120



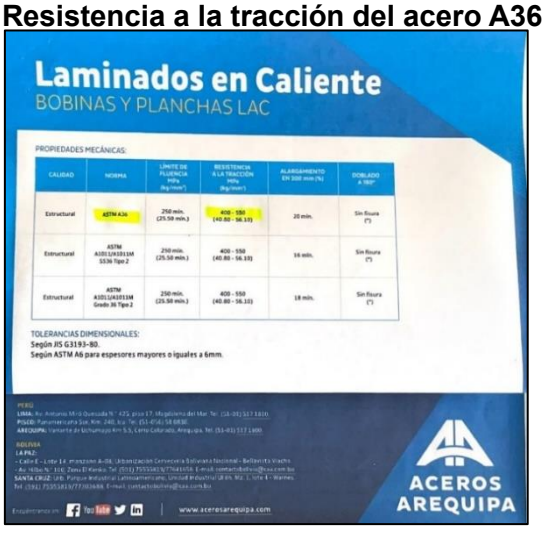
UPN	Dimensiones (mm)						Sección	Peso	Referido eje x-x			Referido eje y-y			u	UPN
	h	b	e	e1=r	r1	h1	A(cm2)	P(Kg/m)	Ix(cm4)	Wx(cm3)	ix(cm)	Iy(cm4)	Wy(cm3)	iy(cm)	m2/m	
80	80	45	6,0	8,0	4,0	46	11,0	8,64	106	26,5	3,10	19,4	8,36	1,33	0,312	80
100	100	50	6,0	8,5	4,5	64	13,5	10,6	206	41,2	3,91	29,3	8,49	1,47	0,372	100
120	120	55	7,0	9,0	4,5	82	17,0	13,4	364	60,7	4,62	43,2	11,1	1,59	0,434	120
140	140	60	7,0	10,0	5,0	98	20,4	16,0	605	86,4	5,45	62,7	14,8	1,75	0,489	140
160	160	65	7,5	10,5	5,5	115	24,0	18,8	925	116	6,21	85,3	18,3	1,89	0,546	160
180	180	70	8,0	11,0	5,5	133	28,0	22,0	1350	150	6,95	114	22,4	2,02	0,611	180
200	200	75	8,5	11,5	6,0	151	32,2	25,3	1910	191	7,70	148	27,0	2,14	0,661	200
220	220	80	9,0	12,5	6,5	167	37,4	29,4	2690	245	8,48	197	33,6	2,30	0,718	220
240	240	85	9,5	13,0	6,5	184	42,3	33,2	3600	300	9,22	248	39,6	2,42	0,775	240
260	260	90	10,0	14,0	7,0	200	48,3	37,9	4820	371	9,99	317	47,7	2,56	0,834	260
280	280	95	10,0	15,0	7,5	216	53,3	41,8	6280	448	10,9	399	57,2	2,74	0,890	280
300	300	100	10,0	16,0	8,0	232	58,8	46,2	8030	535	11,7	495	67,8	2,90	0,950	300
320	320	100	14,0	17,5	8,8	246	75,8	59,5	10870	679	12,1	597	80,6	2,81	0,982	320
350	350	100	14,0	16,0	8,0	282	77,3	60,6	12840	734	12,9	570	75,0	2,72	1,047	350
380	380	102	13,5	16,0	8,0	313	80,4	63,1	15760	829	14,0	615	78,7	2,77	1,110	380
400	400	110	14,0	18,0	9,0	324	91,5	71,8	20350	1020	14,9	846	102,0	3,04	1,182	400

Nota. Fuente Transformados Metalúrgicos Tubulares-Granollers(Barcelona) España-2023

3.3.4.5. Selección de perfil para las columnas del bastidor de cabina: En referencia al cálculo de las dos columnas del bastidor conformada cada una por 2 ángulos ASTM A36 ＜2”x2” x 1/4” y de 3 m de longitud. Según la tabla 15 el ángulo tiene una resistencia a la tracción de 540 N/mm^2 y fluencia de 250 N/mm^2 .

Tabla 15

Resistencia a la tracción del acero A36



Nota. Fuente Aceros Arequipa ,2018

El área de la sección transversal del ángulo es de 576 mm^2 y con ello se tiene un esfuerzo de rotura de 311.40 x 10^3kg que equivale a 3,048.19 x 10^3 N.

F_{asc} es igual a 68,799.98N.

Cada columna soporta un esfuerzo de tracción de:

$F_{columna}$= F_{asc} /2 = $\frac{68{,}799.98\ N}{2}$ = 34,399.99 N (66)

Se concluye que es suficiente holgadamente el < 2"x2"x1/4"

3.3.5. Diseño del bastidor del contrapeso

Según la Norma Europea EN81 se contempla para el cálculo del peso del contrapeso lo siguiente:

P_c = peso de cabina = 550 kg

C_u = carga útil =450 kg

$P_{contrapeso} = P_C + 0.5\ C_u$ (67)

$P_{contrapeso}$ = 550kg + 0.5x450kg = 775kg

3.3.5.1. Dimensiones de bastidor del contrapeso. Las medidas del bastidor o estructura de contrapeso se consideran lo siguiente:

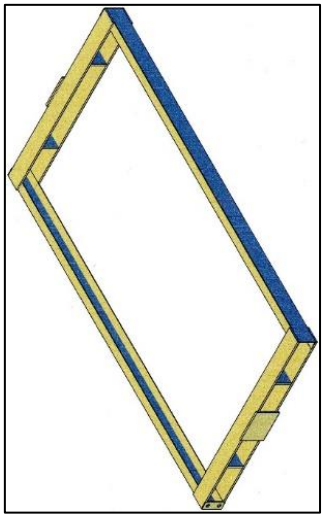
Ancho=1.30m

Altura = 2.60m

Se indica en la Fig.23 la forma que tiene el bastidor de contrapeso.

Figura 23

Estructura o bastidor del contrapeso



Para el contrapeso se contempla para el cálculo el aspecto de trabajo de condición normal por carecer de paracaídas.

3.3.5.2. Cálculo de la fuerza de ascensión.: La fuerza de ascensión será igual al peso del contrapeso multiplicado por el factor de seguridad igual a 4 por recomendación de la Norma Europea EN 81

$F_{ascension}$ = $P_{contrapeso}$ x f_s =775kg x 9.81 m/s^2 x 4

$F_{ascension}$ = 30,411 N

Se analizo en viga superior por ser la más crítica.

Cálculo de las reacciones

R_A= $F_{ascension}$ /2 = $\frac{30{,}411\ N}{2}$ = 15,205.55 N (68)

Cálculo del momento

M_A= $F_{ascension}$ x l / 8 = $\frac{30{,}411N \times 1.3m}{8}$ = 4,941.78 N-m (69)

Cálculo del momento máximo

Z= l / 2 (70)

Z = $\frac{1.3m}{2}$ = 0.65 m

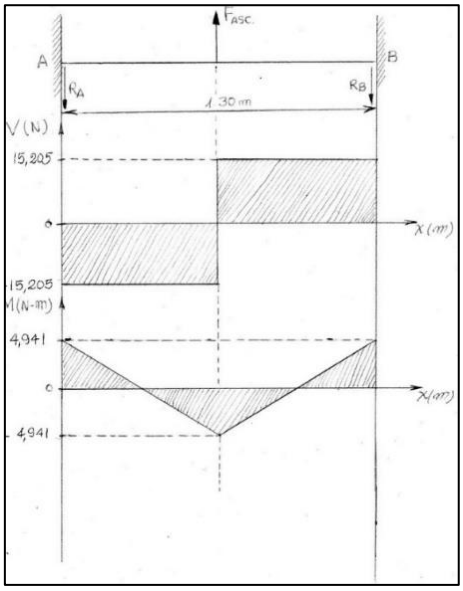
M_{MAX}= $F_{ascension}$(3 l – 4 Z) /8 = $\frac{30{,}411\ N\ (3x\ 1.3m - 4 \times 0.65)}{8}$ (71)

M_{MAX} =4,941.78 N-m

Se indica en la Fig.24 el diagrama de fuerzas y momentos.

Figura 24

Diagrama de fuerza cortante y momento flector de viga superior de contrapeso.



Se seleccionará el material UPN para el bastidor del contrapeso.

Cálculo del Modulo W_x

$$\sigma_{critico} = \frac{M_{MAX}}{W_x} \leq \sigma_{amisible} \qquad (72)$$

Donde:

$\sigma_{critico}$ limite crítico del material

$\sigma_{admisible}$ esfuerzo admisible de acero ASTM 36 =245 Mpa = 2450x 10^5 N/m^2

M_{MAX} momento máximo

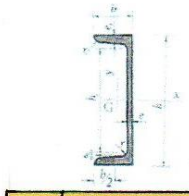
$$W_x = \frac{M_{MAX}}{\sigma_{admisible}} = \frac{4941.78 \text{ N-m}}{245000000 \text{ N/}m^2} = 2.01 \text{ x } 10^{-5}\ m^3 = 20.01 cm^3$$

Con este valor de 20.01 cm^3 vamos a la tabla 16 seleccionando el perfil UPN 100 que tiene el valor de W_x de 41.20 cm^3 que es superior al calculado.

Tabla 16

Características del perfil UPN 100

UPN (Sección bruta)



A = Área de la sección

I = Momento de Inercia

W = Módulo resistente

i = √(I/A) = Radio de giro

u = Superficie lateral por metro lineal

UPN	Dimensiones (mm)						Sección	Peso	Referido eje x-x			Referido eje y-y			u	UPN
	h	b	e	e1=r	r1	h1	A(cm2)	P(Kg/m)	Ix(cm4)	Wx(cm3)	ix(cm)	Iy(cm4)	Wy(cm3)	iy(cm)	m2/m	
80	80	45	6.0	8.0	4.0	46	11.0	8.64	106	26.5	3.10	19.4	8.36	1.33	0.312	80
100	100	50	6.0	8.5	4.5	64	13.5	10.6	206	41.2	3.91	29.3	8.49	1.47	0.372	100
120	120	55	7.0	9.0	4.5	82	17.0	13.4	364	60.7	4.62	43.2	11.1	1.59	0.434	120
140	140	60	7.0	10.0	5.0	96	20.4	16.0	605	86.4	5.45	62.7	14.8	1.75	0.489	140
160	160	65	7.5	10.5	5.5	115	24.0	18.8	925	116	6.21	85.3	18.3	1.89	0.546	160
180	180	70	8.0	11.0	5.5	133	28.0	22.0	1350	150	6.95	114	22.4	2.02	0.611	180
200	200	75	8.5	11.5	6.0	151	32.2	25.3	1910	191	7.70	148	27.0	2.14	0.661	200
220	220	80	9.0	12.5	6.5	167	37.4	29.4	2690	245	8.48	197	33.6	2.30	0.718	220
240	240	85	9.5	13.0	6.5	184	42.3	33.2	3600	300	9.22	248	39.6	2.42	0.775	240
260	260	90	10.0	14.0	7.0	200	48.3	37.9	4820	371	9.99	317	47.7	2.56	0.834	260
280	280	95	10.0	15.0	7.5	216	53.3	41.8	6280	448	10.9	399	57.2	2.74	0.890	280
300	300	100	10.0	16.0	8.0	232	58.8	46.2	8030	535	11.7	495	67.8	2.90	0.950	300
320	320	100	14.0	17.5	8.8	246	75.8	59.5	10870	679	12.1	597	80.6	2.81	0.982	320
350	350	100	14.0	16.0	8.0	282	77.3	60.6	12840	734	12.9	570	75.0	2.72	1.047	350
380	380	102	13.5	16.0	8.0	313	80.4	63.1	15760	829	14.0	615	78.7	2.77	1.110	380
400	400	110	14.0	18.0	9.0	324	91.5	71.8	20350	1020	14.9	846	102.0	3.04	1.182	400

Nota. Fuente Transformados Metalúrgicos Tubulares- Granollers(Barcelona) España-2023

Peso a transportar por el contrapeso

El peso del perfil UPN 100 es de 10.60 kg/m y la longitud utilizada es de 4 vigas de 1.30 resultando 5.20m.

La longitud del canal C 1/8”x4” x2”, que está colocado en cada columna del bastidor teniendo una longitud de 2.60m, es de 5.20m. El acero estructural ASTM A36 tiene un esfuerzo de rotura de 540 N/mm^2 y de fluencia de 250 N/mm^2.

El canal C 1/8” x 4” x 2” tiene un área de sección de 328 mm^2. Según la tabla 17 de aceros el peso del canal C 1/8” x 4” x 2” de una longitud de 2.60m tiene un peso de 9.01 kg.

Tabla 17

Peso por pieza de plancha acero A36 3mm x1.2m x 2.4m

ACEROS AREQUIPA

LISTA DE PRECIOS Y CONDICIONES

PLANOS COMERCIALES (CAASA)

MKPS05-L976

(1) Precios vigentes a partir del 12/12/2023 (Los valores expresados en dólares)

(2) IGV = 18%

(3) Tipo de cambio soles / dólar: 3.774 del 12/12/2023 (Tipo de cambio referencial)

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	PESO PROMEDIO Kg./Pza	PIEZAS PROM. POR TM	PIEZAS POR PQTE
	PLANCHA LAC			
404734	PDLAC A-36 1.5MM X 1200MM X 2400MM	33.91	29.49	
400604	PDLAC A-36 1.8MM X 1200MM X 2400MM	40.69	24.57	
400605	PDLAC A-36 1.9MM X 1200MM X 2400MM	42.96	23.28	
400606	PDLAC A-36 2.0MM X 1200MM X 2400MM	45.22	22.12	
403287	PLAC A-36 2.0MM X 1200MM X 6000MM	113.04	8.85	
403492	PLAC A-36 2.0MM X 1200MM X 3000MM	56.52	17.69	
400607	PDLAC A-36 2.2MM X 1200MM X 2400MM	49.74	20.11	
400609	PDLAC A-36 2.3MM X 1200MM X 2400MM	52.00	19.23	
400610	PDLAC A-36 2.4MM X 1200MM X 2400MM	54.26	18.43	
400612	PDLAC A-36 2.5MM X 1200MM X 2400MM	56.52	17.69	
403286	PLAC A-36 2.5MM X 1200MM X 6000MM	141.30	7.08	
404070	PDLAC A-36 2.5MM X 1200MM X 3000MM	70.65	14.15	
400613	PDLAC A-36 2.9MM X 1200MM X 2400MM	65.56	15.25	
402656	PDLAC A-36 3.9MM X 1200MM X 2400MM	88.17	11.34	

Nota. Fuente Aceros Arequipa 2023

El peso de la plancha de 3mm x 2.4m x 1.2 m es de 65.56 kg y por dimensiones del área del canal C 1/8” x 4” x 2” se calcula que el peso del canal es de 9.01 kg.

El peso de la estructura de contrapeso será:

l_{tv} longitud total de viga = 5.20m

l_{tc} longitud total de canal C = 2.60m+2.60m= 5.20m

$P_{estructura}$= P_{viga} x l_{tv} + $P_{columna}$ x l_{tc} = 10.60 kg/m x 5.20m+2(9.01kg) =73.14 Kg (73)

Cálculo de la masa a transportar

$M_{transportar}$= $P_{contrapeso}$ - $P_{estructura}$ = 775kg – 73.14kg =701.86 Kg (74)

Cálculo del bloque de concreto.

Se utilizará concreto con resistencia 210 kg/cm^2 para los bloques de concreto que se instalará en la estructura de contrapeso. El peso específico del concreto es de 2300 kg/cm^3 como valor promedio la ASTM internacional (2014). Se prepara los bloques de concreto con el molde de acuerdo a la Fig.25 que se diseñó para este caso y la ubicación en la estructura indicado en la Fig.27.

Figura 25

Dibujo del molde de concreto

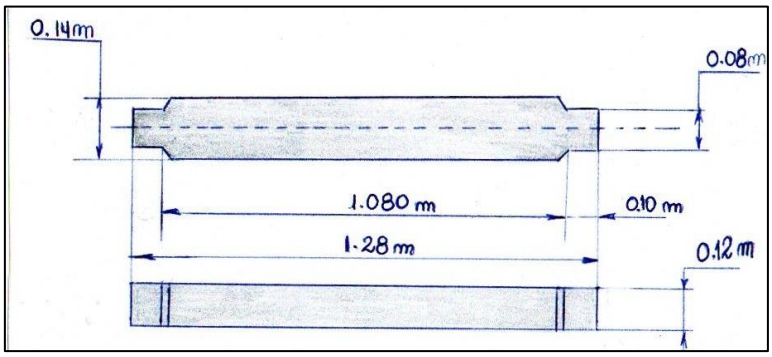


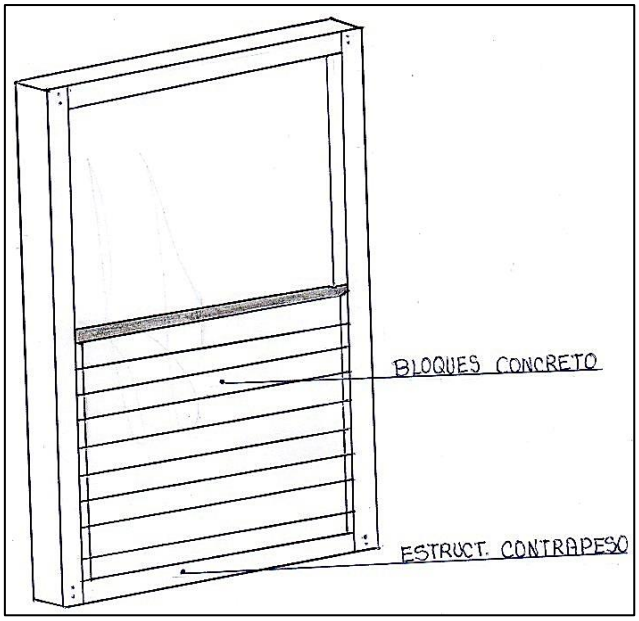
Figura 26

Bastidor de contrapeso instalado

Nota. Fuente Condominio Torres del Campo- Comas -2016

Figura 27

Bastidor de Contrapeso con moldes de concreto.



$V_{bloque\ concreto}$ = volumen del bloque de concreto = 0.02002 m^3

$\rho_{esp.concreto}$ = peso específico del concreto = 2300 kg/m^3

$P_{\ bloque\ concreto}$ = $\rho_{esp.concreto}$ x $V_{bloque\ concreto}$ = 2300 kg/m^3 x 0.02002 m^3= 46 Kg (75)

Para lograr la cantidad de kg de concreto bastara calcular el número de bloques.

$N_{bloques}$=$\frac{M_{transportar}}{46kg}$ = $\frac{701.86kg}{46\ kg}$ = 15.25 (76)

Se muestra en la Fig.28 y Fig.29 las ubicaciones de las estructuras de cabina y estructura de contrapeso dentro del ducto.

