



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**REDISEÑO PARA ADAPTAR EL EDIFICIO MARIO RIZZINI DE LA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA PARA
PERSONAS CON DISCAPACIDAD FÍSICA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Civil

AUTORES: FERNANDA NICOL MEJIA AMORES
KERLY CAROLINA TORRES PRIETO

TUTOR: ING. JONNATHAN DARIO SANTOS BENÍTEZ, MSc.

Cuenca- Ecuador
2024

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

Nosotros, Fernanda Nicol Mejía Amores con documento de identificación N° 1726139650 y Kerly Carolina Torres Prieto con documento de identificación N° 0105141428; manifestamos que:

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

Cuenca, 15 de Julio del 2024

Atentamente,



Fernanda Nicol Mejía Amores
1726139650



Kerly Carolina Torres Prieto
0105141428

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

Nosotros, Fernanda Nicol Mejía Amores con documento de identificación N° 1726139650 y Kerly Carolina Torres Prieto con documento de identificación N° 0105141428, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: Rediseño Para “Adaptar el edificio Mario Rizzini de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca para personas con discapacidad física”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Cuenca, 15 de Julio del 2024

Atentamente,



Fernanda Nicole Mejía Amores

1726139650



Kerly Carolina Torres Prieto

0105141428

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.

Yo, Jonnathan Dario Santos Benítez con documento de identificación N° 0105088058, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: REDISEÑO PARA ADAPTAR EL EDIFICIO MARIO RIZZINI DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD FÍSICA, realizado por Fernanda Nicol Mejía Amores con documento de identificación N° 1726139650 y por Kerly Carolina Torres Prieto con documento de identificación N° 0105141428, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 15 de Julio del 2024

Atentamente,



Ing. Jonnathan Dario Santos Benítez, MSc

0105088058

Dedicatoria

Con mucho cariño y amor quiero dedicar este proyecto de titulación a mi mamá que, con su sacrificio constante, apoyo y amor incondicional me guió a este punto para culminar esta etapa de mi vida con mucho éxito.

A mi papá Carlos que me apoya incondicionalmente desde muy pequeña y me ha tratado como una verdadera hija.

A mis hermanos que con su amor y ocurrencias me sacaron más de una sonrisa en todo este tiempo de estudio, en momentos de estrés y tristeza fueron un pilar fundamental para poder seguir adelante.

A mis abuelitos queridos, espero que en el cielo se sientan orgullosos del ser humano que me he convertido y de haber culminado una etapa más de mi vida.

A mi mejor amiga Fernanda, quien me enseñó lo que es un trabajo en equipo y llegó a apoyarme en un momento muy difícil y desde ahí nos comprendemos la una a la otra.

A mis primos que me han ayudado desde el momento que comencé en esta carrera y que con sus consejos y sabiduría me supieron alentar a seguir adelante.

Carolina Torres

Dedico con orgullo y amor este logro principalmente a mis queridos padres que han sido el mayor ejemplo para ser la persona que soy ahora y poder lograr cada uno de los cometidos para llegar a este punto de mi vida.

A mi querido hermano, que a pesar de su corta edad siempre me ha demostrado que el amor y apoyo entre nosotros siempre ha sido y será un pilar inquebrantable de inspiración y refugio.

A mi tía y a mi abuelita que han estado presentes apoyándome desde que era una niña y a pesar de la distancia su apoyo y amor siempre han estado presentes.

A mi hija que es el ser más importante en mi vida y desde que llegó a mí ha sido mi más fiel compañera demostrándome lo que es la lealtad y el amor más puro en el mundo.

A mi mejor amiga y a mi mejor amigo que sin ellos esto no sería posible, las experiencias compartidas son momentos inolvidables que atesoro y atesoraré siempre en mi corazón.

Fernanda Mejia

Agradecimiento

Quiero agradecer a mi mamá Diana, que sin dudarle me ha apoyado en cada una de mis metas, me ha brindado sus consejos para ser una mejor persona y gracias a su esfuerzo me ha sacado adelante para darme un mejor futuro profesional.

Agradezco a mi papá Carlos que desde pequeña me tomó como su hija y me brindo el amor de un padre que me apoya constantemente a pesar de los tiempos difíciles

Agradezco a mi mejor amiga Fernanda por sus consejos y su comprensión que me ha demostrado, agradezco por su amistad y cariño y por los momentos felices y tristes que hemos pasado porque al final del día nos han unido como hermanas.

Quisiera expresar mi agradecimiento a mi mejor amigo Juan Arteaga por su invaluable apoyo, orientación y paciencia a lo largo de la carrera y que gracias a él la culminación de este proyecto fue una colección de recuerdos y momentos felices.

Expreso mi más sincero agradecimiento a nuestro tutor de tesis Ingeniero Jonnathan Santos por su paciencia y apoyo en la culminación de este proyecto.

Agradezco a mis hermanos Michelle y Morlyn que siempre han estado para escucharme y alentarme en momentos de tristeza y sacarme más de una sonrisa.

Agradezco a Carlos quien desde el momento que llego a mi vida ha buscado infinitas maneras de ayudarme a resolver cada uno los obstáculos que se me han presentado y que con su cariño y amor he podido salir adelante y no rendirme.

Agradezco a mi prima Priscila que siempre ha velado por mí, me ha brindado sus consejos y cariño, que de una u otra manera me ha ayudado a solucionar las dificultades dentro de mi vida estudiantil.

Agradezco a mi mejor amiga de toda la vida Lisseth que a pesar del tiempo y la distancia me ha recordado que no estoy sola y que en ella siempre voy a tener una persona en quien confiar y acudir, no existen palabras suficientes para expresar lo agradecida que estoy de tenerla en mi vida.

Agradezco a mis mascotas que son mis hijas que a su manera me han brindado apoyo y amor y me han sacado muchas sonrisas y me han reconfortado de una manera que nadie más podría.

Carolina Torres

Quiero agradecer en primer lugar a mi madre Norma Mejia, quien es la persona que más admiro y me ha demostrado que no hay amor más grande en el mundo que el de una madre, a mi padre Marco tapia quien me ha demostrado lo que significa el amor de un padre. Ambos con su incondicional apoyo y sacrificios han sido de completa motivación y enseñanza para forjar en mí la fortaleza y el carácter necesario para seguir adelante día a día.

Quiero agradecer a mi mejor amiga y compañera de tesis Carolina Torres quien ha sido testigo del arduo trabajo que requirió este proyecto, con su paciencia y amor ha demostrado ser siempre mi confidente, los momentos compartidos, las risas y los llantos nos han unido de una manera inigualable formando una conexión inmensa y convirtiéndonos en hermanas de otra sangre. Agradezco también a su increíble familia quienes abrieron las puertas de su casa y me acogieron con tanto amor, sobre todo a Dianita quien admiro mucho por ser una gran madre, una mujer fuerte y de gran corazón.

Agradezco a mi estimado mejor amigo Juan Arteaga quien con su sabiduría, carisma y cariño me ha encaminado por un buen camino, su forma de ver el mundo

cambió de forma radical el concepto que tenía de la vida y encuentro en él un ejemplo de superación. Su apoyo en este proyecto ha sido inigualable y sé que siempre estaré en deuda por haber compartido sus conocimientos y amor de la manera más noble.

Agradezco también a nuestro tutor Ingeniero Jonnathan Santos quien con su paciencia, tiempo y sabiduría ha sabido guiarnos de la mejor manera para culminar este trabajo.

Agradezco a mi amigo Edgar Taipe quien ha estado conmigo desde el inicio de la carrera y sin importar la hora o el lugar, él ha sabido aconsejarme y apoyarme sin juzgarme convirtiéndose en símbolo de refugio y apoyo en mi vida.

Agradezco a mi hija Uvita quien ha sido mi constante compañera en cada uno de los días y noches de desvelo, sin decir una palabra me ha brindado el apoyo, la inspiración y motivación para levantarme cada día y esforzarme para ser una mejor versión de mí. Además, agradezco a Pasita que a pesar de estar conmigo desde hace muy poco tiempo, me ha brindado la dicha de una nueva experiencia de amor y cariño en mi hogar.

Finalmente quiero agradecer a Morlyn, gracias por alentarme, apoyarme y recordarme que no estoy sola (T.Q.D.A.A.L.L.A.R.D.G).

Fernanda Mejia

Resumen

El presente proyecto de titulación se centra en la implementación de una mejora para la accesibilidad de personas con discapacidad en el edificio Mario Rizzini de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca. El objetivo principal es disminuir las barreras estructurales existentes y promover la inclusión social al facilitar la circulación dentro del edificio de manera segura y eficiente.

Este plan iniciará con un análisis de las normativas sobre accesibilidad en edificaciones, así como la identificación de las necesidades específicas de las personas con discapacidad física que residen en el edificio en cuestión. Se realizará una evaluación de la infraestructura actual en conjunto con el ascensor y una nueva distribución de las gradas, considerando componentes como la altura del edificio, tipo y capacidad del ascensor, disposición de espacios y obstáculos estructurales. Con base a esto se propondrá una solución y/o modificación específica con el fin de garantizar una accesibilidad universal. Además, se abordará aspectos relacionados con la seguridad y normativas de construcción de la implementación de la propuesta.

En última instancia, este proyecto no solo busca mejorar la accesibilidad física en el edificio de estudio, sino también servir como un modelo para futuras adaptaciones en otros entornos residenciales. Esto tiene como meta fomentar la inclusión e igualdad de oportunidades para todas las personas, independientemente de sus capacidades físicas.

Palabras clave: Discapacidad, adaptación, rediseño estructural y arquitectónico, accesibilidad.

Abstract

This degree project focuses on the implementation of an accessibility improvement for people with disabilities in the Mario Rizzini building of the Salesian Polytechnic University, Cuenca. The main objective is to reduce the existing structural barriers and promote social inclusion by facilitating circulation within the building in a safe and efficient manner.

This plan will begin with an analysis of the regulations on accessibility in buildings, as well as the identification of the specific needs of people with physical disabilities residing in the building in question. An evaluation of the current infrastructure will be made in conjunction with the elevator, considering components such as building height, type and capacity of the elevator, space layout and structural obstacles. Based on this, a specific solution and/or modification will be proposed in order to ensure universal accessibility. In addition, aspects related to safety and construction regulations for the implementation of the proposal will be addressed.

Ultimately, this project not only seeks to improve physical accessibility in the study building, but also to serve as a model for future adaptations in other residential environments. This has the goal of promoting inclusion and equal opportunities for all people, regardless of their physical abilities.

Key words: Disability, adaptation, structural and architectural redesign, accessibility.