Figura 28

Disposición de los componentes del ascensor

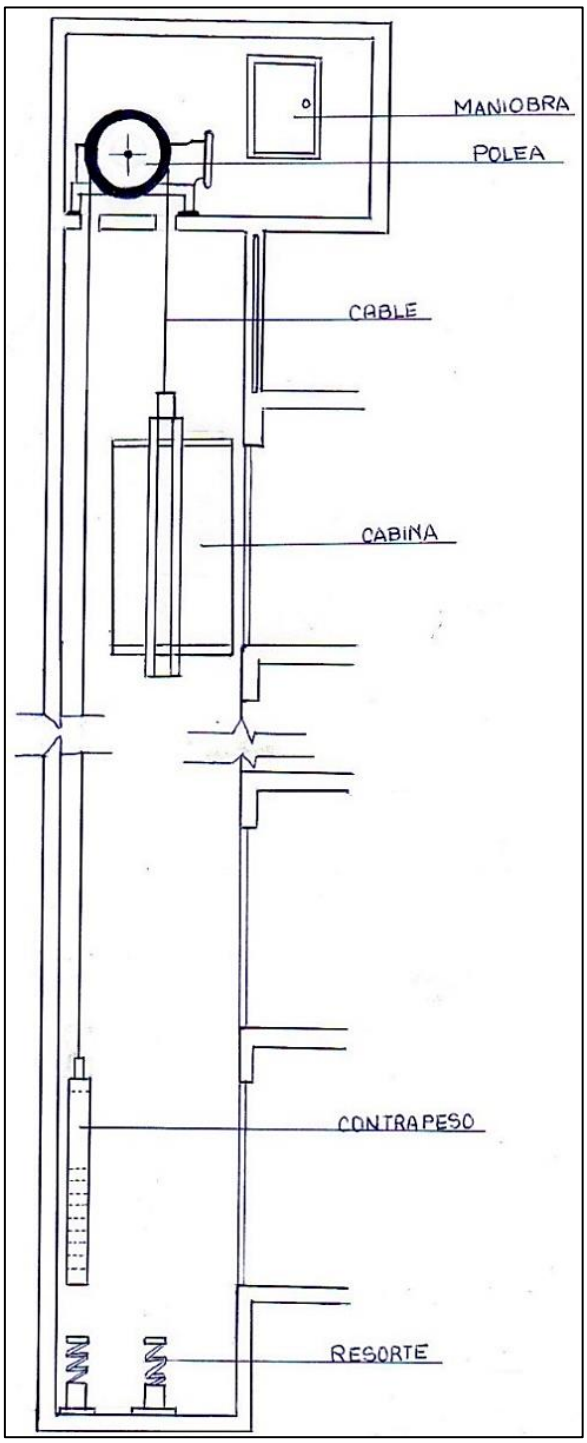
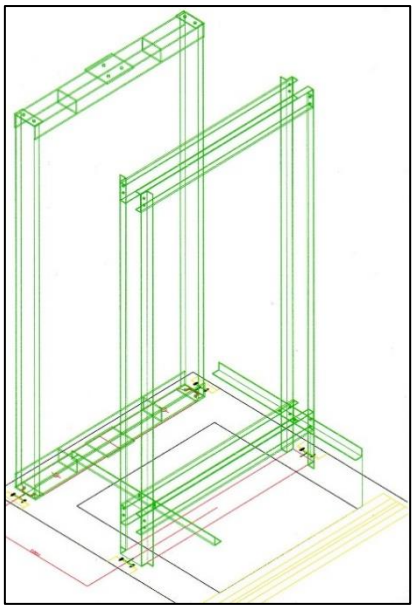


Figura 29

Ubicación del bastidor de cabina y contrapeso



3.3.6. Cálculo del número de pernos para el bastidor o estructura de cabina.

Se ha tenido que realizar el cálculo de acuerdo a Budynas y Nisbett (2012, p.423).

Se tomaron como datos el espesor del alma del perfil UPN 120 (7mm) y el espesor del ángulo < 2"x2"x1/4" (6mm), sumando ambos espesores arroja 13mm (0.511pulg). Se propone el uso de 4 pernos hexagonales **grado 8** ∅ ¾" x 2 1/4" para cada extremo.

Constante de rigidez del perno

$K_b = \frac{A\,E}{L}$ (77)

A = área del diámetro nominal = ¾" =0.75"

E = módulo de elasticidad del acero= 210,000 Mpa = 30,457 kpsi

L = longitud del espesor de las piezas a sujetar= 6mm+ 7 mm = 13mm =0.511 pulg.

$K_b = \frac{A\,E}{} = \frac{\pi\,(0.75\,pul)^2 \text{ x } 30457000 \text{ lb/ } pulg^2}{}$ = 26331745.37 lb/pulg

L 4x 0.511 pulg

K_b =2.633x 10^7 lb/pulg

Cálculo de la rigidez de la junta metálica.

d = ¾" = 0.75 pulg

K_m = π E d / 2 ln (5 ((L +0.5d) /(L+ 2.5 d)) =

K_m= π 30457000 lb/$pulg^2$x 0.75 pulg / 2ln (5((0.511pulg + 0.5x 0.75pulg) / (0.511pulg +2.5x0.75 pulg)) =

K_m = 5.88 x 10^7 lb/pulg

Cálculo de la fuerza de precarga (tensión inicial del perno)

$f_i = A_t$ x S_{ut} – C n P / 2N (S_{ut}/S_e + 1) (79)

S_{ut} =Resistencia de fluencia =130 kpsi (tabla 20)

C =constante de rigidez

A_t = área del esfuerzo de tensión=0.334 $pulg^2$ (tabla 18)

n = factor de seguridad = 3

P =carga exterior en viga inferior del bastidor de cabina(paracaídas) = 36,738.44N

P= 8,247.40 lb

S_e = límite de fatiga axial

N = número de pernos asumido = 4

En la tabla 18, se indica el área de esfuerzo de tensión del perno en la zona roscada.

Tabla 18

Área del esfuerzo de tensión en perno

		Serie gruesa-UNC			Serie fina-UNF		
Designación de tamaño	Diámetro mayor nominal	Roscas por pulgada, N	Área de esfuerzo de tensión A_t, $pulg^2$	Área del diámetro menor A_r, $pulg^2$	Roscas por pulgada, N	Área de esfuerzo de tensión A_t, $pulg^2$	Área del diámetro menor A_r, $pulg^2$
0	0.0600				80	0.001 80	0.001 51
1	0.0730	64	0.002 63	0.002 18	72	0.002 78	0.002 37
2	0.0860	56	0.003 70	0.003 10	64	0.003 94	0.003 39
3	0.0990	48	0.004 87	0.004 06	56	0.005 23	0.004 51
4	0.1120	40	0.006 04	0.004 96	48	0.006 61	0.005 66
5	0.1250	40	0.007 96	0.006 72	44	0.008 80	0.007 16
6	0.1380	32	0.009 09	0.007 45	40	0.010 15	0.008 74
8	0.1640	32	0.014 0	0.011 96	36	0.014 74	0.012 85
10	0.1900	24	0.017 5	0.014 50	32	0.020 0	0.017 5
12	0.2160	24	0.024 2	0.020 6	28	0.025 8	0.022 6
1/4	0.2500	20	0.031 8	0.026 9	28	0.036 4	0.032 6
5/16	0.3125	18	0.052 4	0.045 4	24	0.058 0	0.052 4
3/8	0.3750	16	0.077 5	0.067 8	24	0.087 8	0.080 9
7/16	0.4375	14	0.106 3	0.093 3	20	0.118 7	0.109 0
1/2	0.5000	13	0.141 9	0.125 7	20	0.159 9	0.148 6
9/16	0.5625	12	0.182	0.162	18	0.203	0.189
5/8	0.6250	11	0.226	0.202	18	0.256	0.240
3/4	0.7500	10	0.334	0.302	16	0.373	0.351
7/8	0.8750	9	0.462	0.419	14	0.509	0.480
1	1.0000	8	0.606	0.551	12	0.663	0.625
1 1/8	1.2500	7	0.969	0.890	12	1.073	1.024
1 1/2	1.5000	6	1.405	1.294	12	1.581	1.521

* Esta tabla se compiló de la norma ANSI B1.1-1974. El diámetro menor se determinó mediante la ecuación $d_r = d - 1.299\,038p$ y el diámetro de paso a partir de $d_p = d - 0.649\,519p$. Para calcular el área de esfuerzo de tensión se usaron la media del diámetro de paso y el diámetro menor.

Nota. Fuente: Richard G. Budynas y J. Keith Nisbett. 2012.*Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. *Editorial Mc Graw Hill*

Tabla 19

K_f Factor de concentración del esfuerzo de fatiga

Grado SAE	Grado métrico	Roscas laminadas	Roscas cortadas	Filete
0 a 2	3.6 a 5.8	2.2	2.8	2.1
4 a 8	6.6 a 10.9	3.0	3.8	2.3

Nota. Fuente: Richard G. Budynas y J. Keith Nisbett. 2012.*Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. Editorial Mc Graw Hill

Tabla 20

Grado SAE de pernos de acero vs. Fluencia

Grado SAE núm.	Intervalo de tamaños, inclusive, pulg	Resistencia de prueba mínima,* kpsi	Resistencia mínima a la tensión,* kpsi	Resistencia mínima a la fluencia,* kpsi	Material	Marca en la cabeza
1	$\frac{1}{4}$ a 1$\frac{1}{2}$	33	60	36	Acero de bajo o medio carbono	
2	$\frac{1}{4}$ a $\frac{3}{4}$ $\frac{7}{8}$ a 1$\frac{1}{2}$	55 33	74 60	57 36	Acero de bajo o medio carbono	
4	$\frac{1}{4}$ a 1$\frac{1}{2}$	65	115	100	Acero de medio carbono, estirado en frío	
5	$\frac{1}{4}$ a 1 1$\frac{1}{8}$ a 1$\frac{1}{2}$	85 74	120 105	92 81	Acero de medio carbono, T y R	
5.2	$\frac{1}{4}$ a 1	85	120	92	Acero martensítico de bajo carbono, T y R	
7	$\frac{1}{4}$ a 1$\frac{1}{2}$	105	133	115	Acero de aleación de medio carbono, T y R	
8	$\frac{1}{4}$ a 1$\frac{1}{2}$	120	150	130	Acero de aleación de medio carbono T y R	
8.2	$\frac{1}{4}$ a 1	120	150	130	Acero martensítico de bajo carbono, T y R	

* Las resistencias mínimas son resistencias que exceden 99 por ciento de los sujetadores.

Nota. Fuente: Richard G. Budynas y J. Keith Nisbett. 2012.*Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. *Editorial Mc Graw Hill*

Constante de rigidez (C)

$$C = \frac{K_b}{K_b + K_m} = \frac{2.633 \times 10^7}{2.633 \times 10^7 + 5.88 \times 10^7} = 0.309 \qquad (80)$$

Cálculo del límite de fatiga axial

$S_e = S'_e \times K_e$ (81)

K_e corrección de concentración de esfuerzos.

K_f de tabla considerando rosca laminada = 3

$K_e = 1 / K_f = 1/3 = 0.333$ (82)

S'_e =19.2 + 0.314 x S_{ut} = 19.2 + 0.314 x130 Kpsi = 60.02 kpsi (83)

Luego

S_e = S'_e x K_e = 60.02 kpsi x 0.333 = 20.007 Kpsi

Finalmente, la precarga del perno

f_i = A_t x S_{ut} – $\frac{\text{C n P}}{\text{2N}}$ (S_{ut}/S_e + 1) =

f_i = 0.334 $pulg^2$ x130000 lb/$pulg^2$ - $\frac{0.309\text{x}3\text{x}8{,}247.40\text{lb}}{\text{2x4}}$ (130kpsi/20.007 kpsi + 1)

f_i = 36,254.66 lb =36.25 kpsi

Por otro lado, la carga de prueba para el perno grado ocho es de S_p =120kpsi indicado en la tabla 20.

Por lo tanto, la carga de prueba será de:

F_p = A_t x S_p (84)

A_t = 0.334 $pulg^2$

S_p = 120 kpsi

F_p = 0.334 $pulg^2$ x 120000 psi = 40,080 psi = 40.08 kpsi

Se recomienda la ecuación para obtener los limites superior e inferior de f_i ,con la consideración que la vibración y el balanceo producen aplanamiento en los puntos salientes. Tomando en cuenta esos criterios el empleo de una precarga elevada f_i es para asegurar el diseño.

$f_i \leq 0.9\ F_p$ (85)

$f_i \leq$ 0.9x 40.08 kpsi

$f_i \leq$ 36.072 kpsi

Está bien la utilización de 4 pernos de acero grado 8 de ¾ “x 2 1/4”

Por otro lado:

f_i = $A_t\ S_y$ - C N P (86)

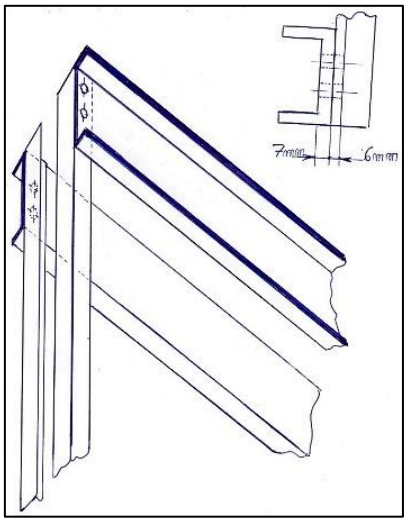
N= $\frac{A_t\ S_y - f_i}{C\ P}$

N=$\frac{0.334\ pulg^2\ 130{,}000\ psi - 36{,}254.66\ lb}{0.309 \times 8{,}247.40\ lb}$ = 2.811

Se verifica la cantidad de pernos utilizada, por lo que se determina en utilizar 4 pernos de acero grado 8 de ¾”x 2 1/4”.

Figura 30

Utilizar cuatro pernos grado ocho de ¾”x2 1/4”



3.3.7. Cálculo del número pernos para el bastidor del contrapeso

Se ha tenido que realizar el cálculo de acuerdo a Budynas y Nisbett (2012, p.423).

Se tomaron como datos el espesor del alma del perfil UPN 100 (6mm) y el espesor del canal C 4”x2”x1/8” (3mm) , sumando ambos espesores arroja 9mm (0.354pulg). Se propone el uso de 4 pernos hexagonales grado 8 ∅ 1/2” x 2” para cada extremo.

Constante de rigidez del perno

K_b= $\frac{A\ E}{L}$

A = área del diámetro nominal = 1/2” =0.50”

E = módulo de elasticidad del acero= 210,000 Mpa = 30,457 kpsi

L = longitud del espesor de las piezas a sujetar= 3mm+ 6 mm = 9mm =0.354 pulg.

K_b= $\frac{A\ E}{L}$ = $\frac{\pi\ (0.75\ pul)^2 \text{ x } 30457000\ lb/\ pulg^2}{4x\ 0.354\ pulg}$ = 16893310.59 lb/pulg =

K_b =1.689 x 10^7 lb/pulg

Cálculo de la rigidez de la junta metálica.

d = 1/2” = 0.5 pulg.

K_m = $\frac{\pi \text{ E d}}{2 \ln (5 ((L +0.5d) /(L+ 2.5 d))}$ =

K_m= $\frac{\pi \text{ 30457000 lb/}pulg^2\text{x 0.50 pulg}}{2\ln (5((0.354\text{pulg} + 0.5\text{x } 0.5\text{pulg}) / (0.354\text{pulg} +2.5\text{x}0.5\text{pulg}))}$ =

K_m = 3.78 x 10^7 lb/pulg

Cálculo de la fuerza de precarga (tensión inicial del perno)

f_i = A_t x S_{ut} – $\frac{\text{C n P}}{2\text{N}}$ (S_{ut}/S_e + 1)

S_{ut} = Resistencia de fluencia =130 kpsi (tabla 23)

C = constante de rigidez

A_t = área del esfuerzo de tensión=0.142 $pulg^2$ (tabla 21)

n = factor de seguridad = 3

P = carga exterior en viga inferior del bastidor de cabina(paracaídas) =

P = 15,205.55.44N = 3,413.49 lb

S_e = límite de fatiga axial

N = número de pernos asumido= 4

Tabla 21

Área del esfuerzo de tensión en perno

Designación de tamaño	Diámetro mayor nominal	Serie gruesa-UNC: Roscas por pulgada, N	Serie gruesa-UNC: Área de esfuerzo de tensión A_t, pulg^2	Serie gruesa-UNC: Área del diámetro menor A_r, pulg^2	Serie fina-UNF: Roscas por pulgada, N	Serie fina-UNF: Área de esfuerzo de tensión A_t, pulg^2	Serie fina-UNF: Área del diámetro menor A_r, pulg^2
0	0.0600				80	0.001 80	0.001 51
1	0.0730	64	0.002 63	0.002 18	72	0.002 78	0.002 37
2	0.0860	56	0.003 70	0.003 10	64	0.003 94	0.003 39
3	0.0990	48	0.004 87	0.004 06	56	0.005 23	0.004 51
4	0.1120	40	0.006 04	0.004 96	48	0.006 61	0.005 66
5	0.1250	40	0.007 96	0.006 72	44	0.008 80	0.007 16
6	0.1380	32	0.009 09	0.007 45	40	0.010 15	0.008 74
8	0.1640	32	0.014 0	0.011 96	36	0.014 74	0.012 85
10	0.1900	24	0.017 5	0.014 50	32	0.020 0	0.017 5
12	0.2160	24	0.024 2	0.020 6	28	0.025 8	0.022 6
1/4	0.2500	20	0.031 8	0.026 9	28	0.036 4	0.032 6
5/16	0.3125	18	0.052 4	0.045 4	24	0.058 0	0.052 4
3/8	0.3750	16	0.077 5	0.067 8	24	0.087 8	0.080 9
7/16	0.4375	14	0.106 3	0.093 3	20	0.118 7	0.109 0
1/2	0.5000	13	0.141 9	0.125 7	20	0.159 9	0.148 6
9/16	0.5625	12	0.182	0.162	18	0.203	0.189
5/8	0.6250	11	0.226	0.202	18	0.256	0.240
3/4	0.7500	10	0.334	0.302	16	0.373	0.351
7/8	0.8750	9	0.462	0.419	14	0.509	0.480
1	1.0000	8	0.606	0.551	12	0.663	0.625
1 1/8	1.2500	7	0.969	0.890	12	1.073	1.024
1 1/2	1.5000	6	1.405	1.294	12	1.581	1.521

* Esta tabla se compiló de la norma ANSI B1.1-1974. El diámetro menor se determinó mediante la ecuación $d_r = d - 1.299\,038p$ y el diámetro de paso a partir de $d_r = d - 0.649\,519p$. Para calcular el área de esfuerzo de tensión se usaron la media del diámetro de paso y el diámetro menor.

Nota. Fuente: Richard G. Budynas y J. Keith Nisbett. 2012.*Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. *Editorial Mc Graw Hill*

Tabla 22

K_f ***Factor de concentración del esfuerzo de fatiga***

Grado SAE	Grado métrico	Roscas laminadas	Roscas cortadas	Filete
0 a 2	3.6 a 5.8	2.2	2.8	2.1
4 a 8	6.6 a 10.9	3.0	3.8	2.3

Nota. Fuente: Richard G. Budynas y J. Keith Nisbett. 2012.*Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. *Editorial Mc Graw Hill*

Tabla 23

Grado SAE de pernos de acero vs. fluencia

Grado SAE núm.	Intervalo de tamaños, inclusive, pulg	Resistencia de prueba mínima,* kpsi	Resistencia mínima a la tensión,* kpsi	Resistencia mínima a la fluencia,* kpsi	Material	Marca en la cabeza
1	$\frac{1}{4}$ a 1$\frac{1}{2}$	33	60	36	Acero de bajo o medio carbono	
2	$\frac{1}{4}$ a $\frac{3}{4}$ $\frac{7}{8}$ a 1$\frac{1}{2}$	55 33	74 60	57 36	Acero de bajo o medio carbono	
4	$\frac{1}{4}$ a 1$\frac{1}{2}$	65	115	100	Acero de medio carbono, estirado en frío	
5	$\frac{1}{4}$ a 1 1$\frac{1}{8}$ a 1$\frac{1}{2}$	85 74	120 105	92 81	Acero de medio carbono, T y R	
5.2	$\frac{1}{4}$ a 1	85	120	92	Acero martensítico de bajo carbono, T y R	
7	$\frac{1}{4}$ a 1$\frac{1}{2}$	105	133	115	Acero de aleación de medio carbono, T y R	
8	$\frac{1}{4}$ a 1$\frac{1}{2}$	120	150	130	Acero de aleación de medio carbono T y R	
8.2	$\frac{1}{4}$ a 1	120	150	130	Acero martensítico de bajo carbono, T y R	

* Las resistencias mínimas son resistencias que exceden 99 por ciento de los sujetadores.

Nota. Fuente: Richard G. Budynas y J. Keith Nisbett. 2012.*Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. *Editorial Mc Graw Hill*

Cálculo de la Constante de rigidez (C)

$$C = \frac{K_b}{K_b + K_m} = \frac{1.689 \times 10^7}{1.689 \times 10^7 + 3.78 \times 10^7} = 0.3088 \qquad (87)$$

Cálculo del límite de fatiga axial

$S_e = S'_e \times K_e$ (88)

K_e = corrección de concentración de esfuerzos.

K_f = obtenida de tabla 22 considerando rosca laminada = 3

$K_e = 1 / K_f = 1/3 = 0.333$ (89)

S'_e =19.2 + 0.314 x S_{ut} = 19.2 + 0.314 x130 Kpsi = 60.02 kpsi (90)

Luego

$S_e = S'_e \times K_e$ = 60.02 kpsi x 0.333 = 20.007 Kpsi (91)

Finalmente, la precarga del perno

$$f_i = A_t \times S_{ut} - \frac{C \, n \, P}{2N}(S_{ut}/S_e + 1) = \qquad (92)$$

$$f_i = 0.142\ pulg^2 \times 130000\ lb/pulg^2 - \frac{0.308 \times 3 \times 3{,}413.49 lb}{2x4}(130kpsi/20.007\ kpsi + 1)$$

f_i = 15,507.01 lb = 15.50 kpsi

Por otro lado, la carga de prueba para el perno grado ocho es de S_p =120kpsi. (tabla 23)

Por lo tanto, la carga de prueba será de:

F_p = A_t x S_p (93)

A_t = 0.142 $pulg^2$

S_p = 120 kpsi

F_p = 0.142 $pulg^2$ x 120000 psi = 17,040 psi = 17.04 kpsi

Se recomienda la ecuación para obtener los limites superior e inferior de f_i ,con la consideración que la vibración y el balanceo producen aplanamiento en los puntos salientes. Tomando en cuenta esos criterios el empleo de una precarga elevada f_i es para asegurar el diseño.

$f_i \leq 0.9\ F_p$ (94)

$f_i \leq$ 0.9x 17.04 kpsi

$f_i \leq$ 15.66 kpsi

Está bien la utilización de 4 pernos de acero grado 8 de 1/2 “x 2”

Por otro lado

f_i = $A_t\ S_y$ - C N P (95)

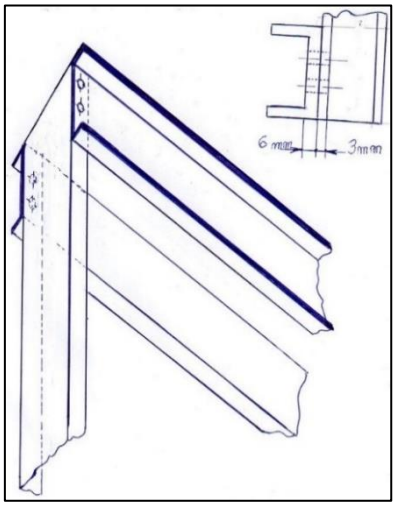
$$N = \frac{A_t\ S_y - f_i}{C\ P}$$

$$N = \frac{0.142\ pulg^2\ 130{,}000\ psi - 15{,}507\ lb}{0.3088 \times 3413.49\ lb} = 2.80$$

Se verifica la cantidad de pernos utilizada, por lo que se determina en utilizar 4 pernos de acero grado 8 de 1/2”x 2”.

Figura 31

Utilizar cuatro pernos grado ocho de ½"x 2"



3.3.8. Cálculo de cables de tracción del ascensor

Los cables de tracción de los ascensores son de forro externo en acero y con un alma de fibra lubricada. El tipo de cable a utilizar será el **8x19S +FC-8mm** para el motor de tracción y para el limitador de velocidad o gobernador. Donde 8x19S significa 8 pequeños grupos de cables de 19 hilos de acero y estos pequeños cables están alrededor de la fibra lubricada (Figura 34).

De acuerdo con la recomendación del proveedor del motor eléctrico "Alberto Sassi "serán 8 cables de 8mm. Miravete y Larroudé (1998, p.187) menciona "La carga de rotura del cable de acero para ascensores en comparación a la carga a transmitir debe de tener un factor de seguridad mínimo de 8"

Para el cálculo del cable del ascensor, se tomará primero el dato de la Tabla 24 en donde tenemos el peso del cable 21.8 Kg/100m (0.218 kg/m).

Tomamos los siguientes datos:

Peso de la cabina cargada P_{cc} = P_c + C_u = 550kg + 450kg =1000kg = 9,810 N

Peso del contrapeso $P_{contrapeso}$ =775kg = 7,602.75 N

Peso del cable en el ducto cuando está soportando la cabina en toda su longitud, teniendo en cuenta que son 5 cables determinados por el fabricante del motor Asíncrono, Alberto Sassi.

El edificio consta de 8 pisos con una altura de 2.50m por piso, dando un total de 20m.

Calculando el peso del cable P_{cable} :

P_{cable} = 0.213 kg/m x 20m x 5 =21.3kg = 208.95 N

Para calcular la fuerza de fricción entre la polea y el cable (Pinto ,2021, p.70).

f_{fricc} = (0.5x C_u + P_c + P_c) 0.01

f_{fricc} = (0.5 x 450 kg + 550 kg + 550kg) 0.01 =13.25kg

f_{fricc} = 13.25kg x 9.8 m/s^2 =129.98 N

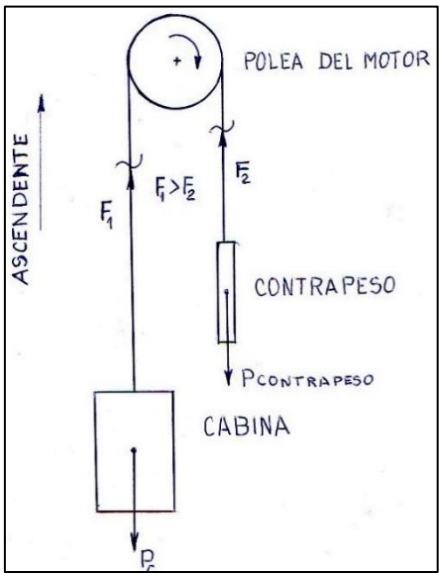
Se analiza en dos situaciones.

a) Analizando la cabina ascendente con su carga útil.

Bajo esta condición la tensión del cable que sujeta a la cabina es mayor en referencia al cable que sujeta al contrapeso.

Figura 32

Cabina del ascensor ascendiendo con su carga útil.



Calculando la inercia de la cabina cargada:

I_c Inercia de la cabina cargada.

I_c = m x a

Donde a es la aceleración de la cabina del ascensor y que “las aceleraciones utilizadas por los ascensores oscilan entre 0.5 m/s^2 para los ascensores lentos y 1.5 m/s^2

para los ascensores rápidos. No se aconsejan aceleraciones mayores porque resultan molestas para los usuarios" (Miravete y Larroudé,1998, p.65).

P_c = peso de cabina vacía = 550 kg = 5395.5N

m = peso de cabina con carga útil = 550kg + 450kg =1000kg

I_c = m_c x a = 1000 kg x 0.5 m/s^2 =500N

Calculando la inercia del contrapeso

$I_{contrapeso}$ =m_1 x a = Peso del contrapeso x a = 775kg x 0.5 m/s^2 = 387.50 N

La carga total que soporta el cable es de :

F= P_{cc} + f_{fricc} + $P_{contrapeso}$ + I_c + $I_{contrapeso}$ + P_{cable} =

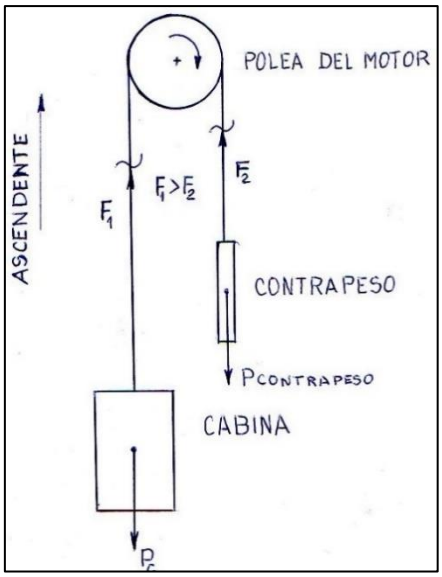
F = 9810N +129.98N +7602.75N + 500N + 387.50N +208.95 N =18,639.18N.

b) Analizando la cabina ascendente sin carga útil.

En esta condición la tensión del cable que sujeta a la cabina es mayor en referencia al cable que sujeta al contrapeso.

Figura 33

Cabina del ascensor ascendiendo sin carga útil.



Calculando la inercia de la cabina vacía:

$I_{c\ vacia}$ =$m_{c\ vacia}$ x a =550 kg x 0.5 m/s^2 =275N

Calculando la fuerza de detención de la polea:

La energía cinética de la cabina vacía durante la elevación es la misma del descenso del contrapeso.

Por tanto:

$$E_c = \frac{m \times v^2}{2} = \frac{775\ kg \times (1\ m/s\ )^2}{2} = 387.5\ J$$

También $e = \frac{1 \times v^2}{2 \times a_{frenado}}$

v = velocidad del ascensor = 1 m/s

$a_{frenado}$ =aceleración de frenado = 0.5 m/s^2

$$e = \frac{1 \times v^2}{2 \times a_{frenado}} = \frac{1 \times (1\ m/s\ )^2}{2 \times (0.5\ m/s^2\ )} = 1\ m$$

Calculando la fuerza de detención de la polea F_p con la ecuación:

$F_p \times e = E_c$

$$F_p = \frac{E_c}{e} = \frac{387.5\ J}{1\ m} = 387.5\ N$$

La carga total que soporta el cable es de:

$F = P_{contrapeso} + P_c + f_{fricc} + I_{c\ vacia} + I_{contrapeso} + F_p =$

F =7,602.75 N + 5,395.5 N +129.98 N +275 N +387.50 N + 387.50 N =14,178.23 N

Concluimos que la máxima carga en los cables se produce en el caso 1 (Cabina ascendente con carga útil) que tiene un valor de 18,639.18 N.

Como se está considerando 5 cables de 8 mm, calculamos la tensión por cada cable:

$$T_{por\ cable} = \frac{18{,}639.18\ N}{5} = 3{,}727.83\ N$$

Factor de seguridad

$$Fs = \frac{30{,}800\ N}{3{,}727.83\ N} = 8.26$$

Con ello se cumple lo recomendado por el autor Miravete y Larroudé (1998, p.187).

Por lo tanto, el cable **8x19S +FC-8mm** es el adecuado.

Tabla 24

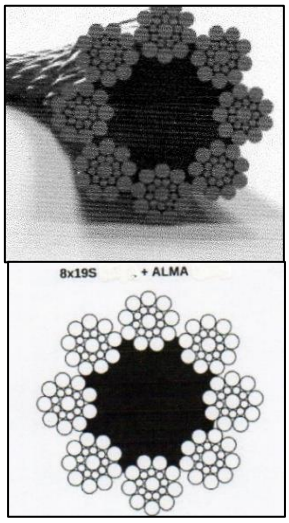
Cable de acero con alma de fibra lubricado.

8×19S+Fc, 8×19W+Fc, 8×25Fi+Fc								
Structure	8×19S+Fc		8×19W+Fc		8×25Fi+Fc			
Nominal diameter	Weight	Minimum breaking force /kN						
mm	kg/100m	Dual Intensity /MPa				Single Intensity /MPa		
		1180/1770	1320/1620	1370/1770	1570/1770	1570	1620	1770
8	21.8	25.7	26.5	28.1	30.8	29.4	30.4	33.2
9	27.5	32.5	—	35.6	38.9	37.3	—	42
9.5	30.7	36.2	37.3	39.7	43.6	41.5	42.8	46.8
10	34	40.1	41.3	44	48.1	46	47.5	51.9
11	41.1	48.6	50	53.2	58.1	55.7	57.4	62.8
12	49	57.8	59.5	63.3	69.2	66.2	68.4	74.7
12.7	54.8	64.7	66.6	70.9	77.5	74.2	76.6	83.6
13	57.5	67.8	69.8	74.3	81.2	77.7	80.2	87.6
14	66.6	78.7	81	86.1	94.2	90.2	93	102
14.3	69.5	82.1	—	—	98.3	—	—	—
15	76.5	90.3	—	98.9	108	104	—	117
16	87	103	106	113	123	118	122	133
17.5	104	123	—	—	147	—	—	—
18	110	130	134	142	156	149	154	168
19	123	145	149	159	173	166	171	187
20	136	161	165	176	192	184	190	207
20.6	144	170	—	—	204	—	—	—
22	165	194	200	213	233	223	230	251

Nota. Fuente Shanghái metal corporation-2018

Figura 34

Corte transversal del cable de acero para ascensores



Nota. Fuente Shanghái metal corporation-2018

3.3.9. Selección de motor del ascensor

Para la determinación de la potencia del motor se realiza la consulta a la empresa española de motores para ascensores **Alberto Sassi Spain**, quien es el proveedor. Se envía los datos del ascensor como la carga útil (6 pasajeros), el recorrido total en el ducto

(número de pisos), la velocidad de recorrido y la relación de tracción. El motor solicitado es un motor Asíncrono con caja reductora para el ascensor a diseñar(fig.35).

Los datos son los siguientes:

Ascensor con cuarto de máquinas.

N = número de Pasajeros= 6

C_u = Carga útil = 450 kg

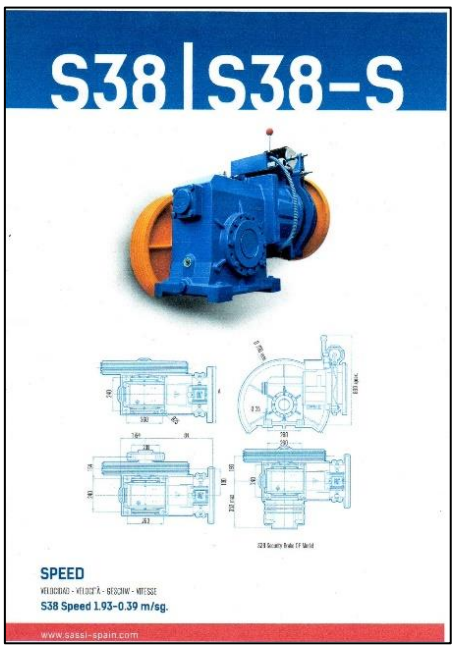
$v_{ascensor}$ = velocidad del ascensor = 1 m/s

r_{total} = recorrido total =24m

$R_{traccion}$ = relación de tracción= 1/1

Figura 35

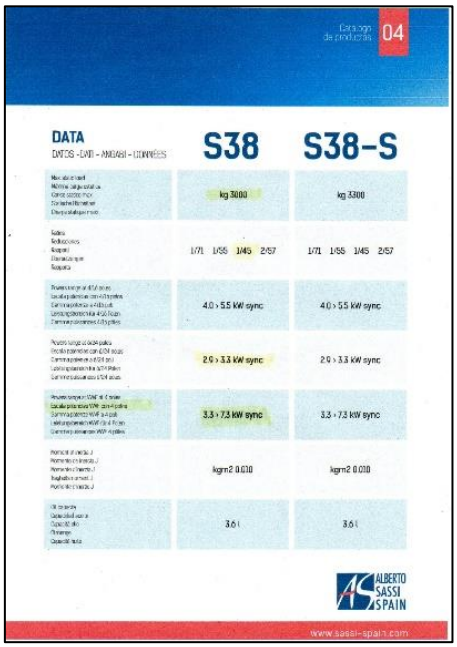
Motor Asíncrono de 5.5 kW



Nota. Fuente Alberto Sassi -2020

Figura 36

Datos técnicos del motor



Nota. Fuente Alberto Sassi -2020

Recomiendan un motor Asíncrono de 4 polos, con una potencia de 5.9 KW, con RPM 1500 y una relación de transmisión motor-caja reductora 1/45. La instalación del motor es en el cuarto de maquinas

El cálculo del motor es de acuerdo a las normas técnicas establecidas por la norma europea EN 81. Los motores son diseñados por Alberto Sassi con pruebas de simulación a plena carga y velocidad, emitiendo su certificado de calidad.

3.3.10. *Selección de polea del ascensor*

La polea de tracción es proveída y determinada por la empresa Alberto Sassi Spain, para lo cual indican el número de cables de acero que debe tener. Para el caso nuestro recomendaron una polea de fierro fundido con diámetro de 700mm y con gargantas para 5 cables de acero de 8mm (fig.37).

Figura 37

Polea de 700mm y 5 cables de acero en motor

Nota. Fuente Condominio Torres del Campo- Comas (2023)

3.3.11. *Selección de la maniobra de control del ascensor*

Las maniobras de control son proveídos por la empresa española Carlos Silva especialista en maniobras de control modelo Hidra Crono para ascensores. Las maniobras de control Hidra Crono fabricadas por la empresa Carlos Silva están de acuerdo a la norma europea EN81.

Las maniobras de control es el “cerebro “del ascensor, es la que recibe, procesa y ejecuta las llamadas de la botonera de cabina ordenando al motor su funcionamiento o parada, controla el movimiento de la cabina posicionándolo en cada piso, activa las seguridades del ascensor cuando hay una mala acción o causa externa que pone en riesgo su normal funcionamiento.

Tiene en sus componentes un variador de frecuencia, contactores, relés, sensores de piso, botón para accionamiento en inspección, tarjetas electrónicas, cable viajero de cabina, entre otros componentes. Su ubicación es en la sala de máquinas conjuntamente con el motor.

La maniobra Control Hidra Crono se solicita con los siguientes datos a la empresa española Carlos Silva:

Ascensor con cuarto de máquinas.

Tipo motor Asíncrono

P_{motor} = Potencia del motor= 5.9Kw

RPM_{motor} = rpm del motor = 1500

V = voltaje de alimentación de corriente = 220V.

N = número de Pasajeros = 6

$N_{paradas}$ = número de paradas del ascensor =8

C_u = carga útil = 450 kg

$v_{\ ascensor}$ = velocidad del ascensor =1 m/s

r_{total} = recorrido total =24m

$N_{accesos}$ = número de accesos =1

Selectiva = recoge en bajada y subida

Luego del cual nos proporciona la maniobra de control Hidra Crono probadas y certificadas (fig.38).

Figura 38

Maniobra de Control Hidra Crono

Características Generales		
Características	**HIDRA Crono**	**KDT Evo**
Tipo de recogida	Universal Selectiva	Universal
Instalación con pre montaje	SI / opción NO	SI / opción NO
Velocidad	Ajustable según normativa	
Tensión de entrada	230VAC monofásica 230VAC trifásica 400VAC Otro	
Tensión de válvulas	24 VDC por defecto Configurable AC/DC Otro	
Paradas	2-32 paradas	2-8 paradas
Iluminación cuadro de control	✓	✓
I/O Extras Programables	6 entradas/salidas en caja de revisión 8 entradas/salidas módulo de foso 2 entradas/salidas módulo de piso 64 entradas/salidas módulos de expansión	6 entradas/salidas en caja de revisión 32 entradas/salidas módulos de expansión
Control de temperatura	Control de temperatura ambiente Control de temperatura motor Control de temperatura motor de puertas Control de temperatura de foso Control de temperatura de aceite	Control de temperatura motor Control de temperatura de aceite
Ahorro energético	Temporizador luz cabina y display Modo stand-by	
Posicionamiento	Mediante Imanes SPS – *Shaft Positioning System* (encoder absoluto)	Mediante imanes
Retorno a planta	Retorno a planta definida Retorno desde sótanos	Retorno a planta definida
Aparcado	✓	✓
Nivelación	Permite nivelación con puertas abiertas y cerradas	
Llamadas especiales	Llamadas prioritarias Llamadas urgentes Llamadas no negociables (ascensores en grupo)	-

Nota. Fuente Empresa Carlos Silva-2023

3.3.12. *Selección del resorte hidráulico del ascensor*

Es un accesorio de seguridad que actúa cuando el ascensor supera la velocidad programada y está en proceso de frenado progresivo, evitando la paralización brusca al paralizar llegando al fondo del pozo Pit(fig.40).

Los resortes para los ascensores son hidráulicos y la capacidad es de acuerdo a la carga y velocidad. Los resortes Hidráulicos actúan cuando la estructura de cabina llega hasta el fondo del pozo Pit o la estructura del contrapeso llega hasta el fondo del pozo Pit.

Existirán 2 resortes hidráulicos, siendo uno para la estructura de cabina y otro para la estructura del Contrapeso.

El resorte hidráulico se solicita con los datos siguientes:

Velocidad nominal ≤ 2.5 m/s

Capacidad 600Kg-3000kg

Altura total 700mm

Altura de compresión 175mm

Siendo para este caso el modelo **OH-175** (fig.39).

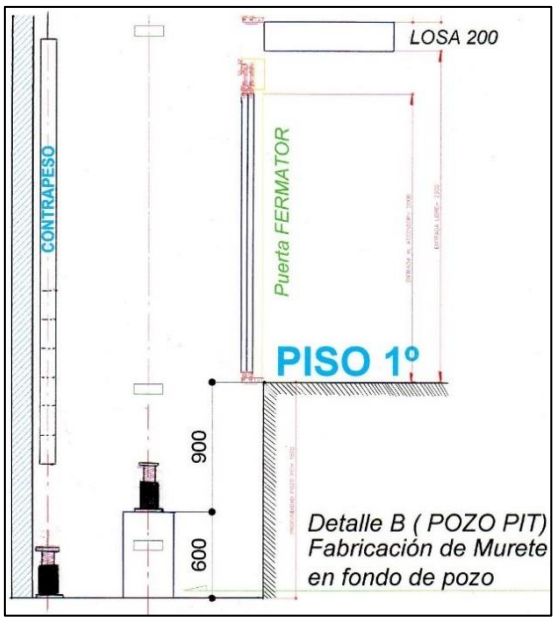
Figura 39

Resorte hidráulico

Nota. Fuente Ningbo Aodepu elevator components Co., Ltd.-2018

Figura 40

Ubicación de resorte hidráulico en pozo Pit



3.3.13. *Selección del limitador de velocidad o gobernador*

Es un accesorio de seguridad del ascensor que controla durante el viaje de la cabina su velocidad programada, comunicando la acción de frenado cuando lo supera. El limitador de velocidad o Gobernador es el regulador de la velocidad del ascensor y actúa directamente en la barra de los frenos progresivos o paracaídas cuando excede la velocidad programada, haciendo que la cabina del motor se pare progresivamente al actuar las cuñas del Paracaídas (fig. 42). Se selecciona en función de la velocidad y el cable que utiliza es de 8mm para este caso.