Índice de contenido

1.	Introducción	1
2.	Problema	2
2.1.	Antecedentes	2
2.2.	Importancia y alcances	4
2.3.	Delimitación	5
2.3.1.	Espacial o geográfica	5
2.3.2.	Temporal	6
2.3.3.	Sectorial o institucional	6
3.	Objetivos generales y específicos	7
3.1.	Objetivo General	7
3.2.	Objetivos Específicos	7
4.	Revisión de la literatura o fundamentos teóricos	8
4.1.	Accesibilidad para personas con discapacidad física	8
4.2.	Alternativas para adaptar infraestructuras según normativas	14
4.2.1.	Rampas de acceso	14
4.2.2.	Ascensores	22
4.2.3.	Escaleras y pasamanos	26
Capítulo 3	30
5.	Marco Metodológico	30
5.1.	Propiedades del suelo	30

5.1.1. Ensayo SPT	30
5.2. Reconocimiento General del Edificio	34
5.2.1. Estructural.....	35
5.2.2. Hidráulico	35
5.3. Restructuración de accesos Mario Rizzini.....	35
5.3.1. Dise.....	35
5.3.2. Diseño de peldaños	35
5.3.3. Diseño de tramos	36
5.3.4. Diseño de refuerzos para escaleras	36
5.3.5. Altura y diámetro de pasamanos	39
5.3.6. Ubicación del pasamanos	40
5.4. Ascensor.....	41
5.4.1. Diseño de cimentación del ascensor.....	41
5.4.2. Capacidad de carga y número de ocupantes.....	53
5.4.3. Velocidad del ascensor	54
5.4.4. Dimensiones de la torre del ascensor	55
5.5. Análisis estructural en software SAP 2000.....	55
5.5.1. Cargas en la estructura según NEC	55
5.5.2. Combinaciones de carga según método LRFD	57
Capítulo 4	59
6. Resultados.....	59
6.1. Propiedades del suelo.....	59

6.1.1. Tipo de suelo	59
6.1.2. Capacidad portante del suelo.....	59
6.2. Recopilación de datos	62
6.2.1. Estructurales	62
6.2.2. Hidráulicos	64
6.3. Resultados SAP 2000.....	67
6.3.1. Mario Rizzini modelo.....	67
6.3.2. Columnas y vigas	68
6.3.3. Losas en edificio Mario Rizzini	70
6.3.4. Losas en Aulas.....	70
6.3.5. Losas para balcón	70
6.3.6. Losas para pasillos.....	71
6.3.7. Diagrama de momentos en losas de Mario Rizzini	76
6.3.8. Momento máximo y mínimo	78
6.3.9. Cortantes losas.....	78
6.3.10. Cortante máximo y mínimo.....	79
6.4. Gradass diseño.....	79
6.4.1. Momento máximo en gradass	82
6.4.2. Cargas en escalones.....	82
6.4.3. Refuerzo longitudinal para gradass	83
6.4.4. Cortante máximo	84
6.4.5. Entre piso.....	84

6.4.6. Momentos a los que trabaja en entre piso	85
6.5. Diseño de Ascensor	86
6.5.1. Torre del Ascensor.....	86
6.5.2. Cargas que vienen desde las columnas.....	86
6.5.3. Diseño de cimentación para torre de ascensor.....	87
6.5.4. Diseño de la cabina del ascensor	91
6.6. Verificación en SAP 2000	97
6.7. Comprobación de estabilidad elementos estructurales	97
7. Conclusiones	101
8. Recomendaciones	103
9. Bibliografía.....	104
10. Anexos	108

Índice de figuras

Figura 1 Ubicación referencial.....	6
Figura 2 Ubicación Institucional.....	7
Figura 3 Pendientes Longitudinales.....	15
Figura 4 Pendientes en construcciones existentes.....	15
Figura 5 Pendiente transversal y ancho mínimo.....	16
Figura 6 Especificación del aparte a).....	17
Figura 7 Especificación apartado b) y c).....	17
Figura 8 Especificación apartado d).....	18
Figura 9 Especificación apartada e).....	18
Figura 10 Dimensión mínima de puerta o ventana para que se abra hacia el descanso.....	19
Figura 11 Bordillo lateral y pasamanos.....	20
Figura 12 Pasamanos.....	21
Figura 13 Rampas para sillas de ruedas.....	22
Figura 14 Dimensiones mínimas.....	23
Figura 15 Dimensiones.....	24
Figura 16 Pasamanos.....	28
Figura 17 Máquina ensayo SPT.....	30
Figura 18 Representación de huella y contrahuella en escaleras.....	36
Figura 19 Sección de los pasamanos.....	40
Figura 20 Vista de mano sujetando el pasamanos permitiendo el desplazamiento sin dificultad.....	40
Figura 21 Gancho de parrilla.....	52

Figura 22 Campana de Gauss.....	54
Figura 23 Máquina para ensayo SPT de la UPS.....	61
Figura 24 Primera planta en SAP del Mario Rizzini.....	62
Figura 25 Segunda planta del edificio en SAP del Mario Rizzini.....	62
Figura 26 Tercera planta en SAP del Mario Rizzini	63
Figura 27 Ala, Oeste del trasado hidráulico del edificio	65
Figura 28 Ala este del trazado hidráulico del edificio.....	65
Figura 29 Recorrido de las redes de agua.....	66
Figura 30 Distribución de tuberías en planta.....	67
Figura 31 Propiedades de las columnas	69
Figura 32 Propiedades de las vigas	69
Figura 33 Edificio realizado en SAP	72
Figura 34 Edificio realizado en SAP	72
Figura 35 Malla del edificio Mario Rizzini.....	74
Figura 36 Alturas el edificio Mario Rizzini	75
Figura 37 Mario Rizzini vista en perfil	75
Figura 38 Mario Rizzini planta de cubiertas	76
Figura 39 Momentos representados en SAP200	76
Figura 40 Momentos representados en SAP200	77
Figura 41 Momentos representados en SAP200	77
Figura 42 Cortantes generados en SAP2000.....	78
Figura 43 Vista frontal escaleras	80
Figura 44 Vista frontal de escaleras	81
Figura 45 Vista lateral de escaleras.....	81
Figura 46 Vista en planta del entrepiso	85

Figura 47 Momentos generados por el entrepiso (kgf-cm)	85
Figura 48 Torre del ascensor	86
Figura 49 Campana de distribución normalL	93
Figura 50 Plano en planta de cabina de ascensor	94
Figura 51 Plano isométrico de la cabina del ascensor	95
Figura 52 Plano lateral de la cabina de ascensor	96
Figura 53 Verificación del trabajo generado por cada viga y columna del edificio Mario Rizzini	97
Figura 54 Verificación visual del funcionamiento del edificio	99
Figura 55 Vista de torre de ascensor y gradas nuevas	100

Índice de tablas

Tabla 1 Variaciones η_H , η_B , η_S y η_R	31
Tabla 2 Consistencia de arcillas y correlación aproximada para el número de penetración estándar, N_{60}	33
Tabla 3 Informe de recopilación de datos	34
Tabla 4 Velocidad de ascensores de acuerdo con su números de pisos	54
Tabla 5 Cargas muertas según la NEC	55
Tabla 6 Cargas vivas según la NEC	57
Tabla 7 Elección del tipo de perfil de acuerdo con suelo de la universidad.....	59
Tabla 8 Resultados del ensayo de SPT	60
Tabla 9 Consistencia y resistencia a la compresión no confinada de acuerdo con el número de penetración estándar	61
Tabla 10 Dimensiones de columnas	63
Tabla 11 Dimensiones de vigas	64
Tabla 12 Características de las gradas y pasamanos antiguos del edificio.....	64
Tabla 13 Peso Unitario de los materiales	67
Tabla 14 Carga uniforme según la ocupación	68
Tabla 15 Carga muerta aplicada a la baldosa de las aulas	70
Tabla 16 Carga viva aplicada en las aulas	70
Tabla 17 Carga muerta aplicada a la baldosa del balcón.....	70
Tabla 18 Carga viva aplicada a corredores.....	71
Tabla 19 Carga muerta aplicada a la baldosa de pasillos	71
Tabla 20 Carga viva aplicada a corredores de pasillos.....	71
Tabla 21 Cotas en eje X.....	73
Tabla 22 Cotas en eje Y.....	73

Tabla 23 Contas en el entrepiso.....	73
Tabla 24 Momentos máximos del análisis	78
Tabla 25 Cortante máximo en losas.....	79
Tabla 26 Resumen de diseño en las nuevas gradas	79
Tabla 27 Resumen de diseño en las barandillas	80
Tabla 28 Momentos máximos en las gradas.....	82
Tabla 29 Detalle de losa para escalones	82
Tabla 30 resumen del refuerzo longitudinal en gradas.....	83
Tabla 31 Resumen del refuerzo lateral en gradas.....	84
Tabla 32 Dimensiones de los entrepisos.....	85
Tabla 33 Cargas que vienen de las columnas	87
Tabla 34 Resumen de resultados de cargas y momentos de la torre del ascensor	87
Tabla 35 Datos de las comunas	88
Tabla 36 Dimensiones de las zapatas	88
Tabla 37 Resumen de diseño torre del ascensor.....	89
Tabla 38 Dimensiones de la torre del ascensor	90
Tabla 39 resumen del límite detallado de refuerzo en x.....	91
Tabla 40 Resumen del límite detallado del refuerzo en y	Error! Bookmark not defined.
Tabla 41 Datos recopilados de la visualización hecha en el edificio Mario Rizzini en horas pico.....	92
Tabla 42 Promedio y desviación estándar	92
Tabla 43 Dimensiones horizontales y características del ascensor	93
Tabla 44 Dimensiones verticales	94

Tabla 45 Resultados de columnas.....	98
Tabla 46 Resultados de vigas a flexión	98
Tabla 47 Resultados de vigas a cortante.....	99

1. Introducción

En el contexto actual de mejorar la accesibilidad y la funcionalidad de los espacios, el rediseño de edificios impone un papel crucial debido a que la renovación no solo responde a criterios estéticos y funcionales, sino que también busca facilitar un acceso más eficiente y cómodo a todas las áreas.

En este proyecto exploramos cómo la adaptación de un ascensor y una nueva distribución de escaleras en el edificio Mario Rizzini de la Universidad Politécnica sede Cuenca puede promover la inclusión y facilitar la movilización de personas con discapacidad. La incorporación del ascensor garantiza que personas con movilidad reducida puedan acceder a todas las áreas del edificio sin dificultades. Al mismo tiempo, la redistribución estratégica de las gradas ha sido diseñada para optimizar los flujos de circulación, asegurando una navegación fluida, accesible y segura para todos los visitantes.

Este trabajo tiene como objetivo ofrecer un rediseño que cumpla con las normativas de diseño y accesibilidad vigentes y de esta manera integrar soluciones que mejoren significativamente la calidad de vida de las personas con discapacidad, demostrando un compromiso firme con los principios de igualdad de oportunidades y bienestar social. Este enfoque no solo mejora la funcionalidad del espacio, sino que también responde a las necesidades cambiantes de una sociedad diversa y en constante evolución.

Para lograr el objetivo planteado el proyecto se divide en cuatro capítulos que abarcan desde la revisión teórica y metodológica hasta los resultados obtenidos y las conclusiones derivadas de estos.

2. Problema

2.1. Antecedentes

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, conocida por sus siglas en inglés, UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura), ha sido un defensor destacado en el establecimiento de las bases teóricas de la inclusión. Ha trabajado incansablemente para involucrar a gobiernos, instituciones educativas e investigadores de todo el mundo y ha promovido numerosas investigaciones e informes para evaluar la implementación de políticas inclusivas.

Según la UNESCO en 2009, la inclusión se define como un proceso que fortalece el sistema educativo y se considera una estrategia esencial para alcanzar la educación para todos, partiendo del principio de que la educación es un derecho humano fundamental y el pilar de una sociedad más equitativa y justa (*Organización de Las Naciones Unidas Para La Educación, La Ciencia y La Cultura | Argentina.Gob.Ar, n.d.*).

Discutir sobre inclusión y democracia implica la necesidad de reconsiderar espacios accesibles para toda la comunidad, donde se fomenten diferentes perspectivas y la comunicación sea central en la acción y la reflexión. Desde esta perspectiva, las instituciones educativas pueden convertirse en entornos sociales y humanos que sirvan al bien común, facilitando el intercambio de conocimientos y abordando necesidades, preocupaciones e inquietudes que invitan a la reflexión. El objetivo final es el progreso colectivo, reconociendo siempre la importancia de la diversidad. (Martínez, 2017).

Es fundamental destacar lo señalado por Navarro (2008), quien indica que una educación inclusiva implica que los estudiantes no deben ajustarse a una estructura fija y predefinida en las instituciones educativas. En cambio, son estas instituciones las que deben realizar los cambios necesarios para atender la diversidad, priorizando una evolución constante y adaptaciones que permitan la plena participación de todos los miembros de la comunidad educativa en los aspectos formativos, sociales y culturales, sin ninguna exclusión. Una institución inclusiva debe responder a las necesidades de los estudiantes, valorar su diversidad y no ser una estructura rígida, sino basarse en acciones participativas orientadas hacia la mejora de la calidad educativa (Tigrero, 2021).

La inclusión en Ecuador se basa, entre otras cosas, en: disposiciones legales, acuerdos internacionales y regulaciones. Sin embargo, los cambios que se han producido de manera tardía tienen mucho que ver con la voluntad política y la economía disponible debido a que se requiere inversión en la educación para que sea de alta calidad y responda a las necesidades de la sociedad estudiantil, incluidas las personas con discapacidad.

En Ecuador, actualmente, es muy complejo el poder ingresar a las universidades, debido a los recortes presupuestarios que ocasionan menos – 923 – cupos para los estudiantes, sin embargo, la Ley Orgánica de Educación Superior reformada en el 2018 establece en el Art. 74.- “Políticas de Cuotas. - Las instituciones de educación superior instrumentarán de manera obligatoria políticas de cuotas a favor del ingreso al sistema de educación superior de grupos históricamente excluidos o discriminados” (p.33). El cumplimiento de dicho artículo permite que los grupos vulnerables puedan ser partícipes de la educación superior (Martínez, 2017).

“Según el censo del año 2022 en Cuenca hay 20.234 personas que pertenecen al Registro Nacional de Discapacidad” (INEC,2022) esto implica que existe un número

considerable de individuos que presentan necesidades especiales derivadas de limitaciones físicas, sensoriales o cognitivas, y que resulta esencial para que los ambientes sean ajustados para satisfacer tales requerimientos que vienen siendo necesarios en estos ambientes.

Dentro del conjunto de personas con discapacidad registrada el 46.53% representa a las personas con discapacidad física y movilidad reducida esto incluye problemas como la accesibilidad a edificios, transporte, tecnología, información y comunicación por lo que la inclusión de estas personas es un derecho humano fundamental y además tiene beneficios para la sociedad en su conjunto, al fomentar la diversidad y la igualdad de oportunidades.

En resumen, referirse a una educación superior intercultural, inclusiva y diversa implica que todos los integrantes de la comunidad participen en las decisiones y procesos educativos. Es fundamental que los docentes tengan conocimientos sobre cómo atender la diversidad y desarrollar entornos que eliminen barreras, tanto físicas como personales u organizativas, que obstaculizan el aprendizaje de los estudiantes. El objetivo es garantizar el acceso y la participación plena de todos los alumnos, promoviendo al mismo tiempo el desarrollo integral de la comunidad educativa (Tigrero, 2021).

2.2. Importancia y alcances

- La carencia de una movilidad viable y apropiada para personas con discapacidad reducida en el edificio Mario Rizzini ha provocado dificultades al momento de trasladarse entre pisos para asistir a clases de tal manera que interviene en el desarrollo de las dinámicas formativas dentro de la universidad.

- En esta propuesta de rediseño de la infraestructura se busca mejorar el desplazamiento en el edificio Mario Rizzini para personas con movilidad reducida garantizando que tengan un acceso igualitario y puedan moverse de manera más independiente y autónoma.
- La adecuación de edificios para personas con discapacidad es un imperativo ético y legal. Las personas con discapacidad tienen derecho a la igualdad de oportunidades y al acceso a los mismos servicios que las personas sin discapacidad, tal como se establece en la Convención de las Naciones Unidas sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (ONU), enfatiza la importancia de eliminar barreras físicas y promover la accesibilidad en según su artículo 9.

2.3. Delimitación

El problema de estudio se delimitará en las siguientes dimensiones:

2.3.1. Espacial o geográfica

La ubicación geográfica del proyecto se encuentra en la ciudad de Cuenca perteneciente a la provincia del Azuay.



Figura 1 Ubicación referencial

Fuente: Parra, Rene. (2016). Inventario de Emisiones Atmosféricas del Cantón Cuenca 2014. 10.13140/RG.2.2.17665.66405.

2.3.2. Temporal

El proyecto se realizó en los meses de marzo y julio del año 2024, comprendidos dentro del periodo académico 64.

2.3.3. Sectorial o institucional

La institución de educación superior en la que se va a realizar el proyecto de titulación es en la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca.



Figura 2 Ubicación Institucional

Fuente: Google Earth Pro

3. Objetivos generales y específicos

3.1. Objetivo General

Rediseñar el edificio Mario Rizzini de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca para facilitar el acceso de personas con discapacidad física.

3.2. Objetivos Específicos

- Recopilar datos relevantes sobre la infraestructura hidráulico y estructural del edificio.
- Identificar los parámetros del suelo del edificio.
- Proponer una nueva distribución de las escaleras y adaptación de un ascensor en el edificio.
- Evaluar el rediseño de la infraestructura del edificio Mario Rizzini de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca para personas con discapacidad mediante un software comercial de elementos finitos.

4. Revisión de la literatura o fundamentos teóricos

4.1. Accesibilidad para personas con discapacidad física

La accesibilidad en edificios se refiere a la posibilidad de que cualquier persona, sin importar sus capacidades físicas o cognitivas, pueda usar un edificio o entorno construido de manera segura y sin dificultades. Esto implica diseñar y modificar espacios para que sean funcionales y seguros para todos, incluyendo a personas con discapacidades, adultos mayores y aquellos con necesidades especiales.

En un principio, los enfoques sobre la accesibilidad en los planes y diseños se centraron en consideraciones políticas y de derechos. Estos enfoques buscaban reducir las barreras que a menudo resultan en la discriminación de personas con discapacidad. La disminución de estas barreras se logra mediante el reconocimiento de las necesidades específicas y desafíos que enfrentan al acceder a diferentes entornos. Este enfoque ha tenido un impacto importante en disciplinas como el diseño, la ingeniería y la arquitectura, que han asumido la responsabilidad de aplicar normativas cada vez más numerosas con el propósito de fomentar la creación de entornos accesibles para personas con discapacidad.

En esencia, los planes de accesibilidad se pueden resumir como un conjunto de características que determinan la facilidad de uso para personas con discapacidad en un entorno determinado.

Desde este mismo contexto, Alonso (2016) señala la importancia de reimaginar los entornos y su relación con las personas, buscando incluir nuevos agentes y aliados interesados en concebir y transformar los espacios de manera más alineada con las realidades funcionales de la población. Así, se abordan diversas áreas de desconocimiento

o falta de interés académico, en gran parte debido a la carencia de referentes teóricos, datos estadísticos y trabajos empíricos de calidad (Alonso, 2016).

Como indican Church y Marston (2003), el concepto de accesibilidad se ha convertido en medidas concretas que permiten evaluar las políticas y las limitaciones derivadas de ignorar las diferencias en las características físicas y de movilidad de las personas, así como el impacto de las barreras estructurales en esos casos. Estos factores influyen en los tiempos de viaje e incluso en la posibilidad de realizarlo para muchas personas. Hansen (1959) define la accesibilidad como "el potencial para la interacción", lo que nos lleva a trasladar este concepto del transporte a otros ámbitos, como el acceso al empleo o a los servicios.

A pesar de que la accesibilidad se fundamenta en normas y estándares, Church y Marston (2003) señalan que no es un fenómeno estático, ya que las demandas y deseos sociales evolucionan con el tiempo. Por lo tanto, es razonable utilizar también otras medidas complementarias a la accesibilidad absoluta para evaluar la efectividad de los planes de adaptación de viviendas, el diseño urbano o las nuevas construcciones.

Discapacidad

Consideramos la discapacidad como una construcción social e histórica que tiene raíces modernas y coloniales, vinculada a los modos de producción y reproducción de una sociedad. Esto significa que se encuentra inserta en un sistema de clasificación que reproduce un orden hegemónico basado en relaciones de asimetría y desigualdad. Esta perspectiva nos lleva a reconocer los lazos y componentes ideológicos que atraviesan su evolución, al tiempo que se combinan las implicaciones históricas que han moldeado las formas y contenidos de cómo se discute la "diferencia" en diversos contextos sociales.

Las maneras de referirse a la discapacidad se fundamentan en las condiciones discursivas, socioculturales, políticas y económicas de una modernidad colonial, donde las fronteras entre lo "normal" y lo "anormal" delinean cómo ser, estar y ser reconocido por los demás en la sociedad. Esta perspectiva nos lleva a entender la discapacidad como un constructo teórico significativo, lo que implica una ruptura con la noción de déficit, su supuesta causalidad biológica y su carácter naturalizado. Así, se considera que "[...] se trata de un déficit construido (inventado) para clasificar y medir cuánto y de qué manera se aparta el otro del ideal de un cuerpo 'normal'" (Rosato y Angelino, 2009).

A lo largo de la historia, el concepto de discapacidad ha experimentado una notable transformación. Si retrocedemos en el tiempo, en las civilizaciones antiguas, se solía vincular la discapacidad con la intervención de fuerzas divinas o castigos sobrenaturales, lo que resultaba en la marginación y el rechazo de las personas con discapacidad. Afortunadamente, con el paso del tiempo, esta percepción comenzó a cambiar gradualmente.

En la segunda mitad del siglo XX, se produjo un movimiento en el que personas con discapacidad, sus familiares y otros individuos se unieron en un esfuerzo por promover los derechos de las personas con discapacidad y abogaron por ser considerados en la formulación de políticas de inclusión.

En 1992, la Asamblea General de las Naciones Unidas proclaman, a través de la resolución 62/127, el 3 de diciembre como «Día Internacional de las Personas con Discapacidad». Con el objetivo de sensibilizar a la opinión pública sobre la discapacidad, derechos y el bienestar de las personas con discapacidad, y promover su inclusión en todos los aspectos de la vida: política, social, económica y cultural.

La evolución hacia un nuevo enfoque de la discapacidad ha llevado a una percepción considerablemente diferente de lo que se tenía en años anteriores. En 2006, la ONU introdujo una definición que marcó un cambio significativo, alejándose de la idea de que la discapacidad es una característica intrínseca de la persona. En su lugar, la ONU postuló que la discapacidad es el resultado de la interacción entre las personas con limitaciones funcionales y las barreras presentes en la actitud y el entorno, obstáculos que impiden su plena y efectiva participación en la sociedad en igualdad de condiciones con el resto de la población.

Discapacidad física

La OMS (Organización Mundial de la Salud) define la discapacidad como “un fenómeno complejo que refleja una interacción entre las características del organismo humano y las características de la sociedad en la que vive”. El término engloba los problemas que afectan a una estructura o función corporal, a las limitaciones en la actividad y a las restricciones en la participación que estos conllevan.

Dentro de las distintas categorías de discapacidad, la discapacidad física motora se presenta cuando una persona tiene una condición física que le impide, de forma permanente e irreversible, moverse con plena capacidad en su sistema motriz. Esta afectación se enfoca en el sistema locomotor, especialmente en las extremidades, aunque también puede resultar en limitaciones en la movilidad de los músculos esqueléticos.

La discapacidad física se caracteriza por la presencia de limitaciones en las funciones motrices y/o viscerales. Esta categoría de discapacidad se puede categorizar considerando el sistema físico que se encuentra afectado:

- Sistema musculo esquelético (deficiencias articulares, amputaciones),

- Sistema nervioso (epilepsia, tetraplejia, paraplejia),
- Aparato respiratorio (asma, trasplante de pulmón, fibrosis quística),
- Sistema cardiovascular (cardiopatías, arritmias),
- Sistema hematopoyético y sistema inmunitario (anemias, Inmunodeficiencias no secundarias a infección por VIH),
- Aparato digestivo (enfermedad del hígado, incontinencia),
- Aparato genitourinario (deficiencias del riñón, incontinencia urinaria),
- Sistema endocrino (hipertiroidismo, diabetes),
- Piel y anejos (soriasis),
- Neoplasias (tumor).

En este contexto, la discapacidad física se define como la limitación que algunas personas experimentan al participar en las actividades habituales de la vida diaria debido a la interacción entre problemas específicos relacionados con la manipulación de objetos o el acceso a diversos espacios, lugares y actividades. y las barreras presentes en el entorno en el que estas personas se desenvuelven. Como señala Palacios Rizzo (2008), la discapacidad estaría compuesta por los factores sociales que restringen, limitan o impiden a las personas con diversidad funcional, vivir una vida en sociedad.

Esta diferenciación facilitó la creación de un modelo conocido como «social» o «de barreras sociales» de discapacidad. Así, mientras que en el modelo rehabilitador la discapacidad se atribuye a una patología individual, en el modelo social se entiende como el resultado de barreras sociales y relaciones de poder, en lugar de un destino biológico inevitable.