El limitador se solicita con los siguientes datos:

Velocidad 0.63m/s – 2.5 m/s

Diámetro de Polea ø 240mm

Diámetro de Cable ø 8mm

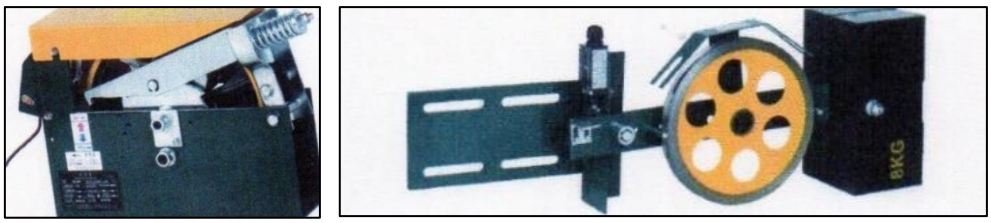
Fuerza de frenado ≥ 50.96kg

Carga de tensión 18kg

Siendo para este caso el modelo **OX-240** (fig.41).

Figura 41

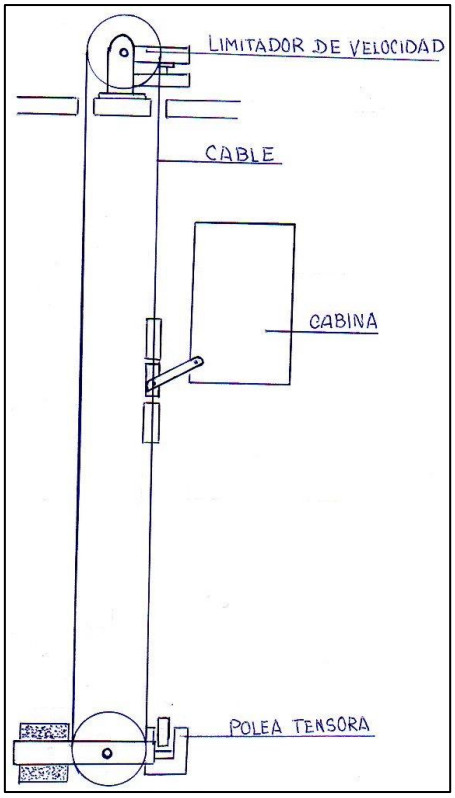
Limitador de velocidad o gobernador



Nota. Fuente Ningbo Aodepu elevator components Co., Ltd.-2018

Figura 42

Accionamiento del limitador de velocidad



3.3.14. *Selección del paracaídas o freno progresivo del ascensor*

Es un accesorio de seguridad y actúa cuando el ascensor supera la velocidad programada y esta comunicación es enviada por el limitador de velocidad o gobernador. Este freno va debajo de la cabina del ascensor (fig.44) y actúa bajo la activación del gobernador o limitador de velocidad cerrando las cuñas para el frenado progresivo de la cabina sea en subida o bajada.

Su selección es de acuerdo a la velocidad y carga:

Velocidad nominal $\leq$ 2.5 m/s

Capacidad 1000kg- 4000kg

Siendo para este caso el modelo **OX-210A** (fig.43).

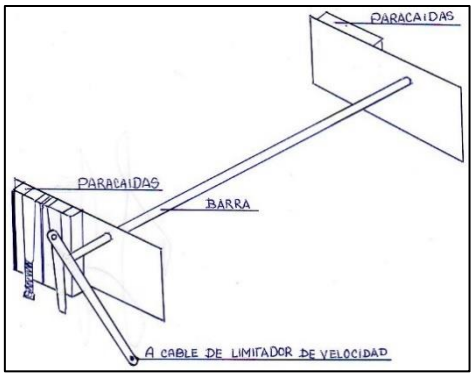
Figura 43

Freno progresivo o paracaídas

Nota. Fuente Ningbo Aodepu elevator components Co., Ltd.-2018

Figura 44

Instalación del paracaídas debajo de cabina



3.3.15. *Selección de la cortina luminosa*

La cortina luminosa es un accesorio de seguridad que controla el tiempo de apertura de la puerta de ingreso a la cabina y ante cualquier demora por acciones externas paraliza el ascensor. Va ubicada verticalmente al costado lateral de la puerta de ingreso colocando una cortina a cada extremo.

Su selección es de acuerdo con su longitud y distancia de detección:

Longitud = 1.8m

Distancia de detección = 400mm.

Siendo para este caso el modelo **SFT-620** (fig.45).

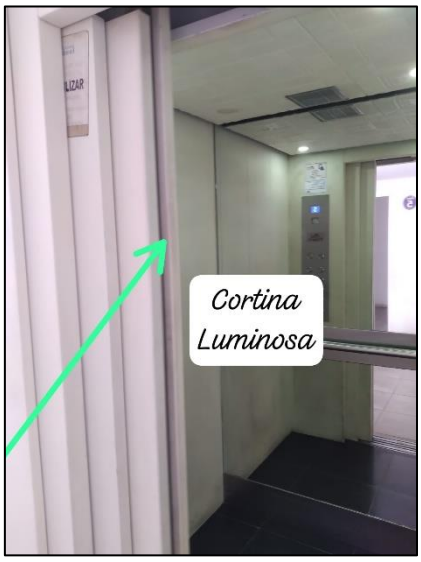
Figura 45

Cortina luminosa de puerta de acceso

Nota. Fuente Shanghai LJ Trading Co.LTD-2023

Figura 46

Ubicación de cortina luminosa (entre puerta de cabina y de hall)



Nota. Fuente Condominio Torres del Campo- Comas (2016)

3.3.16. *Selección del pesacarga*

Pesacarga es un accesorio de seguridad que controla la cantidad de personas que deben de ingresar a la cabina y para lo cual el ascensor ha sido programado. El control lo realiza considerando el peso de 75kg por persona haciendo un total de 450kg para 6 personas y de cuyo valor no debe exceder.

Siendo para este caso el modelo **EWD-H-P1** (fig.47).

Figura 47

Pesacarga

Nota. Fuente Shanghai Sunny Elevator Co Ltd. 2023

3.3.17. *Selección de tensores o sujetadores*

Los tensores o sujetadores son accesorios con los cuales se fijan los cables de acero tanto en la estructura de cabina y estructura de contrapeso. Vienen para diferentes de diámetros de cable de acero, para nuestro caso es de ocho mm

Siendo para este caso el modelo **STF-8** (fig.48)

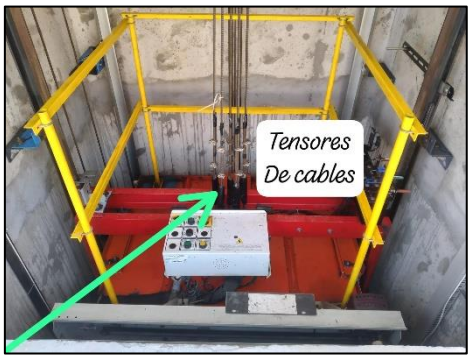
Figura 48

Tensores o sujetadores de cables

Nota. Fuente Shanghai LJ Trading Co.LTD-2023

Figura 49

Ubicación de tensores en bastidor de cabina.



Nota. Fuente Condominio Torres del Campo- Comas (2016)

3.3.18. *Selección de corredizas de guías de cabina y contrapeso*

Las corredizas de guías son accesorios que van instalados en la estructura de cabina y estructura de contrapeso y cumplen la función de ir montados en las guías del ascensor para su desplazamiento.

Su selección es de acuerdo a la velocidad y medida del canal para la guía:

Velocidad ≤ 1.75 m/s

Canal ancho =16 mm

Siendo para este caso el modelo **OX-029** (fig.50).

Figura 50

Corredizas de guías de cabina y contrapeso

Nota. Fuente Ningbo Aodepu elevator components Co., Ltd.-2018

3.3.19. Selección de puerta de cabina y puertas de pasillo

Las puertas de ingreso a la cabina del ascensor son de dos tipos, uno es la puerta de cabina y otro la puerta de pasillo.

La puerta de cabina (fig.52) va instalada en la cabina del ascensor, viaja juntamente con la cabina siendo una puerta de cabina por ascensor. La puerta de cabina tiene operador con variador de frecuencia. Las puertas de pasillo (fig.51) van instaladas en cada piso del edificio son fijas, para nuestro caso son ocho puertas que se van instalar en total.

Cuando la cabina llega a un piso la puerta de cabina sujeta a la puerta de pasillo abriendo conjuntamente ambas, pero bajo ningún motivo la puerta de pasillo se puede abrir independientemente por el anclaje que se acciona cuando se realiza la apertura.

Las puertas que se eligió para este proyecto es la marca FERMATOR de procedencia española, una empresa transnacional con muchas sucursales en el mundo. Se considero la apertura de puerta izquierda, de dos hojas, con un acceso de 800mm de ancho y una altura de 2000mm.

Siendo para este caso el modelo 40/10, que está constituido por 2 marcos verticales y un marco horizontal.

Figura 51

Puerta de pasillo o hall

Nota. Fuente Condominio Torres del Campo- Comas (2016)

Figura 52

Puerta de cabina

Nota. Fuente Condominio Torres del Campo- Comas (2016)

3.3.20. Inspecciones y ensayos antes de la puesta en servicio

Para la puesta en servicio del ascensor se deberá tomar en cuenta las siguientes consideraciones recomendadas por la norma EN-81:

- Inspección visual de toda la instalación mecánica para los ajustes necesarios.
- Inspección visual de las conexiones eléctricas para los empalmes convenientes.
- Verificación del cierre de puerta en cada piso.
- Verificación del nivel de piso de la cabina con respecto al pasillo de salida.
- Verificación del freno del motor.
- Verificación de la potencia y amperaje del motor.
- Verificación de los sistemas de seguridad.
- Verificación del equilibrio de cargas con la intensidad de corriente del ascensor.
- Verificación de los finales de carrera superior e inferior.
- Con la opción del ascensor ¨inspección¨, hacer el recorrido ascendente y descendente.

Tabla 25

Componentes determinados del ascensor diseñado - 1

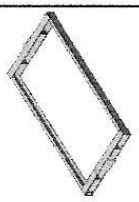
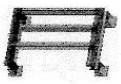
PARTES DEL ASCENSOR	PROCEDENCIA	FIGURA
CABINA: Material en acero inoxidable C304 ,espesor 1.5mm acabado satinado .Paredes laterales y falso techo .Planchas Inoxidable C 304 Satinado 1.5mmx1.20mx2.4m .	LOCAL	
ESTRUCTURA DE CABINA: Perfil UPN 120 y Angulo 1/4" 2"x 2" ,material acero ASTM 36.	LOCAL	
ESTRUCTURA DE CONTRAPESO: Perfil UPN 100 y canal 1/8"x4"x2",material acero ASTM66.	LOCAL	
BLOQUE DE CONTRAPESO: Material de concreto 210 kg/cm2.	LOCAL	
ESTRUCTURA DE MOTOR: Perfil HEB,Material acero ASTM 36	LOCAL	
GUIAS DE CABINA : Perfil T90/B ,Material acero ASTM 36 .	CHINA	
GUIAS DE CONTRAPESO: Perfil T90/B ,material Acero ASTM 36.	CHINA	
CABLES DE ACERO PARA MOTOR : Cables de acero con alma de fibra lubricada 8x19S+ FC -8mm	CHINA	
CABLES DE ACERO PARA LIMITADOR DE VELOCIDAD: Cables de acero con alma lubricada 8x19S+FC-8mm	CHINA	

Tabla 26

Componentes determinados del ascensor diseñado - 2

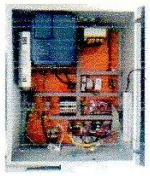
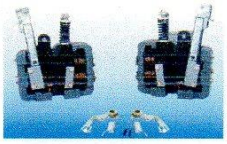
PARTES DEL ASCENSOR	PROCEDENCIA	FIGURA
MOTOR ELECTRICO: Asincrono para ascensor con cuarto de maquinas.Potencia 5.9 kw,1500 rpm y reductor 1/45.	ESPAÑA	
MANIOBRA DE CONTROL: Hidra Crono para ascensor con cuarto de maquinas.Potencia 5.9 kw,variador de potencia 50Hz,8 paradas y una entrada.	ESPAÑA	
PUERTAS DE CABINA : Modelo 40/10.De dos hojas con Operador izquierda con ancho de puerta 800mm y operador de puerta.Altura 2000mm.	ESPAÑA	
PUERTAS DE HALL : Modelo 40/10. De dos hojas de apertura izquierda con ancho de puerta 800mm.Altura 2000 mm	ESPAÑA	
TENSORES PARA CABLES DE ACERO. Modelo ST-8 .Para cable de 8 mm	CHINA	
CORREDIZAS DE CABINA: Modelo OX-29.Para guias de 16 mm.Velocidad ≤ 1.75 m/s.	CHINA	
CORREDIZAS DE CONTRAPESO: Modelo OX-029.Para guias de 16 mm.Velocidad ≤ 1.75 m/s.	CHINA	

Tabla 27

Componentes determinados del ascensor diseñado - 3.

PARTES DEL ASCENSOR	PROCEDENCIA	FIGURA
LIMITADOR DE VELOCIDAD O GOBERNADOR : Modelo OX-240.Fuerza de frenado 51 kg. Velocidad ≤ 2.5 m/s.Regulado para velocidad de 1 m/s .	CHINA	
PARACAIDAS O FRENO PROGRESIVO: Modelo OX-210A, velocidad ≤ 2.5 m/s,capacidad hasta 4000kg.	CHINA	
CORTINA LUMINOSA: Modelo SFT-620 .De 1.80 m,distancia de deteccion hasta 400mm.	CHINA	
PESACARGA Modelo EWD-H-P1.	CHINA	
RESORTES HIDRAULICOS: Modelo OH-175,velocidad ≤ 1.6 m/s,capacidad hasta 3000kg.	CHINA	

CAPITULO IV

Resultados, Contrastación De Hipótesis Y Discusión De Resultados

4.1 Resultados

4.1.1 *Personas a transportar en la cabina*

Tabla 28

Cantidad de pasajeros y peso por persona

Cantidad	6
Carga útil	450 kg
Peso /Persona	75kg

4.1.2 Recorrido del ascensor

Tabla 29

Recorrido del ascensor y número de pisos

Número de pisos	8
Altura Total	24.5 m
Cuarto de Maquina	Sí
Velocidad	1 m/s

4.1.3 Guías de cabina

Tabla 30

Datos de la guía de cabina

Perfil	T 90/B
Material	ASTM 36
Longitud(m)	5
Cantidad	9
Espesor de riel (mm)	16
Procedencia	China

4.1.4 Guías de contrapeso

Tabla 31

Datos de la guía de contrapeso

Perfil	T 90/B
Material acero	ASTM 36
Longitud(m)	5
Cantidad	9
Espesor de riel (mm)	16
Procedencia	China

4.1.5 Soporte de motor

Tabla 32

Datos de perfil para soporte del motor

Perfil	HEB
Material acero	ASTM36
Longitud(m)	1.5
Cantidad	2
Espesor Alma (mm)	7
Espesor Ala (mm)	9

4.1.6 Cable de acero del motor

Tabla 33

Datos del cable de acero del motor

Tipo	8x19S +FC-8mm
Diámetro	8 mm
Longitud	23m
Cantidad	5
Procedencia	China

4.1.7 Viga del bastidor de cabina

Tabla 34

Datos de perfil para viga del bastidor de cabina

Perfil UPN	UPN 120
Material acero	ASTM 36
Longitud(m)	1.3
Cantidad	4

4.1.8 Perfil lateral del bastidor de cabina

Tabla 35

Datos de perfil lateral del bastidor de cabina

Perfil Angulo	1/4 " x2"x 2"
Material acero	ASTM 36
Longitud(m)	3
Cantidad	4

4.1.9 Viga del bastidor de contrapeso

Tabla 36

Datos de perfil para viga del bastidor de contrapeso

Perfil UPN	UPN 100
Material acero	ASTM 36
Longitud(m)	1.3
Cantidad	4

4.1.10 Perfil lateral del bastidor de contrapeso

Tabla 37

Datos de perfil lateral del bastidor

Perfil C	1/8 "x 4" x 2"
Material acero	ASTM 36
Longitud(m)	2.6
Cantidad	2

4.1.11 Pernos del bastidor de cabina

Tabla 38

Datos de pernos del bastidor de cabina

Perno hexagonal	3/4"x 2 1/4"
Material acero	SAE 4140
Grado	8
Cantidad	16

4.1.12 Pernos del bastidor de contrapeso

Tabla 39

Datos de pernos del bastidor de contrapeso

Perno hexagonal	1/2"x 2 "
Material	SAE 4140
Grado	8
Cantidad	16

4.1.13 Motor eléctrico

Tabla 40

Datos del motor eléctrico

Tipo	Asíncrono
Potencia (kW)	5.9
RPM	1500
Reductor	1 a 45
Numero Polos	4
Procedencia	España

4.1.14 Polea de motor

Tabla 41

Datos de polea del motor

Material	Fierro Fundido
Diámetro (mm)	700
N° de canales (8mm)	5
Procedencia	España

4.1.15 Maniobra de control

Tabla 42

Datos de la maniobra de control

Modelo	Hidra Crono
Potencia (kW)	5.9
Variador	50 Hz
N° paradas	8
N° entradas	1
Procedencia	España

4.1.16 Limitador de velocidad o gobernador

Tabla 43

Datos del limitador de velocidad

Modelo	OX-240
Velocidad (m/s)	<= 2.5
Capacidad de frenado (kg)	>= 51
Polea(mm)	240
Cable(mm)	8
Procedencia	China

4.1.17 Paracaídas o freno progresivo

Tabla 44

Datos del paracaídas

Modelo	OX-210A
Velocidad (m/s)	<= 2.5
Capacidad (kg)	1000-4000
Procedencia	China

4.1.18 Resorte hidráulico

Tabla 45

Datos del resorte hidráulico

Modelo	OH-175
Velocidad (m/s)	<= 1.6
Capacidad (kg)	600-3000
Altura compresión (mm)	175
Procedencia	China

4.1.19 Cortina luminosa

Tabla 46

Datos de la cortina luminosa

Modelo	SFT-620
Longitud(m)	1.8
Distancia de Detección(mm)	0-400
N° de diodos (par)	17
Procedencia	China

4.1.20 Tensor para cable de acero

Tabla 47

Datos del tensor para cable de acero

Modelo	STF-8
Diámetro de cable(mm)	8
Material	acero
Procedencia	China

4.1.21 Corrediza de guía para cabina y contrapeso

Tabla 48

Datos de corrediza para guía de cabina y contrapeso

Modelo	OX-029
Velocidad (m/s)	<=1.75
Canal (mm)	16
Procedencia	China

4.1.22 Puerta de cabina (Fermator)

Tabla 49

Datos de puerta de cabina

Modelo	40/10
Cantidad	1
Numero de hojas	2
Apertura con operador	Izquierda
Ancho de ingreso (mm)	800
Altura(mm)	2000
Material	Acero inoxidable 304
Procedencia	España

4.1.23 Puertas de hall (Fermator)

Tabla 50

Datos de puertas de hall o pasillo

Modelo	40/10
Cantidad	8
Numero de hojas	2
Apertura	Izquierda
Ancho de ingreso (mm)	800
Altura(mm)	2000
Material	Acero inoxidable 304
Procedencia	España

4.2 *Contrastación* de la Hipótesis

H_o : El diseño de un ascensor basado en normas nacionales e internacionales **no mejora l**a seguridad en el desplazamiento de las personas en un edificio de ocho pisos en un condominio de Comas.

H_i : El diseño de un ascensor basado en normas nacionales e internacionales mejora la seguridad en el desplazamiento de las personas en un edificio de ocho pisos en un condominio de Comas.

Se puede apreciar durante el desarrollo de los cálculos para la realización del diseño del ascensor aplicando la norma técnica A.120, norma técnica EM.70 y la norma española EN81, se asegura las consideraciones de seguridad que se exigen.

Así mismo en la realización del diseño de los accesorios para su fabricación local nos hemos basado en las recomendaciones de otras investigaciones particularizando el cálculo para nuestra carga útil y velocidad, en donde la velocidad máxima del ascensor será controlada por el limitador de velocidad.

También para la fabricación local se ha hecho uso de los catálogos y certificaciones de los proveedores de los materiales para su proceso.