Accesibilidad

Se refiere a la característica de un entorno, producto, servicio o tecnología que permite que todas las personas, incluidas aquellas con discapacidades, los utilicen de manera segura, efectiva y sin barreras.

Población vulnerable

Grupo de la población que enfrentan un mayor riesgo de sufrir adversidades, discriminación o dificultades en comparación con la población en general.

Discapacidad

La discapacidad es una condición que afecta a una persona en su capacidad de realizar actividades cotidianas debido a limitaciones físicas, sensoriales, intelectuales o emocionales.

Adaptación de edificación

La adaptación de edificaciones se refiere al proceso de realizar modificaciones, ajustes o mejoras en un edificio o estructura existente con el propósito de cumplir con ciertos requisitos o necesidades específicas.

Cumplimiento normativo

Realizar cambios para cumplir con las regulaciones y normativas gubernamentales, como códigos de construcción y normativas de seguridad.

4.2. Alternativas para adaptar infraestructuras según normativas

4.2.1. Rampas de acceso

Las rampas para sillas de ruedas y para personas con movilidad reducida facilitan el paso por desniveles verticales y son aptas para cualquier persona con dificultades de movilidad, ya sea de manera permanente o temporal. Aunque son una de las solicitudes de accesibilidad más comunes, representan la opción más efectiva para asegurar el acceso de personas con discapacidad, reemplazando las escaleras convencionales (NTE INEN 2245, 2016).

El diseño de una rampa debe tener en cuenta el espacio de circulación que está formado por:

- El ancho libre de paso
- Altura libre de paso

En el caso de las rampas para personas con movilidad reducida, es importante considerar las áreas de maniobra. La longitud horizontal máxima de una rampa con una pendiente del 8 % debe ser de hasta 10,000 mm, mientras que para rampas con una pendiente del 12 % debe ser de hasta 3,000 mm. Al cumplir con estas condiciones, se deben incluir descansos (NTE INEN 2245, 2016).

4.2.1.1. Dimensiones.

Pendientes longitudinales

Los rangos de las pendientes longitudinales máximas para los respectivos tramos de rampa entre descansos son:

- Hasta 10 metros el 8%
- Hasta 2 metros el 12%
- Hasta 3 metros: 12% en construcciones existentes

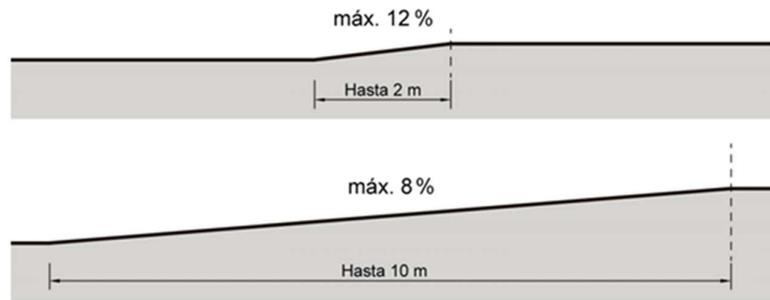


Figura 3 Pendientes Longitudinales

Fuente: NTE INEN 2245

- En construcciones existente



Figura 4 Pendientes en construcciones existentes

Fuente: NTE INEN 2245

Pendiente transversal

La pendiente transversal máxima se aplica en el 2% (Figura 5)

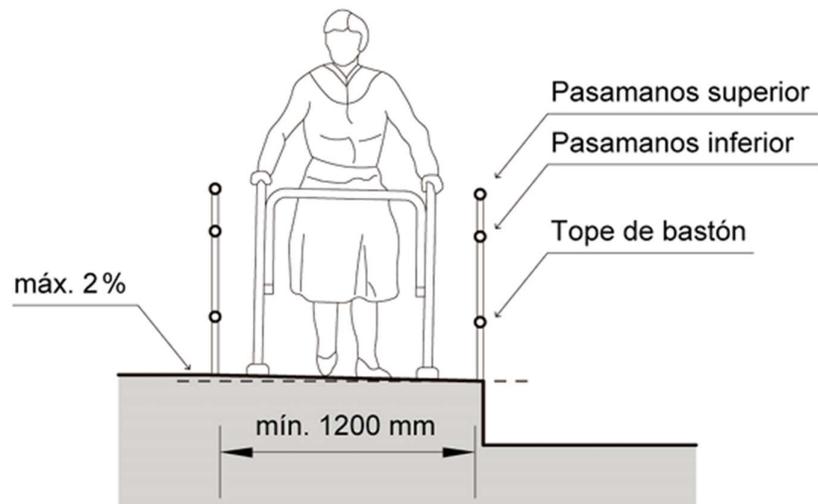


Figura 5 Pendiente transversal y ancho mínimo

Fuente: NTE INEN 2245

Ancho mínimo

El ancho mínimo libre perteneciente a las rampas es de 1200 mm entre pasamanos (Figura 5).

Descansos

Se colocará respectivamente entre los tramos de la rampa y frente a cualquier tipo de acceso que tengan las siguientes características:

- a) La longitud del descanso debe contar con una dimensión mínima de 1200 mm, libre de obstáculos (Figura 6).

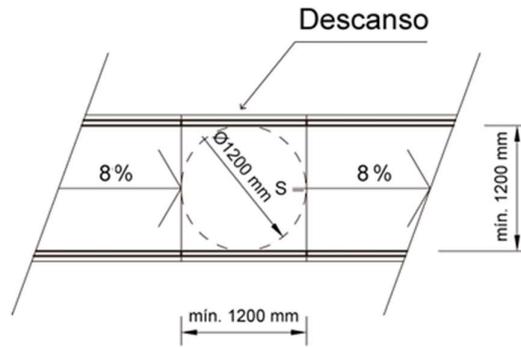


Figura 6 Especificación del aparte a)

Fuente: NTE INEN 2245

- b) De existir un cambio de dirección en el desarrollo de la rampa, se debe incorporar un descanso. Todo descanso debe permitir inscribir una circunferencia de diámetro mínimo libre de obstáculos de 1200 mm (Figura 7) (NTE INEN 2245, 2016).
- c) Se sugiere que, al realizar un cambio de giro, se elimine la arista en el ángulo interno (Figura 7) (NTE INEN 2245, 2016).

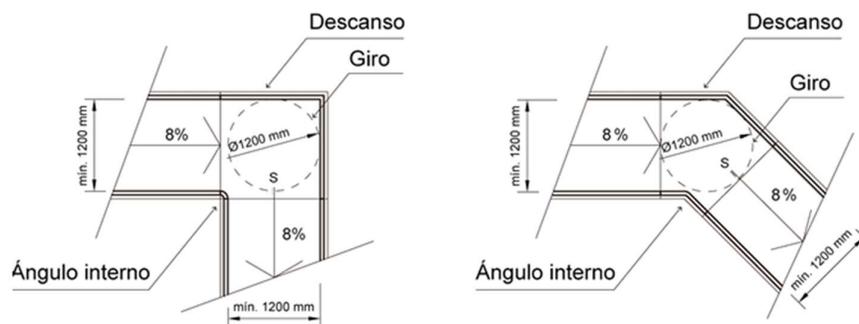


Figura 7 Especificación apartado b) y c)

Fuente: NTE INEN 2245

- d) En el caso de rampas donde el cambio de dirección es de 180°, el ancho del descanso libre debe ser de 1200 mm (Figura 8).

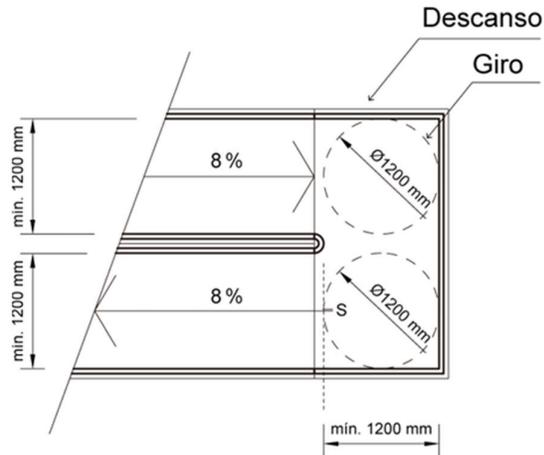


Figura 8 Especificación apartado d)

Fuente: NTE INEN 2245

- e) Si la distancia entre dos descansos es de hasta 800 mm, no se permitirá agregar una rampa entre ellos. (Figura 9).

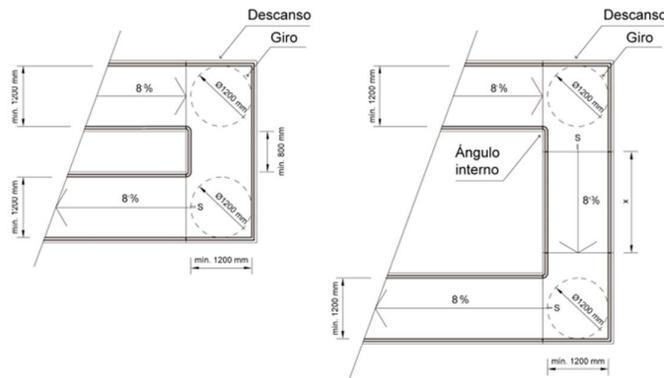


Figura 9 Especificación apartada e)

Fuente: NTE INEN 2245

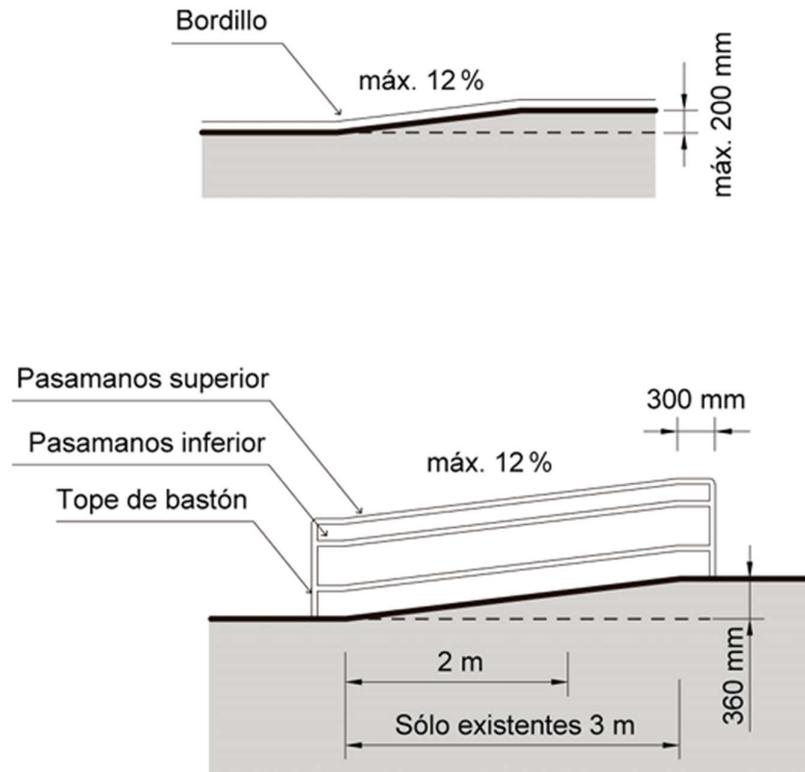


Figura 11 Bordillo lateral y pasamanos

Fuente: NTE INEN 2245

Al diseñar rampas con anchos libres de 2200 mm o más, se debe incluir un pasamanos intermedio a una distancia mínima de 1000 mm de cualquier otro pasamanos. (Figura 12).

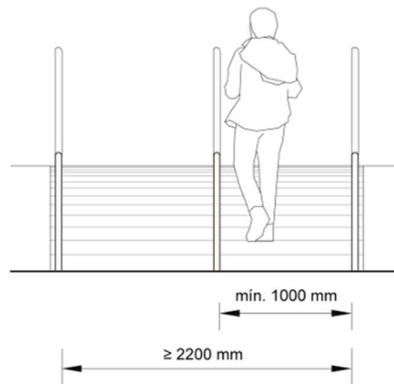


Figura 12 Pasamanos

Fuente: NTE INEN 2245

El acabado del piso de rampas y descansos debe ser sólido, antideslizante tanto en seco como en húmedo, y debe estar libre de piezas sueltas, irregularidades en el material y defectos en su instalación.