Para la importación del motor y maniobras de control, partes fundamentales para el diseño del ascensor se ha confiado a dos empresas españolas que fabrican de acuerdo a las normas EN81 y estos componentes están certificadas luego de haber sido ensayados en sus laboratorios de pruebas.

Estas seguridades hacen que el ascensor se detenga automáticamente ante cualquier inseguridad en su funcionamiento como sobrecarga de peso en la cabina, demasiada demora en la apertura de las puertas, desnivel en cada piso, alarmas en caso de atrapamiento, ahorro de energía dentro de la cabina cuando está detenida, batería alterna para iluminación en caso de corte de corriente, paralización en caso de incendio, etc.

Así mismo para la importación de los limitadores de velocidad, freno progresivo o paracaídas, guías, cables de acero, resorte hidráulico, etc. se ha confiado la importación a

empresas chinas que tienen la certificación de calidad en sus procesos de fabricación y los productos están convenientemente certificados.

También el diseño de un ascensor considerando la premisa del cumplimiento de las normas vigente tanto local, así como internacional para conseguir una seguridad en su funcionamiento que queda también plasmada en la reducción de las paralizaciones y asegurar la vida útil de sus componentes.

Contrastación de la Hipótesis especifica A)

H_o : Estudio adecuado para el diseño de un ascensor no seguro.

H_i : Estudio adecuado para el diseño de un ascensor seguro.

El estudio adecuado basado en las normas técnicas nacionales e internacional y la utilización de las recomendaciones de otras investigaciones nos conducen a un diseño seguro del ascensor.

Contrastación de la Hipótesis especifica B)

H_o : Selección de elementos necesarios para el diseño de un ascensor no seguro.

H_i : Selección de elementos necesarios para el diseño de un ascensor seguro.

En la selección de los elementos importados necesarios para completar el diseño del ascensor confiado a empresas extranjeras certificadas y diseñando bajo las normas internacionales hacen el diseño sus elementos del ascensor confiables.

Contrastación de la Hipótesis especifica C)

H_o : Insatisfacción en la seguridad de transporte para los residentes del edificio en desplazamiento diario en un edificio.

H_i : Satisfacción en la seguridad de transporte para los residentes del edificio en desplazamiento diario en un edificio.

La satisfacción de los residentes radica en la confiabilidad por la seguridad en el transporte en un ascensor diseñado bajo todas las consideraciones de seguridad asumida en su diseño.

4.3 *Discusión* de resultados.

El diseño del ascensor realizado se ha llevado a cabo bajo la premisa de tener bastante prioridad en la seguridad de sus partes para de esa manera transmitir una confiabilidad a las personas para su uso.

Los avances de otro autor en materia de diseño en la tesis “Diseño de un ascensor eléctrico con capacidad de 300 kg. Para el acceso de personas discapacitadas hasta el tercer nivel del pabellón de aulas de la FIME-UNAC “realiza la evaluación de todos los componentes considerando las seguridades y el factor de seguridad, pero no menciona que la fabricación de los componentes del ascensor debe estar respaldado por empresas calificadas con certificación ISO y certificados por ellos.

Por otro lado, en la investigación de otro autor en la tesis “Análisis de fallas en componentes mecánicos del ascensor de marca Azteca instalados en la academia preuniversitaria ingeniería SAC” en referencia a las continuas fallas de un ascensor no menciona como causa la falta del soporte de certificación en la fabricación de sus componentes.

La Maniobra de control que representa el “cerebro del ascensor “tiene que ser automatizada y según la investigación en la tesis “Automatización de un sistema de ascensores” se tomó para nuestro caso el transporte de selectiva en bajada por ser un edificio multifamiliar, para solamente atender en bajada de la cabina ir recogiendo piso por piso a todas las llamadas. Cosa que no se programó para realizar en subida de la cabina.

Se ha realizado el estudio considerando la seguridad en el diseño del ascensor, asegurando la alta confiabilidad de sus componentes.

También confiando la importación varios componentes esenciales para la instalación a empresas reconocidas a nivel mundial.

La satisfacción de los residentes radico en la confiabilidad de su seguridad en el transporte.

CONCLUSIONES

Se logró el diseño de un ascensor seguro para un edificio de 8 paradas y con una carga útil de 450 kg (6 personas), considerando el uso de las normativas EN 81, EM 070 y la A120 necesarias para el cálculo estructural de componentes y la importación de otros en el diseño del ascensor con los parámetros de seguridad.

Se estableció un procedimiento para el diseño de un ascensor, para edificios con una carga útil de 450Kg (6 personas), usando en los cálculos las normativas necesarias para la seguridad.

Se estableció que la seguridad del ascensor va enfocada también en el menor número de paralizaciones imprevistas que pueda tener, ocasionado por el mal diseño de sus componentes y la falta de certificación.

Se logró satisfacer la seguridad de los residentes considerando el diseño de las estructuras, cabina, etc., así como la importación de otros componentes con la certificación de los materiales a utilizar y la certificación de los componentes a utilizar.

Se consigue el avance de la instalación de los ascensores de acuerdo al avance de la construcción de los edificios, logrando con ello el menor tiempo de instalación.

RECOMENDACIONES

Se recomienda, para realizar la instalación del ascensor diseñado, el uso solamente para edificio de 8 pisos y para carga útil de 450 kg.

Se recomienda que, al realizar la instalación del ascensor, ceñirse a las normas EN81, EM070 y la A120 del marco normativo.

Se recomienda para la instalación la utilización de los componentes diseñados y los componentes importados que se han obtenido en el presente estudio, tengan la certificación respectiva.

Se recomienda para las modificaciones del número de paradas y número de pasajeros, realizar un nuevo cálculo de diseño y una nueva evaluación de los componentes a importar, utilizando el marco normativo.

Referencias

Allen H., Holowenko A. y Laughlin H. (1971). Diseño de Maquinas. s.l.: McGraw-Hill de México S.A. de C.V.

Budynas, R. y Nisbett J. (2012). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. Novena edición.* Editorial Mc Graw Hill.

Condor J. (2020) *Análisis de falla en componentes mecánicos del ascensor de marca Azteca instalado en la academia preuniversitaria Ingeniería SAC-Tesis de Título Profesional-Universidad Nacional del Centro del Perú. http: hdl.handle.net/20.500.12894/6851*

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2019). *Norma Técnica 120 ‘’Accesibilidad Universal en Edificaciones'' del RNE*. Lima.

Ministerio de Vivienda (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma EM.070 Transporte Mecánico*. Lima.

Miravete, A. y Larroudé E. (1998). *Elevadores: Principios e innovaciones.* Barcelona. Editorial Reverte.

Norma Española UNE-EN 81-1 (2001). *Reglas de Seguridad para la construcción e instalación de ascensores.* Madrid. Editorial AENOR.

Paredes D. (2017) *Automatización de un sistema de ascensores-Tesis de Título profesional Universidad de Sevilla -Sevilla. https://hdl.handle.net/11441/69575*

Pinto R. (2021) *Diseño de un ascensor eléctrico con capacidad de 300Kg. Para el acceso de personas discapacitadas hasta el tercer nivel del pabellón de aulas de la FIME-UNAC. Tesis Título Profesional Universidad Nacional del Callao.* http://hdl.handle.net/20.500.12952/5858

Velarde M. (2018) *Diseño mecánico de un ascensor de tracción directa de doble acceso sin sala de máquina con capacidad de 450 Kg. y 7 paradas-Tesis de Título Profesional-Universidad Nacional de ingeniería. Http://hdl.handle.net/20.500.14076/15798*

ANEXOS

ANEXO A MATRIZ DE CONSISTENCIA 1

ANEXO B PLANOS DEL ASCENSOR 2

ANEXO C PLANO DE UBICACIÓN DEL ASCENSOR 6

ANEXO D TABLAS 7

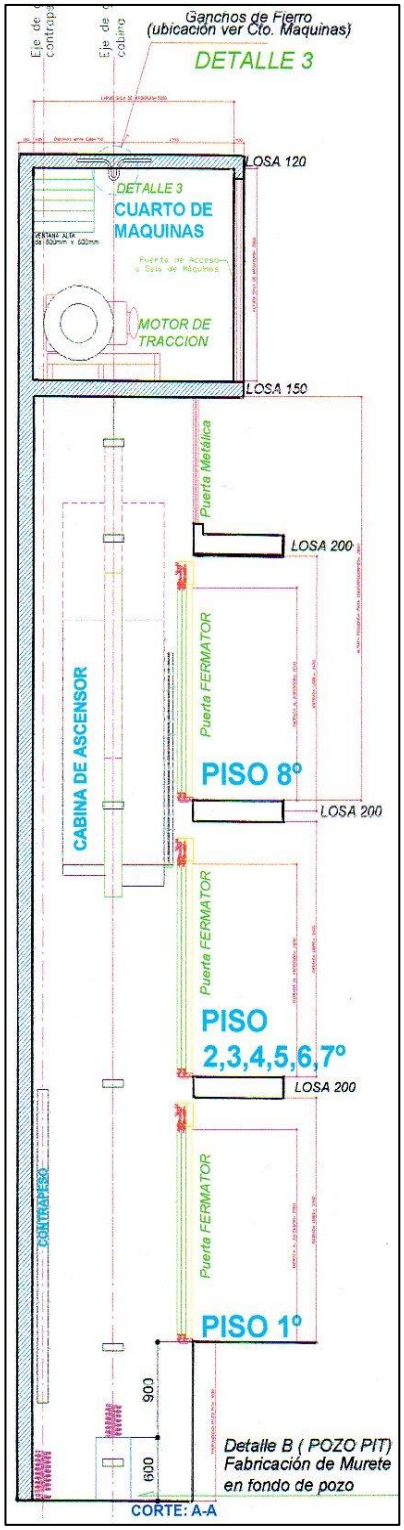
ANEXO E CERTIFICADOS DE CALIDAD 16

ANEXO A Matriz de consistencia

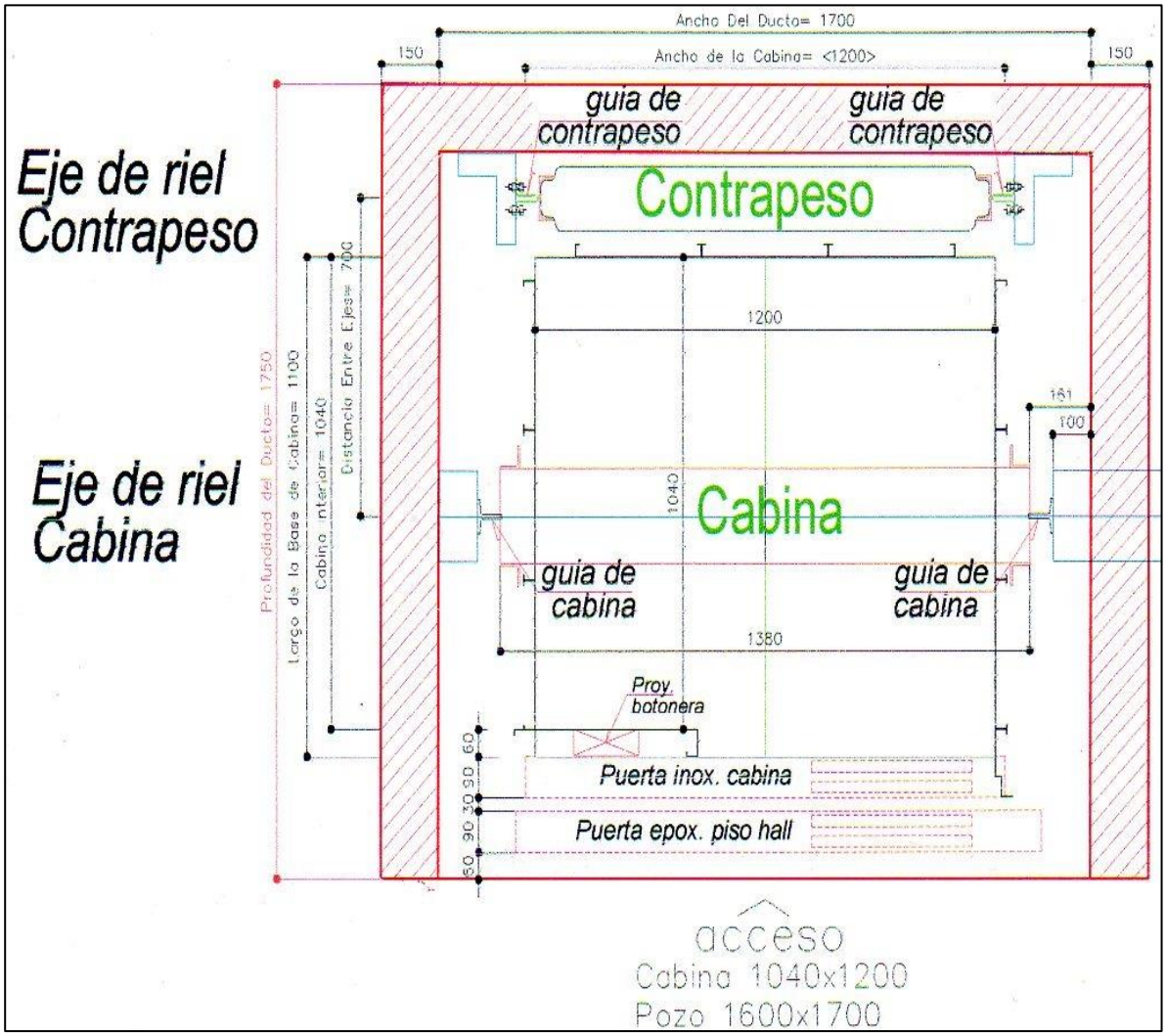
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
Problema general ¿De qué manera se mejora la seguridad en el desplazamiento de las personas en un edificio de ocho pisos en un condominio de comas?	**Objetivo general** Diseñar un ascensor basado en normas nacionales e internacionales para mejorar la seguridad en el desplazamiento de las personas en un edificio de ocho pisos en un condominio de comas.	**Hipótesis general** El diseño de un ascensor basado en normas nacionales e internacionales mejora la seguridad en el desplazamiento de las personas en un edificio de ocho pisos en un condominio de comas.	**Variable independiente** Diseño de ascensor basado en normas nacionales e internacionales. **Variable dependiente** Mejora la seguridad en el desplazamiento de las personas en un edificio de ocho pisos en un condominio de Comas.	**Tipo de investigación.** Aplicada **Nivel de investigación** Descriptivo. **Método de diseño** Cuantitativo. **Diseño**: No experimental**.**
Problema especifico ¿De qué manera consigo un desplazamiento seguro de las personas en un edificio? ¿De qué manera selecciono los componentes necesarios para el diseño de un ascensor seguro? ¿De qué manera satisfago en la seguridad de transporte para los residentes en desplazamiento diario en un edificio?	**Objetivo especifico** Realizar el estudio adecuado para el diseño de un ascensor seguro. Seleccionar los elementos necesarios para el diseño de un ascensor seguro. Satisfacer en la seguridad de transporte para los residentes en desplazamiento diario en un edificio.	**Hipótesis especifico** Estudio adecuado para el diseño de un ascensor seguro. Selección de elementos necesarios para el diseño de un ascensor seguro. Satisfacción en la seguridad de transporte para los residentes en desplazamiento diario en un edificio.		**Población y muestra.** La evaluación de los materiales a utilizar basado en las recomendaciones técnicas.

ANEXO B Planos del ascensor

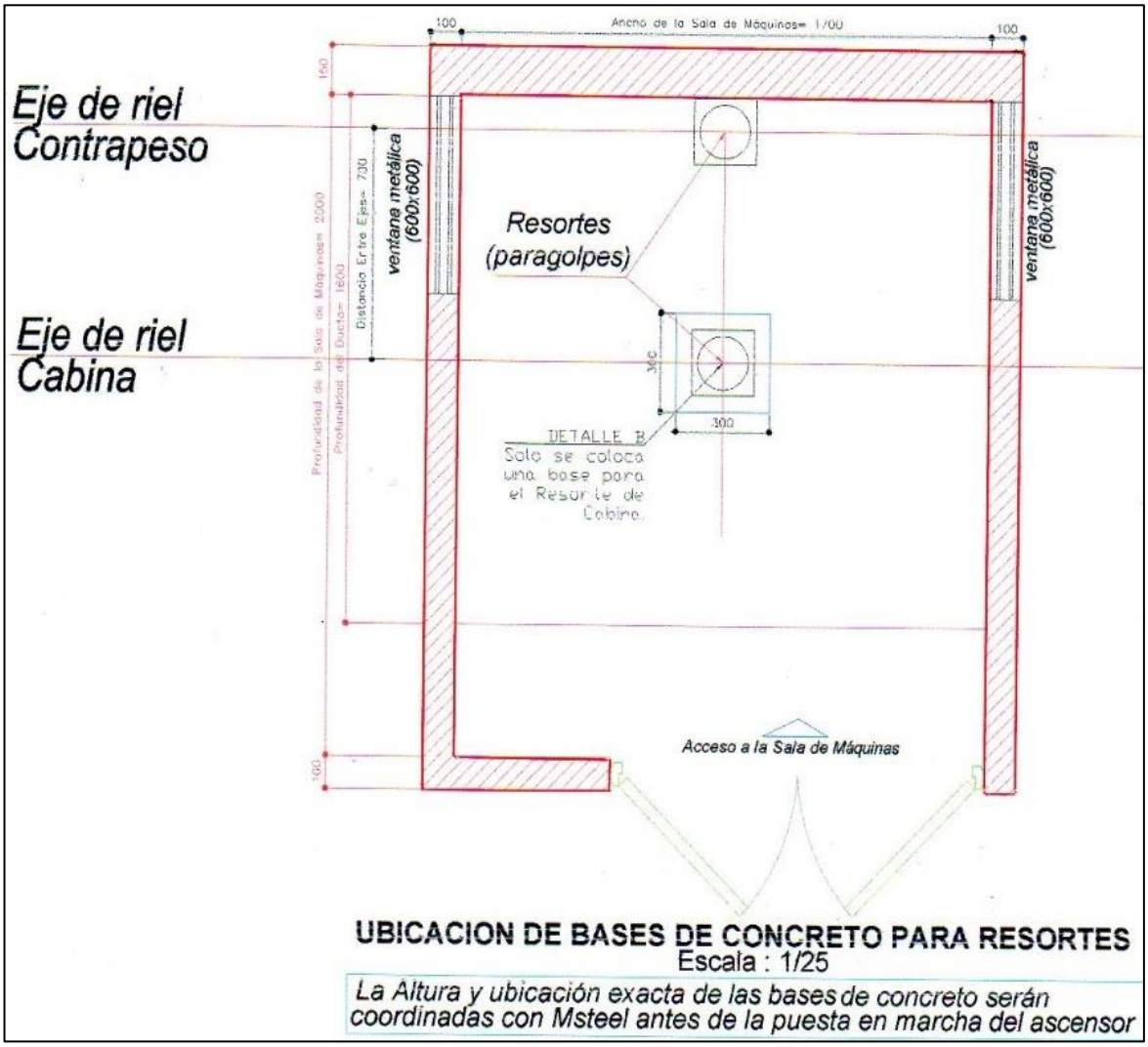
Plano de elevación del ducto



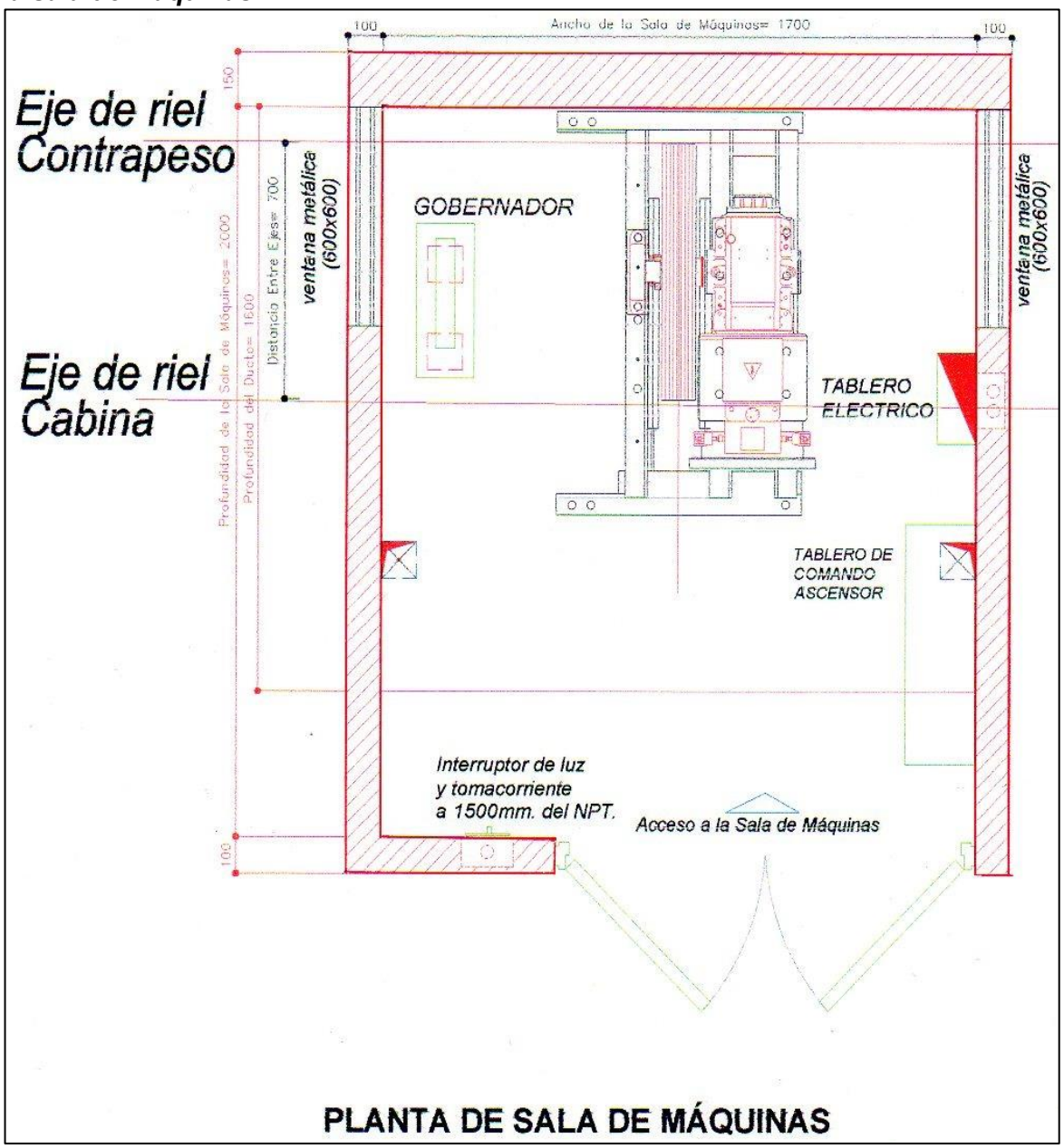
Ubicación de la cabina y contrapeso dentro del ducto



Ubicación de los resortes hidráulicos en el pozo PIT.