4.2.1.2. Tipos de rampas para personas con discapacidad

Dado que el propósito de estas rampas es conectar dos áreas situadas a diferentes niveles, tanto en interiores como en exteriores, hay diversas opciones de construcción en cuanto a materiales y diseño.

Es importante considerar que las rampas no deben tener una inclinación mayor al 10%, por lo que cuanto más largas sean, más sencillo será transitar por ellas (Medical, 2020).

- **Rampas fijas de obra**

Son estructuras permanentes diseñadas para superar desniveles medios o altos. Deben integrarse en su entorno arquitectónico y formar una unidad con el espacio en el que se encuentran (Medical, 2020).

- **Rampas fijas prefabricadas**

Se utilizan para superar pequeños desniveles en áreas de tránsito moderado. Aunque son estructuras fijas, se pueden trasladar con facilidad (Medical, 2020).

- **Rampas plegables**

Las sillas de ruedas facilitan superar pequeños desniveles en situaciones específicas y son fáciles de mover, transportar y almacenar, ya que al plegarse disminuyen su tamaño a la mitad (Medical, 2020).

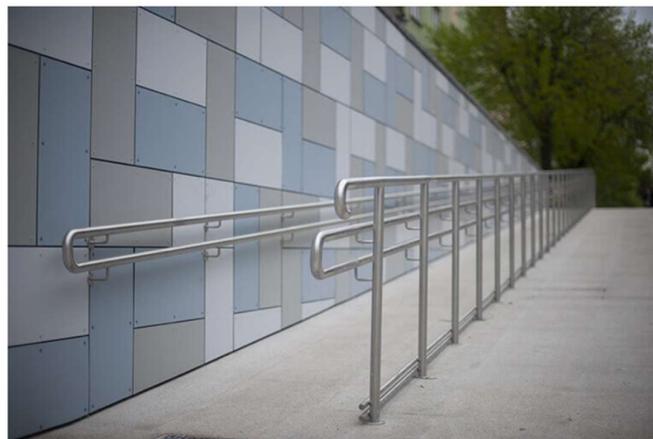


Figura 13 Rampas para sillas de ruedas

Fuente: Sunrise medical

4.2.2. Ascensores

La Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria INEN 2 299:2001, establece ciertos requisitos que los ascensores debe cumplir en los edificios para permitir la accesibilidad de las personas con discapacidad y movilidad reducida (NTE INEN 2299, 2001).

4.2.2.1.Requisitos específicos

Dimensiones:

Las dimensiones interiores mínimas de la cabina del ascensor deben ser de al menos 1.200 mm de profundidad y 1.000 mm de ancho, para asegurar espacio suficiente para acomodar una silla de ruedas y, en caso necesario, un acompañante (NTE INEN 2299, 2001)

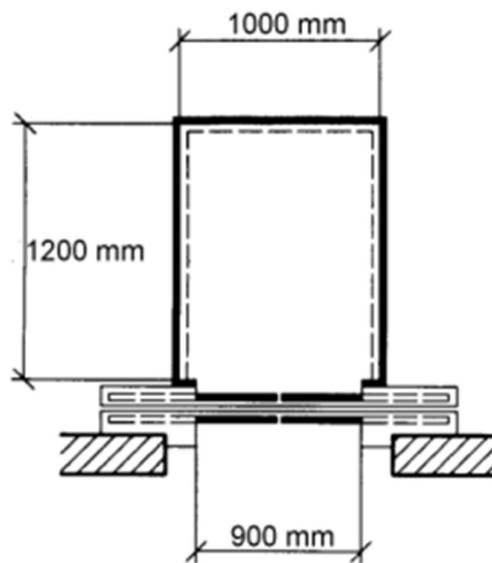


Figura 14 Dimensiones mínimas

Fuente: INEN 2299 (2001)

Si la posición de la puerta de la cabina no coincide con la de la parada, las dimensiones mínimas necesarias deben ser de 1,200 mm por 1,400 mm para permitir un giro sin obstáculos de la silla de ruedas (NTE INEN 2299, 2001).

- Las dimensiones mínimas del vano de la puerta de la cabina deben ser de 900 mm de ancho y 2,000 mm de alto, y su funcionamiento debe ser automático (NTE INEN 2299, 2001).

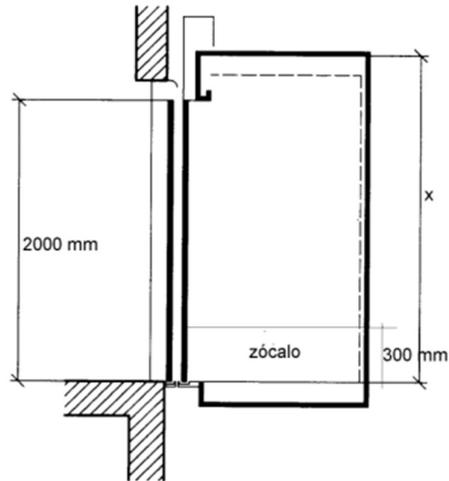


Figura 15 Dimensiones

Fuente: INEN 2299 (2001)

Tiempo de apertura:

- El tiempo mínimo de apertura del ascensor, desde que se activa la señalización luminosa y acústica indicando que está respondiendo a la llamada, hasta que las puertas comienzan a cerrarse, debe ser determinado según la fórmula T (tiempo de apertura) que es igual a la distancia del eje del corredor D dividido para la constante 445 (NTE INEN 2299, 2001).
- La distancia " D " debe medirse desde un punto ubicado en el eje del corredor o pasillo, justo frente a la botonera de llamada (a un máximo de 1,500 mm de distancia de esta), hasta el eje de la puerta del ascensor, específicamente sobre la puerta de entrada más lejana (NTE INEN 2299, 2001).
- En ningún caso el tiempo de apertura será inferior a 5 segundos al responder a una llamada exterior y a 3 segundos al atender una llamada interior. (NTE INEN 2299, 2001).

Características generales

- El suelo del área de acceso al ascensor debe contar con un pavimento texturizado que cubra al menos una superficie de 1,200 mm x 1,200 mm (NTE INEN 2299, 2001).
- El espacio para el embarque y desembarque debe contar con un área mínima de 1,500 mm x 1,500 mm, manteniendo condiciones simétricas y centradas en la puerta. Si el ascensor tiene puertas batientes, la dimensión del espacio exterior frente al ascensor se definirá por la capacidad de inscribir un círculo de 1,200 mm de diámetro en el área libre del recorrido de la puerta (NTE INEN 2299, 2001).
- Al menos una de las paredes internas del ascensor debe contar con un pasamanos situado a una altura de 900 mm, y este debe cumplir con las especificaciones generales establecidas para este tipo de elemento según la normativa NTE INEN 2 244.
- Las paredes internas de la cabina deben contar con un zócalo de 300 mm de altura hecho de un material resistente, para proteger contra el impacto de los reposapiés de la silla de ruedas, ver Figura 2 (NTE INEN 2299, 2001).
- La cabina del ascensor debe contar con un piso antideslizante. En caso de haber alfombras o moquetas, estas deben estar fijadas adecuadamente (NTE INEN 2299, 2001).
- El sistema de apertura de las puertas debe incluir un sensor automático que esté posicionado a una distancia máxima de 800 mm desde el suelo (NTE INEN 2299, 2001).
- La intensidad luminosa en el interior de la cabina no debe ser menor a 100 lux (NTE INEN 2299, 2001).

Comandos

- La altura máxima del panel de control dentro de la cabina debe ser de 1,200 mm, medida desde el nivel del suelo terminado hasta el borde superior del panel (NTE INEN 2299, 2001).
- Los pulsadores de emergencia y parada deben estar ubicados en la parte inferior del panel de control, a una altura que no supere los 1,000 mm desde el nivel del suelo terminado (NTE INEN 2299, 2001).
- Los botones de llamada exterior deben estar situados a una altura máxima de 1,200 mm desde su eje, medida desde el nivel del suelo terminado (NTE INEN 2299, 2001).

Paradas

- La precisión de la parada puede permitir una tolerancia máxima de 20 mm en relación con el piso de embarque o desembarque (NTE INEN 2299, 2001).
- La distancia entre el suelo firme y el piso de la cabina debe permitir una tolerancia horizontal de hasta 20 mm (NTE INEN 2299, 2001).
- Al lado de la puerta de acceso al ascensor deben colocarse flechas que indiquen la dirección del movimiento. Estas flechas deben ser de colores contrastantes, con un tamaño mínimo de 70 mm, y situadas a una altura de 1,800 mm desde su centro, medida desde el nivel del suelo terminado (NTE INEN 2299, 2001).

4.2.3. Escaleras y pasamanos

4.2.3.1. Escaleras

Grupo de escalones, compuestos por tres o más, que facilitan la transición entre diferentes niveles. Los elementos físicos que constituyen las escaleras son: peldaños, pasamanos y descanso.

Para el diseño de una escalera se debe tener en cuenta el área disponible para la circulación la cual consta tanto del ancho de paso y la altura de paso (NTE INEN 2244, 2016).

Peldaños

Los peldaños son los escalones que componen una escalera, facilitando el movimiento entre diferentes niveles. Cada uno tiene una superficie horizontal para apoyar el pie al subir o bajar conocida como huella, acompañados a menudo por una contrahuella que define la altura del paso. Pueden fabricarse en madera, metal, piedra o concreto, según el contexto arquitectónico y funcional.

Tramo

Los tramos de las escaleras son segmentos o secciones de escalones que unen plataformas o descansos. Cada tramo forma una secuencia de escalones que permiten subir o bajar entre niveles en un edificio. Pueden adoptar diferentes formas como rectas, en L, en U, en espiral u otras según el diseño arquitectónico y las especificaciones del lugar.

Descanso

- Durante el descanso, se debe mantener el ancho libre de la escalera, sin que se invada con equipamiento, mobiliario u otros elementos.
- En escaleras destinadas al acceso público, no se permite que los descansos sean ocupados por escalones.
- Las escaleras compensadas no son adecuadas para áreas de acceso público (NTE INEN 2244, 2016).

Tipo de escalera

Por disposición de los escalones:

Con descansos: están compuestos por dos o más tramos (NTE INEN 2244, 2016).

4.2.3.2.Pasamanos

Altura

- Los pasamanos deben tener una altura igual en el inicio, descansos y final.
- En caso de escaleras, la medida de altura se tomará desde el borde del peldaño (NTE INEN 2244, 2016).

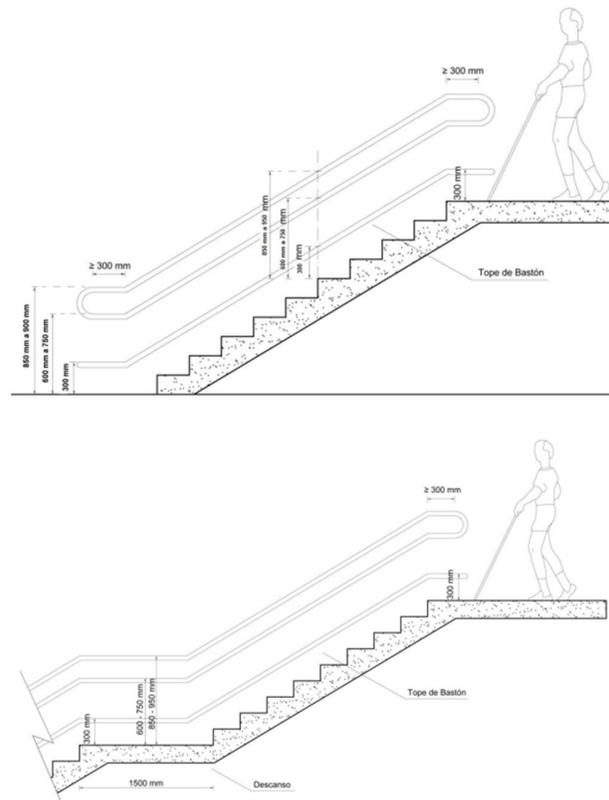


Figura 16 Pasamanos

Fuente: INEN 2244 (2016)

Forma

El pasamanos debe diseñarse ergonómicamente para garantizar un agarre seguro y un deslizamiento suave de la mano a lo largo de su superficie.

En el caso de pasamanos con secciones circulares, ovaladas u otras formas curvas cerradas, el diámetro más pequeño debe estar comprendido entre 40 mm y 50 mm (consulte la Figura 3).

Ubicación, materiales y fijación

- Los pasamanos deben estar fabricados con materiales resistentes y estar firmemente sujetos a una superficie vertical o al suelo, permitiendo un desplazamiento fluido de la mano.
- Los extremos de los pasamanos deben curvarse hacia la pared, unirse como un solo elemento con otro pasamanos, o extenderse hasta el suelo para prevenir posibles enganches, evitando interferir con la zona de paso (NTE INEN 2244, 2016).

Capítulo 3

5. Marco Metodológico

5.1. Propiedades del suelo

5.1.1. Ensayo SPT

Para comenzar determinaremos las propiedades específicas del suelo, de acuerdo a los resultados del ensayo SPT. El cual nos indica la capacidad portante del suelo para poder diseñar la cimentación del cajón del ascensor.

En el ensayo SPT contabilizaremos el número de golpes que se requieren para penetrar un toma muestras de acero hueco, por medio de una masa de 63,5 kg.

El toma muestras se introduce en el terreno 60 cm y contabilizaremos los golpes cada 15 cm, todos los implementos deber estar estandarizados.

Obtendremos un valor N de resistencia a la penetración que sale de la suma de los números de golpes de los dos tramos intermedios de 15 cm descartando tanto el primer como el último tramo por alteraciones del suelo.



Figura 17 Máquina ensayo SPT

Fuente: Kuarso mini

Para determinar la capacidad portante, primero debemos corregir el número de golpes con la siguiente

Los factores que aportan a las variaciones de la cantidad de penetración estándar N a una determinada profundidad

$$N_{60} = \frac{N\eta_H\eta_B\eta_S\eta_R}{60} \quad (1)$$

Donde:

N_{60} = número de penetración estándar corregido para condiciones de campo

N = número de penetración medido

η_H = eficiencia del martillo (%)

η_B = corrección del diámetro de perforación

η_S = corrección del muestreador

η_R = corrección para la longitud de la varilla

se resumen en las siguientes tablas.

Las variaciones de $\eta_H, \eta_B, \eta_S, \eta_R$ en la Ecuación 1 se obtienen de las siguientes tablas:

Tabla 1

Variaciones η_H, η_B, η_S y η_R

1. Variación de η_H			
País	Tipo de martillo	Lanzamiento del martillo	η_H (%)
Japón	Anillos	Caída libre	78
	Anillos	Cuerda y polea	67
Estados Unidos	Seguridad	Cuerda y polea	60
	Anillos	Cuerda y polea	45

			32
Argentina	Anillos	Cuerda y polea	45
	Anillos	Cuerda y polea	60
China	Anillos	Cuerda y polea	50

2. Variación de η_B

Diámetro (mm)	η_B
60 – 120	1.0
150	1.05
200	1.15

3. Variación de η_S

Variable	η_S
Muestreo estándar	1.0
Con revestimiento para arena densa y arcilla	0.8
Con revestimiento para arena suelta	0.9

4. Variación de η_R

Longitud de la varilla (m)	η_R
>10	1
6 -10	0.95
4 - 6	0.85
0 - 4	0.75

Fuente: Fundamentos de ingeniería geotécnica Braja M. Das

Finalmente la capacidad portante del suelo que se obtiene de la siguiente tabla:

Tabla 2

Consistencia de arcillas y correlación aproximada para el número de penetración estándar, N_{60}

Número de penetración estándar N_{60}	Consistencia	Resistencia a la compresión no confinada, q_u (kN/m ²)
0-2	Muy blanda	0-25
2-5	Blanda	25-50
5-10	Rigidez media	50-100
10-20	Rígida	100-200
20-30	Muy rígida	200-400
>30	Dura	>400

Fuente: Fundamentos de ingeniería geotécnica Braja M. Das

Los resultados obtenidos serán tabulados en la siguiente tabla:

Tabla 3*Informe de recopilación de datos*

	Ensayo de penetración estándar (SPT)		Código	
			Versión	
			Fecha	
Proyecto	Ensayo del suelo de la universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca		Informe N°	
			Muestra N°	
Cota boca de pozo		Nivel freático		
Operador			Equipo	
Fechas de toma				
Localización				

Penetración No.	Nivel freático (m)	Penetración (SPT)						Observaciones
		Profundidad (m)	N₀₋₁₅	N₁₅₋₃₀	N₃₀₋₄₅	N_{SPT}	N_{Corregido}	

*Fuente: Universidad Politécnica Salesiana***5.2. Reconocimiento General del Edificio**

Este proyecto técnico propone una recopilación de datos estructurales e hidráulicos, para conocer la realidad actual del complejo y proponer un rediseño que evite interrumpir las conexiones actuales y adaptarse a las necesidades de todos los estudiantes, docentes y personal administrativo de la Universidad.

Además de contar con planos As build del edificio, se realizará una inspección visual por parte de las autoras de este proyecto de titulación. De modo que la información proporcionada sea lo más exacta posible.

5.2.1. Estructural

En el ámbito estructural se priorizará obtener datos de columnas, vigas, losas y disposición actual de las escaleras del edificio. Con lo cual aseguraremos proporcionar un modelo digital muy cercano a la realidad.

También se enlistarán los materiales con los que está hecho el edificio: ventanas, baldosas, cielorrasos, puertas, luces etc.

Buscaremos posibles áreas de carga, puntos de apoyo y condiciones que puedan afectar a la modificación propuesta.

5.2.2. Hidráulico

En este ámbito buscaremos identificar la disposición de la red hidrosanitaria del complejo, de modo que evitemos interferir con la red de distribución de agua actual con la reestructuración de accesos.

5.3. Reestructuración de accesos Mario Rizzini

5.3.1. Diseño de escaleras

Para el diseño de las escaleras el ancho debe cumplir la siguiente condición:

$$a \geq 1200 \text{ mm} \quad (2)$$

5.3.2. Diseño de peldaños

Las relaciones dimensionales entre la huella y la contrahuella se determinan utilizando las Ecuaciones (3)(4)(5) y se refleja en la ilustración 18

$$600 \text{ mm} \leq 2a + b \leq 660 \text{ mm} \quad (3)$$

$$a \geq 280 \text{ mm} \quad (4)$$

$$b \leq 180 \text{ mm} \quad (5)$$

Donde:

a: contrahuella (mm)

b: es la huella en (mm)

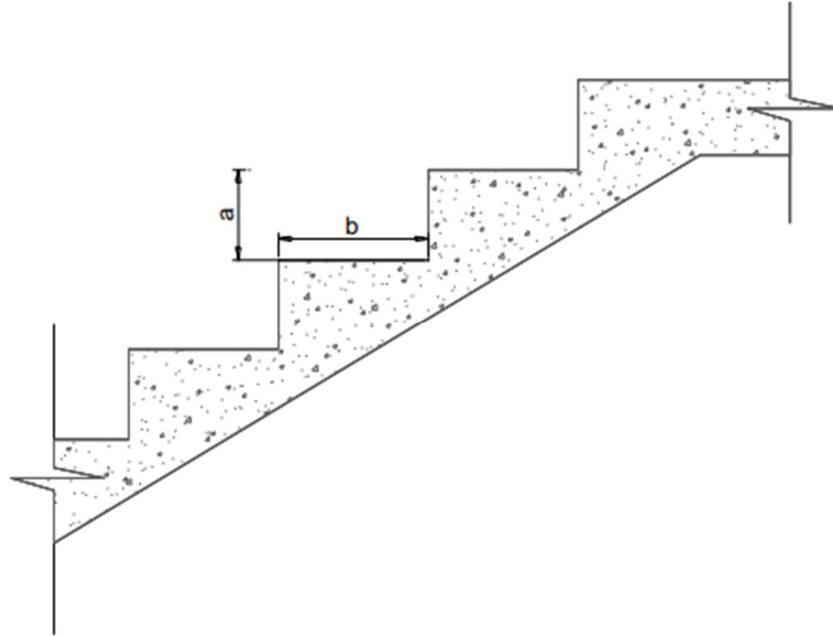


Figura 18 Representación de huella y contrahuella en escaleras

Fuente: INEN 2249 (2016)

5.3.3. Diseño de tramos

Las escaleras con acceso al público deben tener tramos continuos sin descanso de tal manera que cumplan con la siguiente condición:

$$t \leq 10 \text{ escalones} \quad (6)$$

5.3.4. Diseño de refuerzos para escaleras

- Espesor mínimo

De acuerdo con la tabla 7.3.1.1 del ACI 318-19 para calcular el espesor mínimo para una losa simplemente apoyada se debe utilizar la siguiente ecuación:

$$h_{min} = \frac{l}{20} \quad (7)$$

Donde:

h_{\min} = espesor mínimo (m)

- Refuerzo a flexión

Cuantías:

$$\rho = \frac{A_s}{b_w * d} \quad (8)$$

Donde:

ρ = cuantía

A_s = área de acero (cm)

b_w = ancho de losa (cm)

d = espesor (cm)

- Deformaciones unitarias

$$\varepsilon'_s = \frac{0.003}{c} * (c - d') \quad (9)$$

$$\varepsilon_s = \frac{0.003}{c} * ((d - d') - c) \quad (10)$$

Donde:

ε'_s = deformación de aceros superiores

ε_s = deformación de aceros inferiores

c = tamaño de bloque de compresión (cm)

d' = recubrimiento (cm)

d = espesor (cm)

- Compresión

$$C = 0.85 * f'c * a * bw \quad (11)$$

Donde:

$f'c$ = resistencia a la compresión

a = largo (cm)

bw = ancho de losa (cm)

- Tensión (aceros superiores)

$$T = E_s * \varepsilon_s * A_s \quad (12)$$

Donde:

E_s = módulo de elasticidad (kgf/cm)

ε_s = deformación de aceros superiores

A_s = área de acero (cm²)

- Tensión (aceros inferiores)

$$T = E_s * \varepsilon'_s * A'_s \quad (13)$$

Donde:

E_s = módulo de elasticidad (kgf/cm)

ε'_s = deformación de aceros inferiores

A'_s = área de acero (cm²)

- Momento Nominal

$$Mn = C * \left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2}\right) - Ts' * \left(\frac{h}{2} - d'\right) + Ts * \left(\frac{h}{2} - d'\right) \quad (14)$$

- Espaciamiento del acero longitudinal

$$e = \frac{N_v^\circ * \phi_v}{N_e^\circ + 1/2} \quad (15)$$

Donde:

N_v° = número de varillas

N_e° = número de espacios entre varillas

ϕ_v = diámetro de varillas (cm)

5.3.5. Altura y diámetro de pasamanos

La altura a la que se debe colocar los pasamanos debe estar comprendida de acuerdo con la siguiente condición:

$$850 \text{ mm} \leq h \leq 950 \text{ mm} \quad (16)$$

En el caso de pasamanos con secciones circulares, ovaladas u otras formas curvas cerradas, el diámetro más pequeño, según la norma NTE INEN 2249, debe estar comprendido de acuerdo con la condición presentada a continuación y reflejado gráficamente en la ilustración 19:

$$40 \text{ mm} \leq \phi \leq 50 \text{ mm} \quad (17)$$

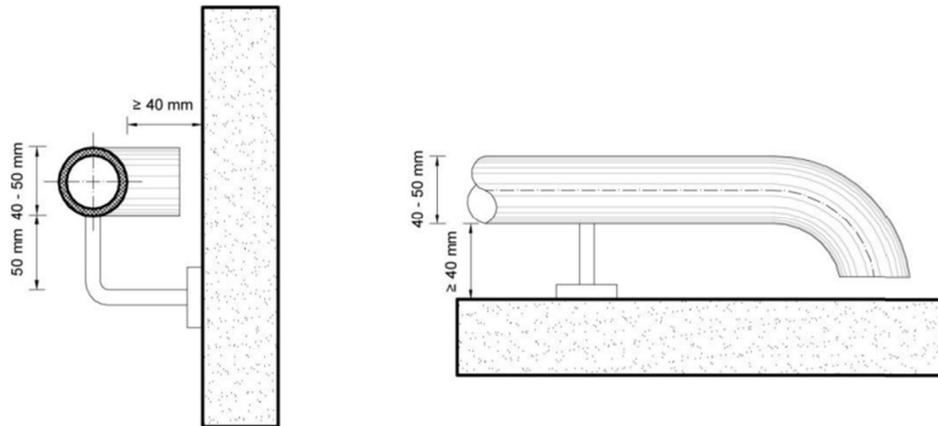


Figura 19 Sección de los pasamanos

Fuente: INEN 2244 (2016)

5.3.6. Ubicación del pasamanos

La distancia libre entre el pasamanos y la pared, o cualquier otro elemento vertical, debe ser de al menos 40 mm tal y como se muestra en la Figura 20.