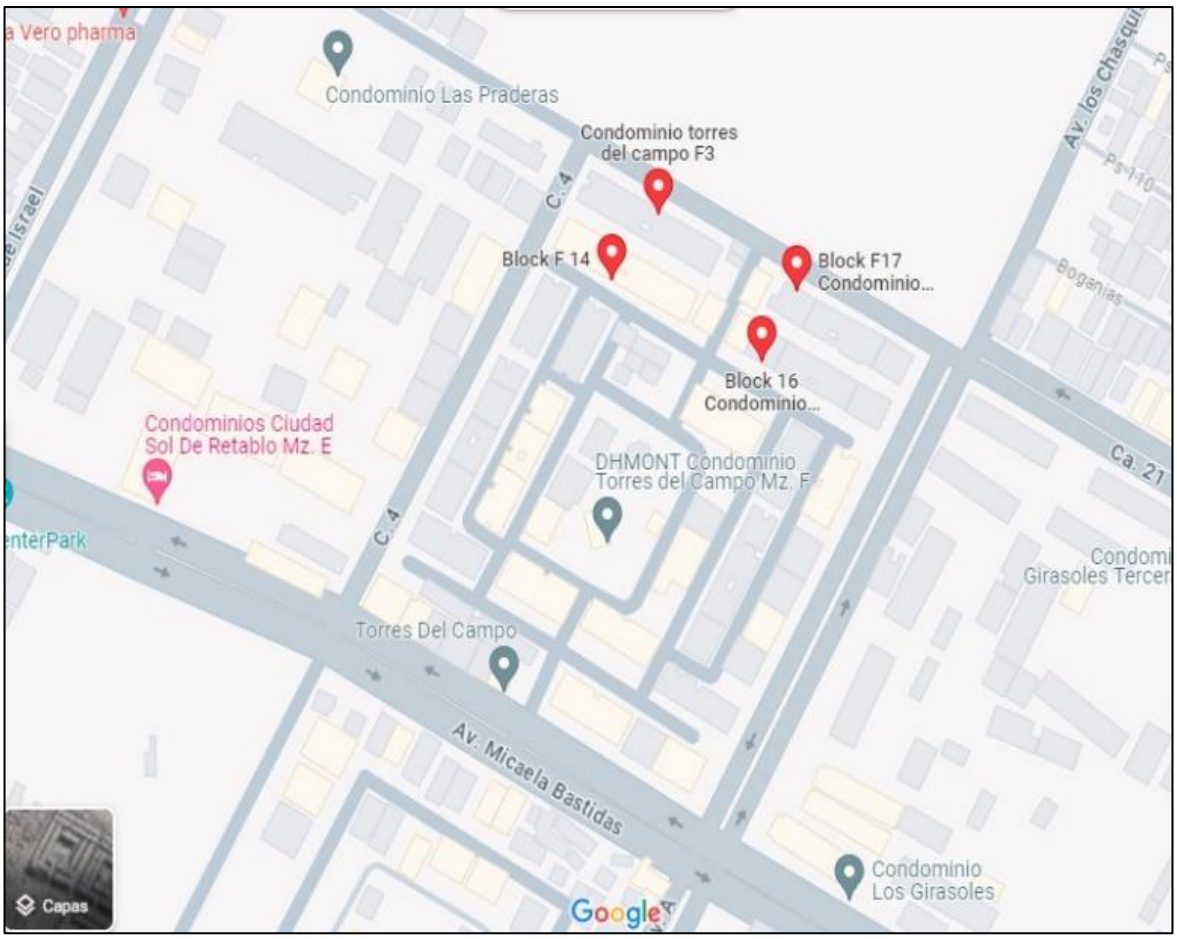


Ubicación del motor, limitador de velocidad o gobernador y maniobra de control en la sala de máquinas



ANEXO C Plano de ubicación del ascensor

Ubicación del edificio F14 del condominio Torres del campo



ANEXO D Tablas

Operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VI: Diseño de un ascensor basado en las normas nacionales e internacionales.	La instalación de un transporte dentro del edificio para traslado de las personas que residen en el edificio.	Realizar los cálculos tomando en cuenta las cargas actuantes con alto grado de seguridad.	Capacidad Dimensiones Marco normativo Seguridad	Transporte mecánico. Reglas de seguridad. Acceso universal.
VD: mejora de seguridad en el desplazamiento.	Mejorar la seguridad de las familias que viven en un edificio al cubrir sus necesidades de transporte.	Mejora de las condiciones de transporte para satisfacción de las personas en el edificio.	Calidad en transporte de las personas.	Confort en área indicada.

Área mínima de la cabina de acuerdo al número de pasajeros

Número de pasajeros	**Área de la cabina (m^2)**	
	Máximo	**Mínimo**
6	1.30	1.15
7	1.40	1.30
8	1.56	1.40
9	1.75	1.56
10	1.82	1.75

Nota. Fuente Norma EM.070 (2006)

Profundidad del pozo Pit de acuerdo a la velocidad del ascensor.

Para capacidad de cabina hasta 8 personas	
Velocidad (m/s)	**Profundidad (m)**
1	1.30
1.5	1.70
2	1.80

Nota. Fuente Norma EM.070 (2006)

Altura del sobrerecorrido de acuerdo a la velocidad del motor

Para capacidad de cabina hasta 8 personas	
Velocidad (m/s)	**Altura (m)**
1	4.00
1.5	4.60
2	5.00

Nota. Fuente Norma EM.070 (2006)

Cálculo del número de pasajeros del ascensor.

PERÚ | Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento | Viceministerio de Construcción y Saneamiento | Dirección General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento | Dirección de Construcción

NORMA EM.070 TRANSPORTE MECÁNICO (2018)

CÁLCULO DE ASCENSORES PARA EDIFICIOS RESIDENCIALES MULTIFAMILIARES (ÚNICO USO)

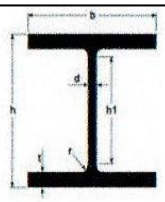
Fecha :									
Nombre del Proyecto :									
Ubicación del Proyecto :	Calle / Número:								
	Distrito:		Provincia:			Departamento:			
Datos del proyectista :	Nombre:		Profesión:			N° colegiatura:			
1	Población total del proyecto (número total de personas). No considerar la población del primer nivel o nivel de ingreso principal ni los sótanos.	192.00							
2	Población a transportar en cinco minutos (Número mínimo de personas)	11.52	6%	*% Capacidad de transporte en 5 minutos segun norma*					
3	Intervalo de espera máximo (segundos)	90		*Intervalo de espera maximo segun norma*					
DISEÑO DE ASCENSORES PARA EL PROYECTO									**TOTAL**
4	Cantidad de Ascensores	1							1
5	Número de pasajeros por ascensor (capacidad nominal)	6							
6	Capacidad útil de pasajeros (80% de la capacidad nominal)	4.8							
7	Número de plantas del proyecto (incluir todos los niveles y sótanos).	8							
8	Distancia vertical total del proyecto (metros). Desde nivel de piso terminado más bajo (por ejemplo, último sótano) hasta el último nivel de piso terminado más alto (por ejemplo, azotea).	20.5							
9	Velocidad nominal del ascensor (m/s) según fabricante	1.00							
10	Tipo de Puerta	Lateral							
11	Dimensiones de Puerta (metros)	0.80							
RESULTADOS									
12	Intervalo de espera del proyecto (segundos)	**88.85**	**Sí cumple con la norma**						**88.85**
13	Población a transportar en 5 minutos del proyecto (N° de personas)	**16.21**	**Sí cumple con la norma**						**16.21**
Nota:	Comparar los resultados del cálculo (celdas 12 y 13) con los dos requisitos a cumplir establecidos en la norma (celdas 2 y 3). En caso no cumplir los dos requisitos a la vez, se debe recalcular el diseño con nuevos datos, como cantidad de ascensores, capacidad nominal, entre otros.								

EM07-HOJA-CALCULO -2021 X44909036-v1.0

Nota Fuente: Norma técnica A.120 "accesibilidad Universal de edificaciones"-2019.

Características del perfil HEB100

H.E.B.	Dimensiones				Sección	Peso	Valores estáticos			
	h	b	d	t	F	g	Jx	Jy	Wx	Wy
	mm	mm	mm	mm	cm²	kg/m	cm4	cm4	cm³	cm³
100	100	100	6.0	10.0	26.0	**20.40**	450	167.0	89.9	33.5
120	120	120	6.5	11.0	34.0	**26.70**	864	318.0	144.0	52.9
140	140	140	7.0	12.0	43.0	**33.70**	1510	550.0	216.0	78.5
160	160	160	8.0	13.0	54.3	**42.60**	2490	889.0	311.0	111.0
180	180	180	8.5	14.0	65.3	**51.20**	3830	1360.0	426.0	151.0
200	200	200	9.0	15.0	78	**61.30**	3900	2000.0	570.0	200.0
220	220	220	9.5	16.0	91.0	**71.50**	8090	2840.0	736.0	258.0
240	240	240	10.0	17.0	106.0	**83.20**	11260	3920.0	938.0	327.0
260	260	260	10.0	17.5	118.0	**93.00**	14920	5130.0	1150.0	395.0
280	280	280	10.5	18.0	131.0	**103.00**	19270	6590.0	1380.0	471.0
300	300	300	11.0	19.0	149.0	**117.00**	25170	8560.0	1680.0	571.0
320	320	300	11.5	20.5	161.0	**127.00**	30820	9240.0	1930.0	616.0
340	340	300	12.0	21.5	171.0	**134.00**	36650	9690.0	2160.0	646.0
360	360	300	12.5	22.5	181.0	**142.00**	43190	10140.0	2400.0	676.0
400	400	300	13.5	24.0	198.0	**155.00**	57680	10820.0	2880.0	721.0
450	450	300	14.0	26.0	218.0	**171.00**	79690	11720.0	3550.0	781.0
500	500	300	14.5	28.0	239.0	**187.00**	107200	12620.0	4290.0	842.0
550	550	300	15.0	29.0	254.0	**199.00**	136700	13080.0	4970.0	872.0
600	600	300	15.5	30.0	270.0	**212.00**	171000	13530.0	5700.0	902.0
650	650	300	16.0	31.0	286.0	**223.00**	216000	13960.0	6480.0	932.0
700	700	300	17.0	32.0	306.0	**241.00**	256900	14440.0	7340.0	963.0
800	800	300	17.5	33.0	334.0	**262.00**	359100	14900.0	8980.0	994.0
900	900	300	18.5	35.0	371.0	**291.00**	494100	15820.0	10960.0	1050.0
1000	1000	300	19.0	36.0	400.0	**314.00**	644700	16280.0	12890.0	1090.0



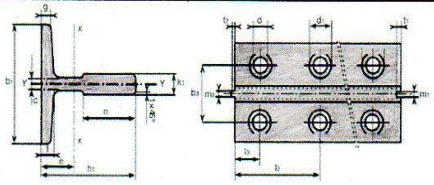
Nota. Fuente GRAMABI SRL Lomas del Mirador-Buenos Aires -Argentina -2023

Características de las guías de cabina

机加工导轨-B级 Machined Guide Rails-B Class
符合 ISO7465 标准，适应电梯运行速度<1.6m/s
Complying with ISO7465 standard,suitable for lifts with speed lower than 1.6m/s.

规格 mm Dimensions(mm)

名称 Designation	b_1	h	h_1	k	n	c	f	g	r_2	m_1	m_2	t_1	t_2	l	l_3	l_2	b_3	d	d_1
	公差 Tolerance																		
	±1.5	±0.1	±0.75	+0.1	+3		±0.75	±0.75		+0.06	−0.06	±0.1	±0.1	+3	±0.2	±0.2	±0.2		
T70-1/B	70	64	65	9	34	6	8	6	1.5	3	2.95	3.5	3	128	25	105	42	13	26
T75-3/B	75	61	62	10	30	8	9	7	3	3	2.95	3.5	3	123	30	90	43	13	26
T78/B	78	55	56	10	26	7	8.5	6	2.5	3	2.95	3.5	3	123	30	90	43	13	26
T82/B	82.5	66.6	68.25	9	25.4	7.5	8.25	6	3	3	2.95	3.5	3	111	27	81	50.8	13	26
T82-3/B	82	61	62	15.88	30	8	8.5	6	2.5	3	2.95	3.5	3	156	38.1	114.3	50	13	26
T89-1/B	89	61	62	15.88	33.4	8	9	7	3	4	3.97	4.5	4	156	38.1	114.3	57.2	13	26
T89/B	89	61	62	16	34	10	11.1	7.9	3	6.4	6.37	7.14	6.35	156	38.1	114.3	57.2	13	26
T90/B	90	74	75	16	42	10	10	8	4	6.4	6.37	7.14	6.35	156	38.1	114.3	57.2	13	26
T114/B	114	88	89	16	38	9.5	11	8	4	6.4	6.37	7.14	6.35	156	38.1	114.3	74	17	33
T125/B	125	81	82	16	42	10	12	8	4	6.4	6.37	7.14	6.35	156	38.1	114.3	79.4	17	33
T127-1/B	127	88	89	16	45	10	11	8	4	6.4	6.37	7.14	6.35	156	38.1	114.3	79.4	17	33
T127-2/B	127	88	89	16	51	10	15.9	12.7	5	6.4	6.37	7.14	6.35	156	38.1	114.3	79.4	17	33
T140-1/B	140	107	108	19	51	12.7	15.9	12.7	5	6.4	6.37	7.14	6.35	193	31.8	152.4	92.1	21	40
T140-2/B	140	101	102	28.6	51	17.5	17.5	14.5	5	6.4	6.37	7.14	6.35	193	31.8	152.4	92.1	21	40
T140-3/B	140	126	127	31.75	57	19	25.4	17.5	5	6.4	6.37	7.14	6.35	193	31.8	152.4	92.1	21	40



技术特性 Technical Characteristics

名称 Designation	s	Q_1	ε	I_{x-x}	W_{x-x}	i_{x-x}	I_{y-y}	W_{y-y}	i_{y-y}
	cm^2	Kg/m	cm	cm^4	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm
T70-1/B	9.51	7.47	2.04	41.30	9.24	2.09	18.65	5.35	1.40
T75-3/B	10.91	8.56	1.86	40.29	9.29	1.92	26.47	7.06	1.56
T78/B	9.85	7.73	1.65	29.92	7.56	1.74	26.39	6.77	1.64
T82/B	10.91	8.54	2.00	49.31	10.27	2.13	30.17	7.36	1.66
T89/B	15.77	12.38	2.03	59.83	14.35	1.95	52.41	11.78	1.82
T90/B	17.25	13.54	2.61	102.00	20.86	2.43	52.48	11.66	1.74
T114/B	20.89	16.40	2.87	179.30	29.70	2.93	108.60	19.05	2.28
T125/B	22.82	17.91	2.43	151.00	26.16	2.57	159.10	25.46	2.64
T127-1/B	22.74	17.85	2.77	187.90	30.65	3.07	149.90	23.61	2.36
T127-2/B	28.72	22.55	2.48	201.70	31.17	2.64	229.90	36.20	2.83
T140-1/B	35.15	27.59	3.24	403.30	53.32	3.39	309.70	44.24	2.97
T140-2/B	43.21	33.92	3.48	456.70	69.01	3.25	358.20	51.18	2.88
T140-3/B	57.52	45.15	4.42	947.50	114.40	4.06	466.70	66.67	2.85

Nota. Fuente Beijing ZX World corp. China-2023

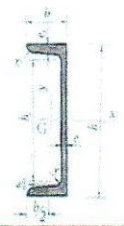
Velocidades a la que actúa el limitador de velocidad o gobernador.

Velocidad nominal en m/s (Vn)	% aumento Vn actuación	Vn actuación
0-0,50	50%	0,75
0,60	50%	0,90
0,65	50%	0,97
0,70	50%	1,05
0,80	40%	1,12
1,00	40%	1,40
1,20	40%	1,68
1,25	40%	1,75
1,50	40%	2,10
1,60	35%	2,16
1,75	35%	2,35
2,00	35%	2,70
2,50	30%	3,75
3,00	30%	3,90
3,50	30%	4,55
4,00	30%	5,20
4,50	30%	5,85
5,00	30%	6,50
5,50	30%	7,50
6,00	30%	7,80

Nota. Fuente Norma Europea EN81(Norma Europea UNE -EN 81-1,2001)

Características del perfil UPN 100

UPN (Sección bruta)



A = Área de la sección

I = Momento de Inercia

W = Módulo resistente

i = √(I/A) = Radio de giro

u = Superficie lateral por metro lineal

UPN	Dimensiones (mm)						Sección	Peso	Referido eje x-x			Referido eje y-y			u	UPN
	h	b	e	e1=r	r1	h1	A(cm2)	P(Kg/m)	Ix(cm4)	Wx(cm3)	ix(cm)	Iy(cm4)	Wy(cm3)	iy(cm)	m2/m	
80	80	45	6.0	8.0	4.0	48	11.0	8.64	106	26.5	3.10	19.4	8.36	1.33	0.312	80
100	100	50	6.0	8.5	4.5	64	13.5	10.6	206	41.2	3.91	29.3	8.49	1.47	0.372	100
120	120	55	7.0	9.0	4.5	82	17.0	13.4	364	60.7	4.62	43.2	11.1	1.59	0.434	120
140	140	60	7.0	10.0	5.0	98	20.4	16.0	605	86.4	5.45	62.7	14.8	1.75	0.489	140
160	160	65	7.5	10.5	5.5	115	24.0	18.8	925	116	6.21	85.3	18.3	1.89	0.546	160
180	180	70	8.0	11.0	5.5	133	28.0	22.0	1350	150	6.95	114	22.4	2.02	0.611	180
200	200	75	8.5	11.5	6.0	151	32.2	25.3	1910	191	7.70	148	27.0	2.14	0.661	200
220	220	80	9.0	12.5	6.5	167	37.4	29.4	2690	245	8.48	197	33.6	2.30	0.718	220
240	240	85	9.5	13.0	6.5	184	42.3	33.2	3600	300	9.22	248	39.6	2.42	0.775	240
260	260	90	10.0	14.0	7.0	200	48.3	37.9	4820	371	9.99	317	47.7	2.56	0.834	260
280	280	95	10.0	15.0	7.5	216	53.3	41.8	6280	448	10.9	399	57.2	2.74	0.890	280
300	300	100	10.0	16.0	8.0	232	58.8	46.2	8030	535	11.7	495	67.8	2.90	0.950	300
320	320	100	14.0	17.5	8.8	246	75.8	59.5	10870	679	12.1	597	80.6	2.81	0.982	320
350	350	100	14.0	16.0	8.0	282	77.3	60.6	12840	734	12.9	570	75.0	2.72	1.047	350
380	380	102	13.5	16.0	8.0	313	80.4	63.1	15760	829	14.0	615	78.7	2.77	1.110	380
400	400	110	14.0	18.0	9.0	324	91.5	71.8	20350	1020	14.9	846	102.0	3.04	1.182	400

Nota. Fuente transformados metalúrgicos tubulares-Granollers(Barcelona)

Peso por pieza de perfil acero A36 ángulo ¼"x 2"x 2" x 6m.