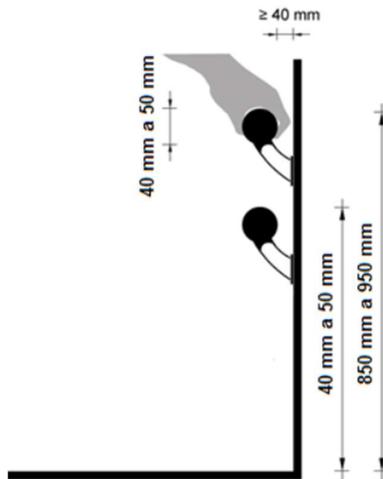


Figura 20 Vista de mano sujetando el pasamanos permitiendo el desplazamiento sin dificultad

Fuente: INEN 2244 (2016)

5.4. Ascensor

El ascensor será elegido del catálogo “MITSUBISHI PASSENGER ELEVATORS MACHINE-ROOM-LESS SYSTEM”. En donde priorizaremos aspectos como la seguridad ante fallas de energía, incendios y terremotos. También definiremos la ubicación respecto a la redistribución de las escaleras.

5.4.1. Diseño de cimentación del ascensor

Área mínima

$$q_a \geq \frac{P_{max}}{A_{min}} \quad (18)$$

$$A_{min} \geq \frac{P_{max}}{q_a} \quad (19)$$

Donde:

q_a = capacidad admisible

P_{max} = carga máxima (kgf)

A_{min} = área mínima (cm²)

- Dimensiones mínimas de zapatas

$$A_{min} = a^2 \quad (20)$$

$$a = (A_{min})^{\frac{1}{2}} \quad (21)$$

$$a = b \quad (22)$$

Donde:

A_{\min} = área mínima (cm²)

a = ancho de zapata (cm)

b = longitud de zapata (cm)

- Determinación de excentricidades

$$ex = \frac{M_x}{P} \quad (23)$$

$$ex < \frac{b}{6} \quad (24)$$

Donde:

ex = excentricidad (cm)

P = carga última (kgf)

b = longitud de la zapata (cm)

- Determinar esfuerzos en punta y talón

Punta

$$\sigma_1 = \frac{P_{max}}{A} * \left[1 - \frac{6 * ex}{b} \right] \quad (25)$$

Talón

$$\sigma_2 = \frac{P_{max}}{A} * \left[1 + \frac{6 * ex}{b} \right] \quad (26)$$

Donde:

σ_1 = esfuerzo en punta (kgf/cm²)

σ_2 = esfuerzo en talón (kgf/cm²)

P_{\max} = carga máxima (kgf)

A = área de la zapata (cm²)

ex = excentricidad (cm)

b = longitud de la zapata (cm)

- Cortante en una dirección:

Determinación Vu

$$V_u = \left[\frac{\sigma_2 + \sigma_3}{2} \right] * a * x \quad (27)$$

Donde:

V_u = esfuerzo cortante nominal (kgf)

σ_2 = esfuerzo en talón (kgf/cm²)

σ_3 = esfuerzo en el peralte efectivo (kgf/cm²)

a = ancho de la columna (cm)

x = distancia sobrante desde la cara de la columna más el peralte efectivo (cm)

b = longitud de la zapata (cm)

Determinación Vc

Según el punto 22.5.5.1.1 del ACI V_c no debe tomarse mayor que la ecuación 29

$$V_c = 1.33 * \lambda * \sqrt{f'_c} * bw * d \quad (28)$$

$$V_c = \phi * V_c \quad (29)$$

Donde:

V_c = esfuerzo cortante nominal permisible (kgf)

λ = factor para hormigón estándar o ligero

f'_c = resistencia a la compresión del hormigón (kgf/cm²)

bw = anchura de la sección (cm)

d = peralte efectivo (cm)

ϕ = factor de reducción

- Punzonamiento en dos direcciones:

Determinación de V_u

$$\bar{q} = \frac{P_u}{A} \quad (30)$$

Donde:

q = capacidad del suelo (kgf/cm²)

P_u = carga (kgf)

A = área de la zapata (cm²)

- Área crítica

$$A_{crítica} = (bw + d) * (h + d) \quad (31)$$

Donde:

A_e = área crítica de punzonamiento (cm^2)

bw = base de la columna (cm)

d = peralte efectivo (cm)

h = base de la columna (cm)

$$V_U = \bar{q} * [A - A_{crítica}] \quad (32)$$

Donde:

V_u = Cortante por punzonamiento en dos direcciones (kgf)

q = capacidad del suelo (kgf/cm²)

A = área de la zapata (cm^2)

$A_{crítica}$ = área crítica de punzonamiento (cm^2)

Determinación de V_c

$$\lambda_s = \left(\frac{2}{1 + 0.04 * d} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (33)$$

$$v_c = 1.1 * \lambda_s * \lambda * \sqrt{f'c} \quad (34)$$

Donde:

λ_s = factor de modificación por efecto de tamaño

λ = factor de modificación

d = distancia del peralte efectivo desde la cara de la columna (mm)

$f'c$ = resistencia a la compresión del hormigón (kgf/cm²)

$$v_c = 0.53 * \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) * \lambda_s * \lambda * \sqrt{f'c} \quad (35)$$

Donde:

β = relación de lado largo al lado corto de la sección de la columna, carga concentrada o área de reacción

λ_s = factor de modificación por efecto de tamaño

λ = factor de modificación

$f'c$ = resistencia a la compresión del hormigón (kgf/cm²)

$$v_c = 0.27 * \left(2 + \frac{\alpha_s * d}{b_o}\right) * \lambda_s * \lambda * \sqrt{f'c} \quad (36)$$

Donde:

$\alpha_s =$ constante

$d =$ promedio de las alturas efectivas en las dos direcciones ortogonales (cm)

$b_o =$ perímetro de la sección crítica (cm)

$\lambda_s =$ factor de modificación por efecto de tamaño

$\lambda =$ factor de modificación

$f'c =$ resistencia a la compresión del hormigón (kgf/cm²)

$$V_c = \text{Perímetro} * d * v_c \quad (37)$$

$$V_c = \phi * V_c \quad (38)$$

Donde:

$d =$ promedio de las alturas efectivas en las dos direcciones ortogonales (cm)

$v_c =$ falla por tracción diagonal del concreto (kgf/cm)

$\phi =$ factor de reducción

- Diseño a flexión:

Determinar M_u

$$M_u = \left[\sigma_3 * \frac{x_1^2}{2} * 100 \right] + \left[(\sigma_2 - \sigma_3) - \frac{x_1^2}{3} * 100 \right] \quad (39)$$

Donde

M_u = momento último (kgf*cm)

σ^3 = esfuerzo en la longitud medida desde la cara de la columna (c)

x_1 = longitud de desarrollo medida desde la cara de la columna (cm)

σ^2 = esfuerzo en talón (kgf/cm²)

Determinar M_n

$$M_n = 0.9 * f_y * A_s * \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad (40)$$

Donde:

M_n = Resistencia nominal a momento

f_y = límite de fluencia (kgf/cm²)

A_s = área de acero (cm²)

d = altura de la zapata sin el recubrimiento (cm)

a = profundidad del bloque de compresión (cm)

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b} \quad (41)$$

Donde:

A_s = área de acero (cm²)

f_y = límite de fluencia (kgf/cm²)

f'_c = resistencia a la compresión del hormigón (kgf/cm²)

b = ancho de la zapata (cm)

$$\frac{As^2 * fy}{2 * 0.85 * f'c * b} - As * d + \frac{Mu}{\phi * fy} = 0 \quad (42)$$

Donde:

As = área de acero (cm²)

fy = límite de fluencia (kgf/cm²)

f'c = resistencia a la compresión del hormigón (kgf/cm²)

b = ancho de la zapata (cm)

d = altura de la zapata sin el recubrimiento (cm)

Mu = momento último (kgf*cm)

- Diseño de acero de zapata:

$$c = \frac{a}{0.85} \quad (43)$$

Donde:

c = profundidad del eje neutro (cm)

a = profundidad del bloque de compresión (cm)

- Deformaciones

$$\epsilon_s = \frac{0.003}{c} * (d - c) \quad (44)$$

Donde:

ϵ_s = deformación del acero

c = profundidad del eje neutro (cm)

d = altura de la zapata sin el recubrimiento (cm)

- Cantidad de varillas para el área de acero mínima

$$N^\circ = \frac{A_{s_{min}}}{A_{s_{1 \text{ varilla}}}} \quad (45)$$

$$A_s = \frac{\pi}{4} * (\phi_v)^2 \quad (46)$$

Donde:

$A_{s_{min}}$ = área de acero mínima (cm²)

$A_{s_{1v}}$ = área de acero de una varilla (cm²)

Φ_v = diámetro de la varilla (cm)

Determinar M_n

$$M_n = T * \left(d - \frac{a}{2}\right) \quad (47)$$

$$M_n = A_s * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right) \quad (48)$$

Donde:

M_n = Resistencia nominal a momento

A_s = área de acero (cm²)

f_y = límite de fluencia (kgf/cm²)

d = altura de la zapata sin el recubrimiento (cm)

a = profundidad del bloque de compresión (cm)

- Espaciamiento

$$b = N_e * e + \frac{1}{2} * e + N_e * (d_b) \quad (49)$$

$$e = \frac{b - N_e * (d_b)}{\frac{1}{2} + N_e} \quad (50)$$

Donde:

b = ancho de la zapata (cm)

N_e = número de espaciamento entre barras

e = espaciamento entre barras (cm)

d_b = diámetro nominal de las barras (cm)

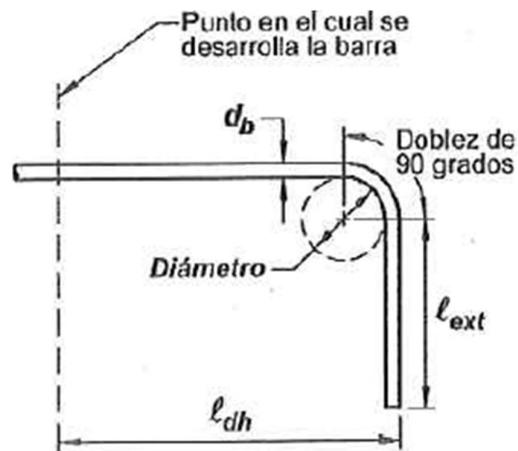


Figura 21 Gancho de parrilla

Fuente: ACI 318-19

$$l_{ext} = 12 * d_b \quad (51)$$

$$l_{dh} = \max \left(15\text{cm}; 8d_b; \frac{f_y \psi_e \psi_r \psi_o \psi_c d_b^{1.5}}{23 \sqrt{f'_c}} \right) \quad (52)$$

Donde:

l_{ext} = longitud de extensión recta (cm)

l_{dh} = longitud de desarrollo para barras corrugadas en tracción ()

d_b = diámetro nominal de la barra con gancho

f_y = límite de fluencia (kgf/cm²)

Ψ_c = factor de modificación de revestimiento epóxico

Ψ_r = factor de modificación de refuerzo de confinamiento

Ψ_o = factor de modificación de ubicación

Ψ_c = factor de modificación de resistencia del concreto

f_c = resistencia a la compresión del concreto (kgf/cm²)

5.4.2. Capacidad de carga y número de ocupantes

El diseño se basará en la cantidad de estudiantes que ocupen el complejo estudiantil en horas pico, en base a esto se determinará con un método estadístico el mejor número aproximado de estudiantes para el diseño del ascensor.