ACEROS AREQUIPA

LISTA DE PRECIOS Y CONDICIONES

PERFILES (CAASA) - LIMA

MKPS05-L1726

(1) Precios vigentes a partir del 11/04/2022 (Los valores expresados en dólares)

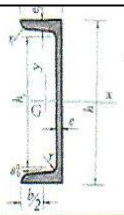
(2) IGV = 18%

(3) Tipo de cambio soles / dólar: 3.715 del 11/04/2022 (Tipo de cambio referencial)

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	PESO PROMEDIO Kg./Pza	PIEZAS PROM. POR TM	PIEZAS POR PQTE
	ANGULOS (M. INGLESA)			
401616	ANG DUAL A36/A572-GR50 1.1/2" X3/32" X6M	8.33	120.05	117
401617	ANG DUAL A36/A572-GR50 1.1/2" X1/8" X 6M	10.49	95.33	95
401618	ANG DUAL A36/A572-GR50 1.1/2" X3/16" X6M	15.17	65.92	64
401619	ANG DUAL A36/A572-GR50 1.1/2" X1/4" X 6M	20.13	49.68	50
401620	ANG DUAL A36/A572-GR50 2" X 1/8" X 6M	14.73	67.89	68
401621	ANG DUAL A36/A572-GR50 2" X 3/16" X 6M	21.51	46.49	46
401622	ANG DUAL A36/A572-GR50 2" X 1/4" X 6M	27.80	35.97	36
402218	*ANG A36 2" X 2" X 5/16" X 6M	34.15	29.28	
401624	ANG DUAL A36/A572-GR50 2" X 3/8" X 6M	40.12	24.93	25
401625	ANG DUAL A36/A572-GR50 2.1/2" X3/16" X6M	26.96	37.09	37
401626	ANG DUAL A36/A572-GR50 2.1/2" X1/4" X 6M	35.03	28.55	28

Nota. Fuente Aceros Arequipa -2022

Características del perfil UPN 120



I = Momento de Inercia

W = Módulo resistente

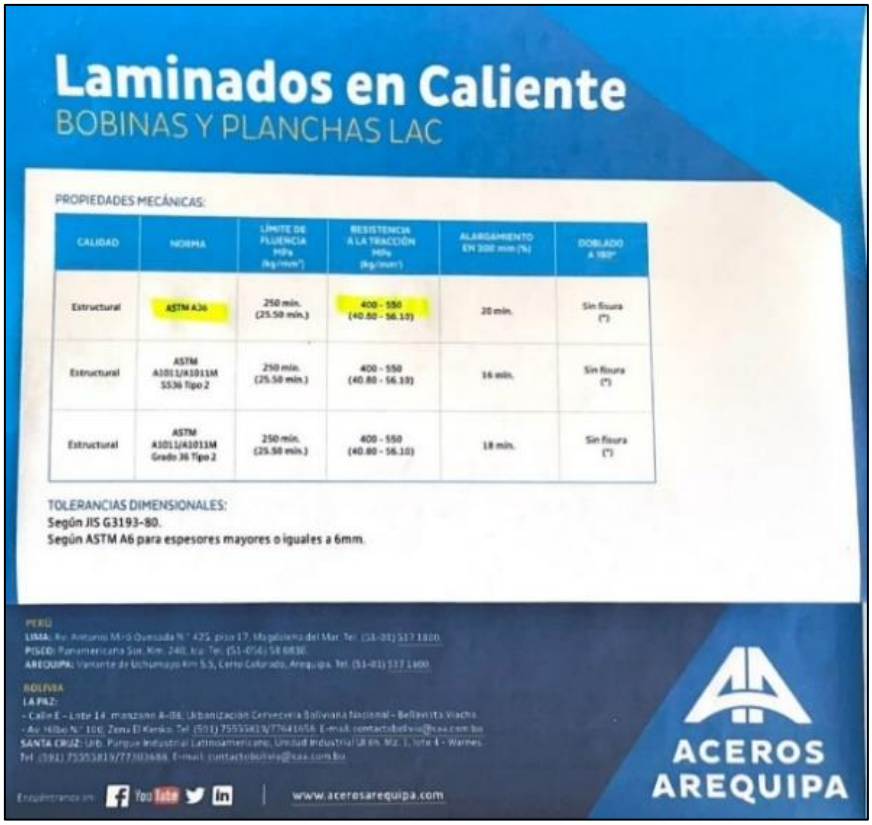
i = √(I/A) = Radio de giro

u = Superficie lateral por metro lineal

UPN	Dimensiones (mm)						Sección	Peso	Referido eje x-x			Referido eje y-y			u	UPN
	h	b	e	e1=r	r1	h1	A(cm2)	P(Kg/m)	Ix(cm4)	Wx(cm3)	ix(cm)	Iy(cm4)	Wy(cm3)	iy(cm)	m2/m	
80	80	45	6,0	8,0	4,0	46	11,0	8,64	106	26,5	3,10	19,4	6,36	1,33	0,312	80
100	100	50	6,0	8,5	4,5	64	13,5	10,6	206	41,2	3,91	29,3	8,49	1,47	0,372	100
120	120	55	7,0	9,0	4,5	82	17,0	13,4	364	60,7	4,62	43,2	11,1	1,59	0,434	120
140	140	60	7,0	10,0	5,0	98	20,4	16,0	605	86,4	5,45	62,7	14,8	1,75	0,489	140
160	160	65	7,5	10,5	5,5	115	24,0	18,8	925	116	6,21	85,3	18,3	1,89	0,546	160
180	180	70	8,0	11,0	5,5	133	28,0	22,0	1350	150	6,95	114	22,4	2,02	0,611	180
200	200	75	8,5	11,5	6,0	151	32,2	25,3	1910	191	7,70	148	27,0	2,14	0,661	200
220	220	80	9,0	12,5	6,5	167	37,4	29,4	2690	245	8,48	197	33,6	2,30	0,718	220
240	240	85	9,5	13,0	6,5	184	42,3	33,2	3800	300	9,22	248	39,6	2,42	0,775	240
260	260	90	10,0	14,0	7,0	200	48,3	37,9	4820	371	9,99	317	47,7	2,56	0,834	260
280	280	95	10,0	15,0	7,5	216	53,3	41,8	6280	448	10,9	399	57,2	2,74	0,890	280
300	300	100	10,0	16,0	8,0	232	58,8	46,2	8030	535	11,7	495	67,8	2,90	0,950	300
320	320	100	14,0	17,5	8,8	246	75,8	59,5	10870	679	12,1	597	80,6	2,81	0,982	320
350	350	100	14,0	16,0	8,0	282	77,3	60,6	12840	734	12,9	570	75,0	2,72	1,047	350
380	380	102	13,5	16,0	8,0	313	80,4	63,1	15760	829	14,0	615	78,7	2,77	1,110	380
400	400	110	14,0	18,0	9,0	324	91,5	71,8	20350	1020	14,9	846	102,0	3,04	1,182	400

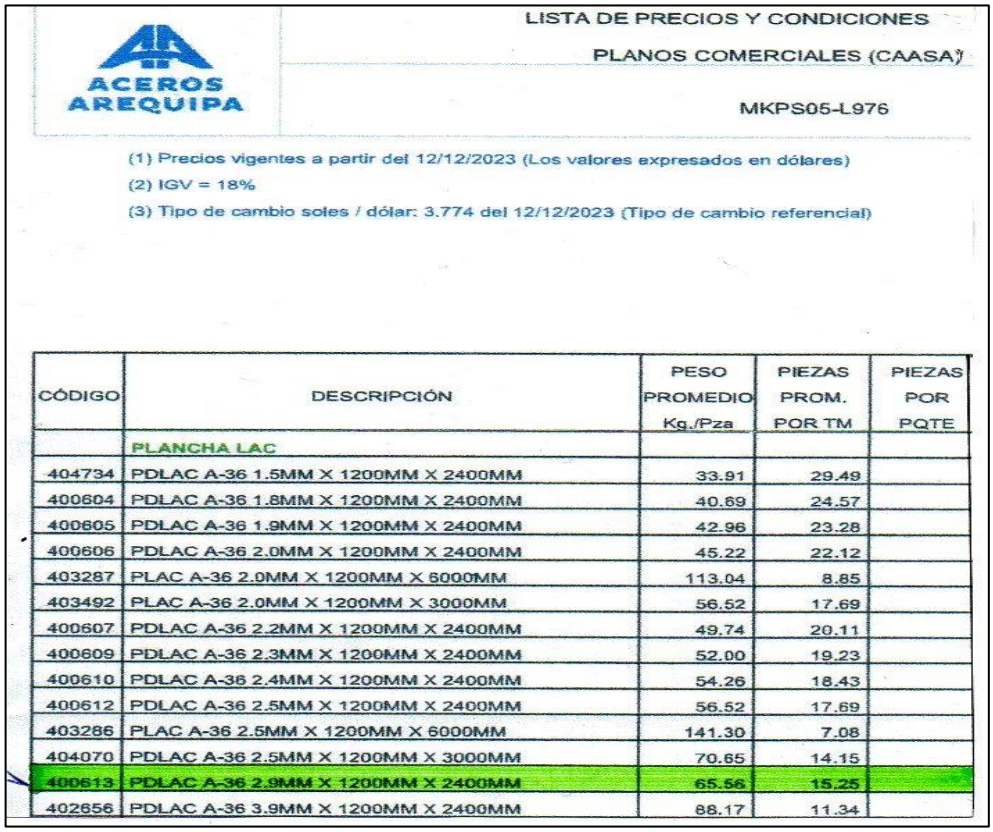
Nota. Fuente Transformados Metalurgicos Tubulares- Granollers(Barcelona) España-2023

Resistencia a la tracción del acero A36



Nota. Fuente Aceros Arequipa ,2018

Peso por pieza de plancha acero A36 3mm x1.2m x 2.4m



CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	PESO PROMEDIO Kg./Pza	PIEZAS PROM. POR TM	PIEZAS POR PQTE
	PLANCHA LAC			
404734	PDLAC A-36 1.5MM X 1200MM X 2400MM	33.91	29.49	
400604	PDLAC A-36 1.8MM X 1200MM X 2400MM	40.69	24.57	
400605	PDLAC A-36 1.9MM X 1200MM X 2400MM	42.96	23.28	
400606	PDLAC A-36 2.0MM X 1200MM X 2400MM	45.22	22.12	
403287	PLAC A-36 2.0MM X 1200MM X 6000MM	113.04	8.85	
403492	PLAC A-36 2.0MM X 1200MM X 3000MM	56.52	17.69	
400607	PDLAC A-36 2.2MM X 1200MM X 2400MM	49.74	20.11	
400609	PDLAC A-36 2.3MM X 1200MM X 2400MM	52.00	19.23	
400610	PDLAC A-36 2.4MM X 1200MM X 2400MM	54.26	18.43	
400612	PDLAC A-36 2.5MM X 1200MM X 2400MM	56.52	17.69	
403286	PLAC A-36 2.5MM X 1200MM X 6000MM	141.30	7.08	
404070	PDLAC A-36 2.5MM X 1200MM X 3000MM	70.65	14.15	
400613	PDLAC A-36 2.9MM X 1200MM X 2400MM	65.56	15.25	
402656	PDLAC A-36 3.9MM X 1200MM X 2400MM	88.17	11.34	

Nota. Fuente Aceros Arequipa ,2023

Área del esfuerzo de tensión en perno

Designación de tamaño	Diámetro mayor nominal	Serie gruesa-UNC: Roscas por pulgada, N	Serie gruesa-UNC: Área de esfuerzo de tensión A_t, pulg^2	Serie gruesa-UNC: Área del diámetro menor A_r, pulg^2	Serie fina-UNF: Roscas por pulgada, N	Serie fina-UNF: Área de esfuerzo de tensión A_t, pulg^2	Serie fina-UNF: Área del diámetro menor A_r, pulg^2
0	0.0600				80	0.001 80	0.001 51
1	0.0730	64	0.002 63	0.002 18	72	0.002 78	0.002 37
2	0.0860	56	0.003 70	0.003 10	64	0.003 94	0.003 39
3	0.0990	48	0.004 87	0.004 06	56	0.005 23	0.004 51
4	0.1120	40	0.006 04	0.004 96	48	0.006 61	0.005 66
5	0.1250	40	0.007 96	0.006 72	44	0.008 80	0.007 16
6	0.1380	32	0.009 09	0.007 45	40	0.010 15	0.008 74
8	0.1640	32	0.014 0	0.011 96	36	0.014 74	0.012 85
10	0.1900	24	0.017 5	0.014 50	32	0.020 0	0.017 5
12	0.2160	24	0.024 2	0.020 6	28	0.025 8	0.022 6
1/4	0.2500	20	0.031 8	0.026 9	28	0.036 4	0.032 6
5/16	0.3125	18	0.052 4	0.045 4	24	0.058 0	0.052 4
3/8	0.3750	16	0.077 5	0.067 8	24	0.087 8	0.080 9
7/16	0.4375	14	0.106 3	0.093 3	20	0.118 7	0.109 0
1/2	0.5000	13	0.141 9	0.125 7	20	0.159 9	0.148 6
9/16	0.5625	12	0.182	0.162	18	0.203	0.189
5/8	0.6250	11	0.226	0.202	18	0.256	0.240
3/4	0.7500	10	0.334	0.302	16	0.373	0.351
7/8	0.8750	9	0.462	0.419	14	0.509	0.480
1	1.0000	8	0.606	0.551	12	0.663	0.625
1 1/4	1.2500	7	0.969	0.890	12	1.073	1.024
1 1/2	1.5000	6	1.405	1.294	12	1.581	1.521

* Esta tabla se compiló de la norma ANSI B1.1-1974. El diámetro menor se determinó mediante la ecuación $d_r = d - 1.299\,038p$ y el diámetro de paso a partir de $d_p = d - 0.649\,519p$. Para calcular el área de esfuerzo de tensión se usaron la media del diámetro de paso y el diámetro menor.

Nota. Fuente: Richard G. Budynas y J. Keith Nisbett. 2012.*Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. *Editorial Mc Graw Hill*

K_f Factor de concentracion del esfuerzo de fatiga

Grado SAE	Grado métrico	Roscas laminadas	Roscas cortadas	Filete
0 a 2	3.6 a 5.8	2.2	2.8	2.1
4 a 8	6.6 a 10.9	3.0	3.8	2.3

Nota. Fuente: Richard G. Budynas y J. Keith Nisbett. 2012.*Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. *Editorial Mc Graw Hill*

Grado SAE de pernos de acero y fluencia

Grado SAE núm.	Intervalo de tamaños, inclusive, pulg	Resistencia de prueba mínima,* kpsi	Resistencia mínima a la tensión,* kpsi	Resistencia mínima a la fluencia,* kpsi	Material	Marca en la cabeza
1	$\frac{1}{4}$ a $1\frac{1}{2}$	33	60	36	Acero de bajo o medio carbono	
2	$\frac{1}{4}$ a $\frac{3}{4}$ $\frac{7}{8}$ a $1\frac{1}{2}$	55 33	74 60	57 36	Acero de bajo o medio carbono	
4	$\frac{1}{4}$ a $1\frac{1}{2}$	65	115	100	Acero de medio carbono, estirado en frío	
5	$\frac{1}{4}$ a 1 $1\frac{1}{8}$ a $1\frac{1}{2}$	85 74	120 105	92 81	Acero de medio carbono, T y R	
5.2	$\frac{1}{4}$ a 1	85	120	92	Acero martensítico de bajo carbono, T y R	
7	$\frac{1}{4}$ a $1\frac{1}{2}$	105	133	115	Acero de aleación de medio carbono, T y R	
8	$\frac{1}{4}$ a $1\frac{1}{2}$	120	150	130	Acero de aleación de medio carbono T y R	
8.2	$\frac{1}{4}$ a 1	120	150	130	Acero martensítico de bajo carbono, T y R	

* Las resistencias mínimas son resistencias que exceden 99 por ciento de los sujetadores.

Nota. Fuente: Richard G. Budynas y J. Keith Nisbett. 2012.*Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. *Editorial Mc Graw Hill*

Cable de acero con alma de fibra lubricado

8×19S+Fc, 8×19W+Fc, 8×25Fi+Fc								
Structure	8×19S+Fc		8×19W+Fc		8×25Fi+Fc			
Nominal diameter	Weight	Minimum breaking force /kN						
mm	kg/100m	Dual Intensity /MPa				Single Intensity /MPa		
		1180/1770	1320/1620	1370/1770	1570/1770	1570	1620	1770
8	21.8	25.7	26.5	28.1	30.8	29.4	30.4	33.2
9	27.5	32.5	—	35.6	38.9	37.3	—	42
9.5	30.7	36.2	37.3	39.7	43.6	41.5	42.8	46.8
10	34	40.1	41.3	44	48.1	46	47.5	51.9
11	41.1	48.6	50	53.2	58.1	55.7	57.4	62.8
12	49	57.8	59.5	63.3	69.2	66.2	68.4	74.7
12.7	54.8	64.7	66.6	70.9	77.5	74.2	76.6	83.6
13	57.5	67.8	69.8	74.3	81.2	77.7	80.2	87.6
14	66.6	78.7	81	86.1	94.2	90.2	93	102
14.3	69.5	82.1	—	—	98.3	—	—	—
15	76.5	90.3	—	98.9	108	104	—	117
16	87	103	106	113	123	118	122	133
17.5	104	123	—	—	147	—	—	—
18	110	130	134	142	156	149	154	168
19	123	145	149	159	173	166	171	187
20	136	161	165	176	192	184	190	207
20.6	144	170	—	—	204	—	—	—
22	165	194	200	213	233	223	230	251

Nota. Fuente Shanghái metal corporation-2018

ANEXO E Certificados de calidad

Maniobra de control para ascensor (Carlos Silva)

BUREAU VERITAS
Certification

BUREAU VERITAS 1828

Certificación
Certification

Concedida a / Awarded to

CARLOS SILVA SA

CL SALVADOR ALBERT I RIERA, 3
08339 VILLASSAR DE DALT
SPAIN

Bureau Veritas Certification certifica que el Sistema de Gestión ha sido auditado y encontrado conforme con los requisitos de la norma:

Bureau Veritas Certification certifies that the Management System has been audited and found to be in accordance with the requirements of standard:

NORMA / STANDARD

ISO 9001:2015

El Sistema de Gestión se aplica a:
Scope of certification:

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MANIOBRAS PARA ASCENSORES Y MONTACARGAS, PREINSTALACIONES Y ACCESORIOS.

DESIGN AND MANUFACTURING OF CONTROLLERS FOR LIFTS AND GOODS LIFTS, PRE WIRING INSTALLATIONS AND ACCESSORIES.

Número del Certificado *Certificate Number*	**ES083898-1**	Directora de Certificación / Certification Manager
Aprobación original : *Original approval date :*	**07/11/2008**	
Certificado en vigor: *Effective date:*	**10/11/2017**	
Caducidad del certificado: *Certificate expiration date:*	***09/11/2020***	

Este certificado está sujeto a los términos y condiciones generales y particulares de los servicios de certificación
This certificate is valid, subject to the general and specific terms and conditions of certification services

Entidad de Certificación / Certification Body: Bureau Veritas Iberia S.L.
C/ Valportillo Primera 22-24, Edificio Caoba, Pol. Ind. La granja, 28108 Alcobendas – Madrid, Spain

ENAC
CERTIFICACIÓN
Nº 04/C-SC004

Motor para ascensor (Alberto Sassi)

BUREAU VERITAS

Bureau Veritas Certification

Certificación

Concedida a

ALBERTO SASSI ESPAÑA, S.L.

POL. IND. GUARNIZO PARC. 83A - 39611 - GUARNIZO - CANTABRIA - ESPAÑA

Bureau Veritas Certification certifica que el Sistema de Gestión ha sido auditado y encontrado conforme con los requisitos de la norma:

NORMA

ISO 9001:2015

El Sistema de Gestión se aplica a:

FABRICACIÓN DE GRUPOS TRACTORES PARA ELEVACIÓN Y SUS ACCESORIOS.

Número del Certificado:	ES127503 - 1
Aprobación original:	07-06-1999
Auditoría de certificación/renovación:	01-02-2022
Caducidad de ciclo anterior:	06-03-2022
Certificado en vigor:	07-03-2022
Caducidad del certificado:	06-03-2025

Este certificado está sujeto a los términos y condiciones generales y particulares de los servicios de certificación

Bureau Veritas Iberia S.L.
C/ Valportillo Primera 22-24, Edificio Caoba, 28108 Alcobendas - Madrid, España

ENAC CERTIFICACIÓN

Puertas para ascensores (Fermator)

bsi.

Certificado de Registro

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD - ISO 9001:2015

Este documento certifica que:

Tecnolama, S.A.
Manufacturing site
Ctra. Constantí, km 3
43204 Reus
Tarragona
España

Dispone del certificado Nº: **FM 796614**

y mantiene operativo un Sistema de Gestión de la Calidad que cumple los requisitos de ISO 9001:2015 para las actividades indicadas en el siguiente alcance:

Diseño, fabricación y comercialización de puertas y sus componentes para aparatos elevadores, bajo la marca comercial FERMATOR.
Este certificado forma parte y su validez está vinculada con el certificado global FM 792054.

Por y en nombre de BSI:

Denelise L'Ecluse, Managing Director Assurance - Continental Europe

Fecha de certificación inicial: 1998-12-03
Fecha de última emisión: 2023-11-24

Fecha efectiva: 2023-12-21
Fecha de caducidad: 2026-12-20

Página: 1 de 1

...making excellence a habit.™

Este certificado fue emitido electrónicamente, es propiedad de BSI y está sujeto a las condiciones contractuales.
Un certificado electrónico puede ser autentificado en la web de BSI.
Las copias impresas pueden ser validadas en www.bsigroup.es/es/certificacion-y-auditoria/Busqueda-directorio-de-certificados-clientes/Directorio-de-certificados-y-clientes/o teléfono +34 914008620.

Información y Contacto: BSI Kitemark Court, Davy Avenue, Knowhill, Milton Keynes MK5 8PP, Tel +44 345 080 9000.
BSI Garantía Reino Unido Limited, registradas en Inglaterra bajo el número 7805321 en 389 Chiswick High Road, London W4 4AL, Reino Unido.
Miembro de BSI Group.

Materiales de acero A36

ACEROS AREQUIPA

CARRETERA PANAMERICANA SUR N° 241, ICA, Pisco, Paracas. Teléfonos: (+51) 54232430, 54215341 Fax: 54219796

CERTIFICADO DE CALIDAD

N° G-0FE92-0055292-5171846210-90089-1_1

N° Factura: 0FE92-0060451

CLIENTE : JOVALCO INGENIEROS S.R.L
FECHA : 2023-10-10

Con el presente documento certificamos que comercializamos Plancha Estructural de acero que cumplen con la norma:

ASTM A36/A36M

en las dimensiones: 19.0 X 1500 X 3000MM
12.0 X 1200 X 2400MM

Garantizamos las propiedades mecánicas establecidas en la Norma ASTM A36/A36M:

Límite de Fluencia (fy), mínimo = 250 MPa
Resistencia a la Tracción (R) = 400 - 550 MPa
Alargamiento en 200mm mínimo = 20%

Soldabilidad : Buena

Composición Química:
C = 0.25% máximo, hasta 1.5" de espesor
0.26 % máximo, mayor a 1.5" hasta 2.5" de espesor
0.27 % máximo, mayor a 2.5" hasta 4" de espesor
0.29% máximo, mayor a 4" de espesor
Mn = 0.80-1.20%, mayor a 0.75" hasta 2.5" de espesor
0.85-1.20% máximo, mayor a 2.5" de espesor
Si = 0.40% máximo, hasta 1.5" de espesor
0.15-0.40% máximo, mayor a 1.5" de espesor
P = 0.030% máximo
S = 0.030% máximo

El producto cumple con las características dimensionales y de forma establecidas.
Se garantiza el producto para su uso estándar.

Atentamente,

CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A
Ing. Ricardo Gutiérrez Lara. CIP 57087
SUPERINTENDENTE DE METALURGIA

Página 1 de 1

CÓDIGO: QCQA02-E010 - VERSIÓN: 02

Materiales de acero A36

ACEROS AREQUIPA

Parque Internacional de la Industria y Comercio - Lima y Callao - Av. Enrique Meiggs 297 (0051)(1)517- 1800 Fax (0051)(1)452- 0059

CERTIFICADO DE CALIDAD

N ° M- 0FE65- 0181188- 5170824545- 90005- 1_1

PRODUCTO :	ANGULO	NORMA TECNICA :	ASTM A36
PROCEDENCIA :	SEDE DE LIMA	NORMA DE ENSAYO :	ASTM E415 / ASTM E8
CLIENTE :	CONSTRUCTORA Y CONSULTORA GEL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	FACTURA N° :	0FE65 - 181188

DIMENSIONES	N° DE COLADA	PROPIEDADES MECANICAS			DOBLADO 180°	COMPOSICION QUIMICA EN LA CUCHARA (%)				
		FLUENCIA kg/mm²	RESIST. TRACCION kg/mm²	ALARGAM. EN mm %		C	Mn	Si	P	S
25 X 25 X 3.0MM X 6M FX	167537	34.6	54.2	27.0	OK	0.17	0.60	0.18	0.014	0.004

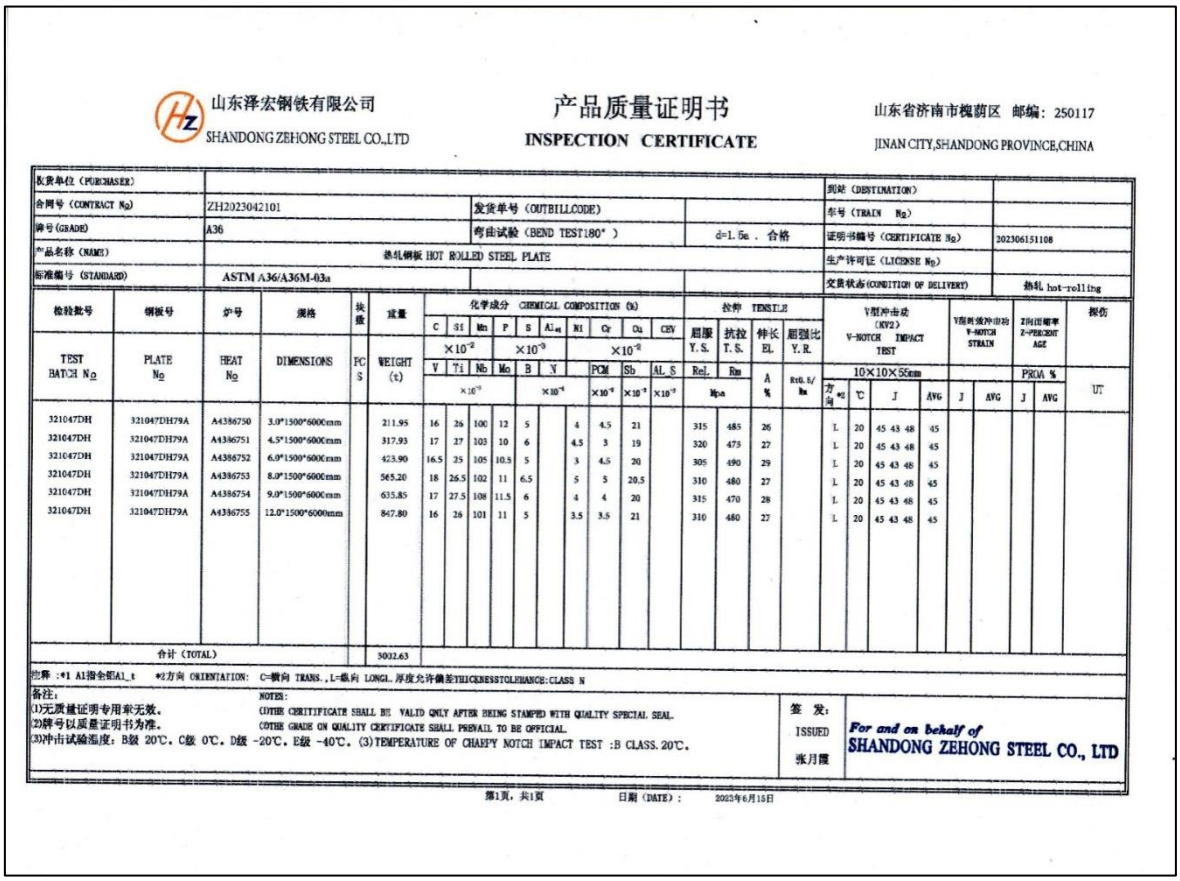
LIMA , 03/10/2017

CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A.

Ing. Yoni Abrigo Iparraguirre
SUPERINTENDENTE DE METALURGIA

CODIGO: QCQA02-E001 - VERSIÓN: 01 - APROBADO: Y.A.I. - FECHA: 06/2016

Materiales de acero A36



山东泽宏钢铁有限公司
SHANDONG ZEHONG STEEL CO.,LTD

产品质量证明书
INSPECTION CERTIFICATE

山东省济南市槐荫区 邮编：250117
JINAN CITY,SHANDONG PROVINCE,CHINA

收货单位（PURCHASER）		到站（DESTINATION）	
合同号（CONTRACT No）	ZH2023042101	发货单号（OUTBILLCODE）		车号（TRAIN No）	
牌号（GRADE）	A36	弯曲试验（BEND TEST180°）	d=1.5a . 合格	证明书编号（CERTIFICATE No）	202306151108
产品名称（NAME）	热轧钢板 HOT ROLLED STEEL PLATE			生产许可证（LICENSE No）	
标准编号（STANDARD）	ASTM A36/A36M-03a			交货状态（CONDITION OF DELIVERY）	热轧 hot-rolling

检验批号	钢板号	炉号	规格	块数	重量	化学成分 CHEMICAL COMPOSITION (%)													拉伸 TENSILE				V型冲击功 (KV2) V-NOTCH IMPACT TEST				V形缺口冲击功 V-NOTCH STRAIN		Z向压缩率 Z-PERCENT AGE		探伤
						C	Si	Mn	P	S	Al_{sol}	Ni	Cr	Cu	CEV																
						×10⁻²			×10⁻³			×10⁻²																			
TEST BATCH No	PLATE No	HEAT No	DIMENSIONS	PCS	WEIGHT (t)	V	Ti	Nb	Mo	B	N		PCM	Sb	AL_S																
						×10⁻³				×10⁻⁴			×10⁻²	×10⁻³	×10⁻³																
																屈服 Y.S.	抗拉 T.S.	伸长 EL	屈强比 Y.R.											
																ReL	Rm		Reh.S/Rm											
																Mpa		A %		方向	℃	J	AVG	J	AVG	J	AVG	PRM %		UT
																					10×10×55mm									
321047DH	321047DH79A	A4386750	3.0*1500*6000mm		211.95	16	26	100	12	5		4	4.5	21		315	485	26		L	20	45 43 48	45							
321047DH	321047DH79A	A4386751	4.5*1500*6000mm		317.93	17	27	103	10	6		4.5	3	19		320	475	27		L	20	45 43 48	45							
321047DH	321047DH79A	A4386752	6.0*1500*6000mm		423.90	16.5	25	105	10.5	5		3	4.5	20		305	490	29		L	20	45 43 48	45							
321047DH	321047DH79A	A4386753	8.0*1500*6000mm		565.20	18	26.5	102	11	6.5		5	5	20.5		310	480	27		L	20	45 43 48	45							
321047DH	321047DH79A	A4386754	9.0*1500*6000mm		635.85	17	27.5	108	11.5	6		4	4	20		315	470	28		L	20	45 43 48	45							
321047DH	321047DH79A	A4386755	12.0*1500*6000mm		847.80	16	26	101	11	5		3.5	3.5	21		310	480	27		L	20	45 43 48	45							
合计（TOTAL）					5032.63																									

注释：#1 Al指全铝Al_t　#2方向 ORIENTATION: C=横向 TRANS.，L=纵向 LONGL.厚度允许偏差THICKNESSTOLERANCE:CLASS N

备注：
(1)无质量证明专用章无效。
(2)牌号以质量证明书为准。
(3)冲击试验温度：B级 20℃。C级 0℃。D级 -20℃。E级 -40℃。(3) TEMPERATURE OF CHARPY NOTCH IMPACT TEST :B CLASS. 20℃.

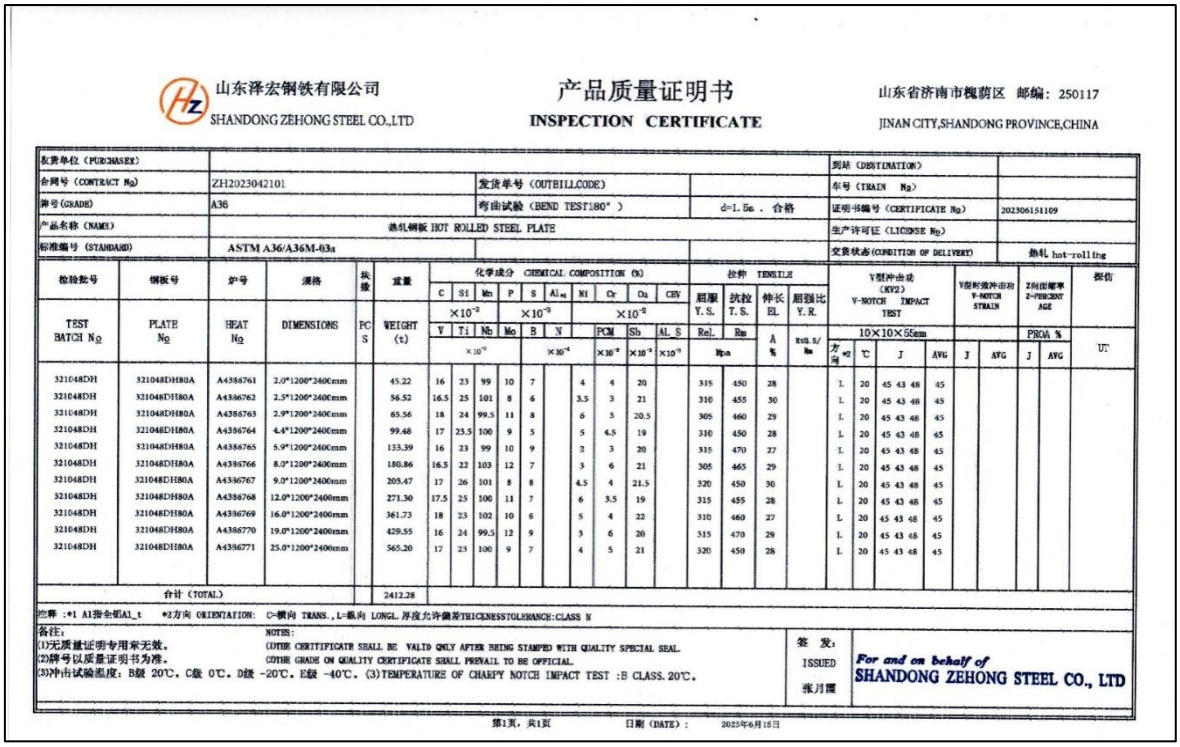
NOTES:
(1)THE CERTIFICATE SHALL BE VALID ONLY AFTER BEING STAMPED WITH QUALITY SPECIAL SEAL.
(2)THE GRADE ON QUALITY CERTIFICATE SHALL PREVAIL TO BE OFFICIAL.

签 发：
ISSUED
张月霞

For and on behalf of
SHANDONG ZEHONG STEEL CO., LTD

第1页，共1页　　日期（DATE）：　2023年6月15日

Materiales de acero A36



山东泽宏钢铁有限公司
SHANDONG ZEHONG STEEL CO.,LTD

产品质量证明书
INSPECTION CERTIFICATE

山东省济南市槐荫区 邮编：250117
JINAN CITY,SHANDONG PROVINCE,CHINA

收货单位（PURCHASEE）		到站（DESTINATION）	
合同号（CONTRACT No）	ZH2023042101	发货单号（OUTBILLCODE）		车号（TRAIN No）	
牌号（GRADE）	A36	弯曲试验（BEND TEST180°）	d=1.5a . 合格	证明书编号（CERTIFICATE No）	202306151109
产品名称（NAME）	热轧钢板 HOT ROLLED STEEL PLATE			生产许可证（LICENSE No）	
标准编号（STANDARD）	ASTM A36/A36M-03a			交货状态（CONDITION OF DELIVERY）	热轧 hot-rolling

检验批号	钢板号	炉号	规格	块数	重量	化学成分 CHEMICAL COMPOSITION (%)										拉伸 TENSILE				V型冲击功（纵向）V-NOTCH IMPACT TEST				V型时效冲击功 V-NOTCH STRAIN		Z向性能率 Z-PERCENT AGE		探伤
						C	Si	Mn	P	S	Al$_{ts}$	Ni	Cr	Cu	CEV	屈服 Y.S.	抗拉 T.S.	伸长 EL.	屈强比 Y.R.	10×10×55mm						PROA %		
TEST BATCH No	PLATE No	HEAT No	DIMENSIONS	PCS	WEIGHT (t)	×10^{-2}			×10^{-3}			×10^{-2}				ReL.	Rm	A %	ReO.5/Rm	方向	℃	J	AVG	J	AVG	J	AVG	UT
						V	Ti	Nb	Mo	B	N		PCM	Sb	AL_S	×10^{-2}												
						×10^{-3}				×10^{-4}			×10^{-2}	×10^{-3}	×10^{-3}	Mpa												
321048DH	321048DH80A	A4386761	2.0*1200*240Cmm		45.22	16	23	99	10	7		4	4	20		315	450	28		L	20	45 43 48	45					
321048DH	321048DH80A	A4386762	2.5*1200*240Cmm		56.52	16.5	25	101	8	6		3.5	3	21		310	455	30		L	20	45 43 48	45					
321048DH	321048DH80A	A4386763	2.9*1200*240Cmm		65.56	18	24	99.5	11	8		6	5	20.5		305	460	29		L	20	45 43 48	45					
321048DH	321048DH80A	A4386764	4.4*1200*240Cmm		99.48	17	23.5	100	9	5		5	4.5	19		310	450	28		L	20	45 43 48	45					
321048DH	321048DH80A	A4386765	5.9*1200*240Cmm		133.39	16	23	99	10	9		2	3	20		315	470	27		L	20	45 43 48	45					
321048DH	321048DH80A	A4386766	8.0*1200*240Cmm		180.86	16.5	22	103	12	7		3	6	21		305	465	29		L	20	45 43 48	45					
321048DH	321048DH80A	A4386767	9.0*1200*240Cmm		203.47	17	26	101	8	8		4.5	4	21.5		320	450	30		L	20	45 43 48	45					
321048DH	321048DH80A	A4386768	12.0*1200*2400mm		271.30	17.5	25	100	11	7		6	3.5	19		315	455	28		L	20	45 43 48	45					
321048DH	321048DH80A	A4386769	16.0*1200*2400mm		361.73	18	23	102	10	6		5	4	22		310	460	27		L	20	45 43 48	45					
321048DH	321048DH80A	A4386770	19.0*1200*2400mm		429.55	16	24	99.5	12	9		3	6	20		315	470	29		L	20	45 43 48	45					
321048DH	321048DH80A	A4386771	25.0*1200*2400mm		565.20	17	23	100	9	7		4	5	21		320	450	28		L	20	45 43 48	45					
合计（TOTAL）					2412.28																							

注释：*1 Al指全铝Al_t　*2方向 ORIENTATION: C=横向 TRANS.,L=纵向 LONGL. 厚度允许偏差THICKNESSTOLERANCE:CLASS N

备注：
(1)无质量证明专用章无效。
(2)牌号以质量证明书为准。
(3)冲击试验温度：B级 20℃，C级 0℃，D级 -20℃，E级 -40℃。(3)TEMPERATURE OF CHARPY NOTCH IMPACT TEST :B CLASS.20℃.

NOTES:
(OTHER CERTIFICATE SHALL BE VALID ONLY AFTER BEING STAMPED WITH QUALITY SPECIAL SEAL.
(OTHE GRADE ON QUALITY CERTIFICATE SHALL PREVAIL TO BE OFFICIAL.

签 发：
ISSUED
张月霞

For and on behalf of
SHANDONG ZEHONG STEEL CO., LTD

第1页，共1页　　日期（DATE）：2023年6月15日