El promedio de nuestra muestra de alumnos se realizará con la siguiente formula:

$$|\bar{x}| = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (53)$$

La desviación estándar será calculada mediante:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_1^N (x_i - |\bar{x}|)^2}{N}} \quad (54)$$

Los límites para la campa de Gauss se calcularán como límite superior e inferior respectivamente con las siguientes Ecuaciones

$$|\bar{x}| + \sigma_x \quad (55)$$

$$|\bar{x}| - \sigma_x \quad (56)$$

Visualizaremos los datos mediante una campana de gauss, que se indica en la siguiente imagen:

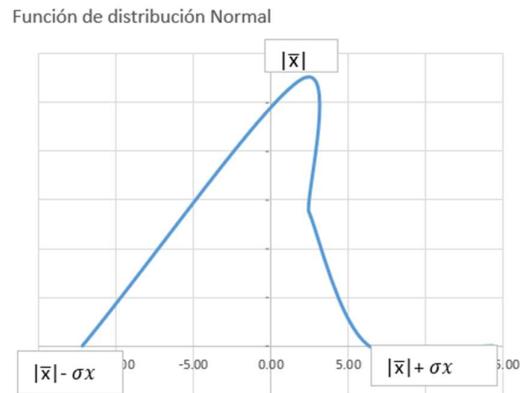


Figura 22 Campana de Gauss

Fuente: Elaboración Propia

5.4.3. Velocidad del ascensor

La velocidad del ascensor estará en función a los pisos totales que busquemos recorrer, este valor será elegido mediante la siguiente tabla:

Tabla 4

Velocidad de ascensores de acuerdo con sus números de pisos

Velocidad del ascensor	
Número de pisos	Velocidad (m/s)
De 2 a 5 plantas	0.75 a 1
De 6 a 10 plantas	1 a 2.5
De 10 a 15 plantas	3 a 3.5
De 15 a 20 plantas	3.5 a 4
De 20 a 50 plantas	4.5 a 6
Más de 50 plantas	6 a

Fuente: Elaboración propia

5.4.4. Dimensiones de la torre del ascensor

Se elegirán en base a la capacidad de carga del ascensor y el tipo de apertura de las puertas, esta puede variar entre apertura central y desde un lado.

5.5. Análisis estructural en software SAP 2000

En la herramienta de diseño SAP 2000 modelaremos y analizaremos el edificio Mario Rizzini. Con lo que buscaremos crear un modelo lo más cercano a la realidad basándonos en los datos obtenidos del reconocimiento general, de modo que podamos simular como afectará el rediseño propuesto en este proyecto a la estabilidad actual de la estructura. Las verificaciones de estabilidad se realizarán en función a datos de cortantes, momentos y porcentaje de trabajo en los miembros estructurales.

5.5.1. Cargas en la estructura según NEC

Las cargas que se asignarán en el modelo se basarán de las siguientes tablas

Tabla 5

Cargas muertas según la NEC

Cargas muertas (NEC)	
Material	Peso unitario kN/m³
a. Piedras artificiales	
Adobe	16.0
Amianto – cemento	20.0
Baldosa cerámica	10.0
Hormigón simple	22.0
Hormigón armado	24.0
Ladrillo cerámico prensado (0 a 10% de huecos)	19.0
Ladrillo cerámico perforado (20 a 30% de huecos)	14.0
Ladrillo cerámico hueco (40 a 50%de huecos)	10.0

Bloque hueco de hormigón	12.0
Bloque hueco de hormigón alivianado	8.5

b. Morteros

Cemento compuesto y arena 1:3 a 1:5	20.0
Cemento compuesto cal y arena	18.0
Cal y arena	16.0
Yeso	10.0

c. Metales

Acero	78.5
Aluminio	27.0
Bronce	85.0
Cobre	89.0
Estaño	74.0
Fundición gris	72.0
Latón	85.0
Plomo	114.0
Zinc	72.0

Elementos secundarios

d. Contrapisos y recubrimientos

kN/m²

Baldosa de mármol reconstituido, con mortero de cemento: por cada cm, de espesor	0.22
Baldosa de cerámica, con mortero de cemento: por cada cm, de espesor	0.20
Contrapiso de hormigón ligero simple, por cada cm, de espesor	0.16
Contrapiso de hormigón simple, por cada cm, de espesor	0.22

e. Cielorrasos y cubiertas

De yeso sobre listones de madera (incluidos los listones)	0.20
---	------

De mortero de cemento compuesto de cal y arena 0.55

Fuente: Normativa Ecuatoriana de Construcción (Cargas no sísmicas)

Tabla 6

Cargas vivas según la NEC

Cargas vivas (NEC)		
Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m²)	Carga concentrada (kN)
Unidades educativas		
Aulas	2.00	4.5
Corredores segundo piso y superior	4.0	4.5
Corredores primer piso	4.8	4.5
Cubiertas		
Cubiertas planas, inclinadas y curvas	0.70	-
Cubiertas destinadas para áreas de paseo	3.00	-
Cubiertas destinadas en jardinería o patios de reunión	4.8	-

Fuente: Normativa Ecuatoriana de Construcción (Cargas no sísmicas)

5.5.2. Combinaciones de carga según método LRFD

Las combinaciones se elegirán del método de diseño LRFD de las siguientes

Ecuaciones:

$$1.4D \quad (57)$$

$$1.2D + 1.6L + 0.5(Lr, S, R) \quad (58)$$

$$1.2D + 1.0W + L + 0.5(Lr, S, R) \quad (59)$$

$$1.2D + 1.0E + L + 0.2S \quad (60)$$

$$0.9D + 1.0W \quad (61)$$

$$0.9D + 1.0E \quad (62)$$

Capítulo 4

6. Resultados

6.1. Propiedades del suelo

6.1.1. Tipo de suelo

Estudios realizados por un equipo de consultoría en la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, revela que el suelo del campus esta caracterizado por limos y arcillas (Tipo F).

Tabla 7

Elección del tipo de perfil de acuerdo con suelo de la universidad

Tipo de perfil	Descripción
F	F4-Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda

Fuente: Normativa Ecuatoriana de Construcción (Peligro sísmico parte 1)

6.1.2. Capacidad portante del suelo

Los datos obtenidos en el ensayo SPT se registran en las siguientes tablas:

Tabla 8 Resultados del ensayo de SPT

	Ensayo de penetración estándar (SPT)	Código INEN	689 1982-05
		Versión	1
		Fecha	04/03/2024
		Informe N°	1
Proyecto	Ensayo del suelo de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca	Muestra N°	1
Operador	Ing. Cesar Montalvo	Equipo	SPT
Fechas de toma	04/03/2024		
Localización	Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca		

Penetración No.	Penetración (SPT)						Observaciones
	Profundidad (m)	N ₀₋₁₅	N ₁₅₋₃₀	N ₃₀₋₄₅	N _{SPT}	N _{Corregido}	
1	1.60	10	27	43	35	26.25	El ensayo del suelo se realizó en la cancha más próxima al edificio Mario Rizzini

Fuente: Elaboración propia



Figura 23 Máquina para ensayo SPT de la UPS

Fuente: Elaboración propia

Según nuestro número N_{spt} corregido (26.25) tenemos:

Tabla 9

Consistencia y resistencia a la compresión no confinada de acuerdo con el número de penetración estándar

Número de penetración estándar N_{60}	Consistencia	Resistencia a la compresión no confinada, q_u (kN/m ²)
20-30	Muy rígida	200-400

Fuente: FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA GEOTÉCNICA

Interpolando se obtiene q_u : 325 (kN/m²)

6.2. Recopilación de datos

6.2.1. Estructurales

Las zonas de intervención se marcan en un recuadro azul en las siguientes figuras:

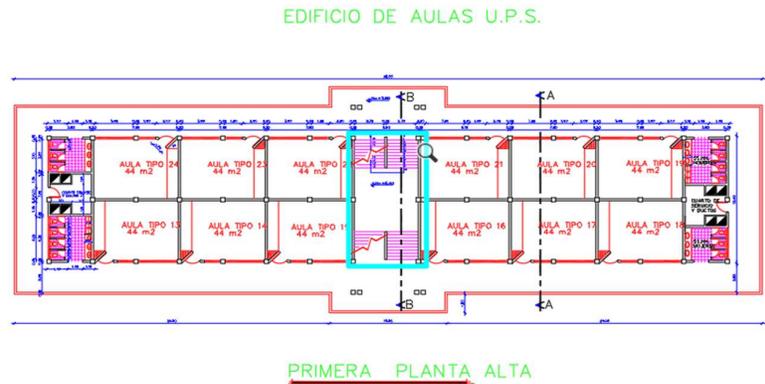


Figura 24 Primera planta en SAP del Mario Rizzini

Fuente: Pesantez, W. (1998). Edificio de aulas U.P.S [Plano arquitectónico]. Universidad Politécnica Salesiana.

La zona de escaleras tiene un ancho de 12 m por 6 m, espacio en el que se planteó el rediseño.

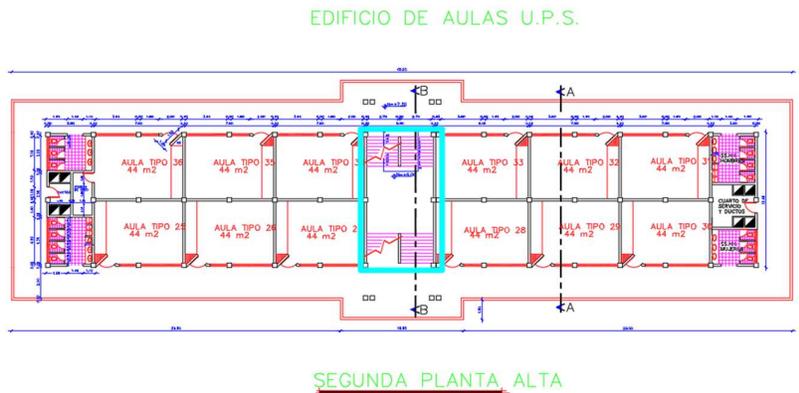


Figura 25 Segunda planta del edificio en SAP del Mario Rizzini

Fuente: Pesantez, W. (1998). Edificio de aulas U.P.S [Plano arquitectónico]. Universidad Politécnica Salesiana.

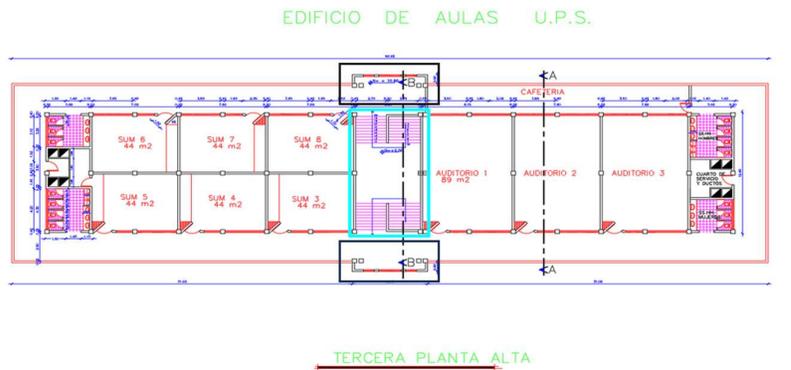


Figura 26 Tercera planta en SAP del Mario Rizzini

Fuente: Pesantez, W. (1998). Edificio de aulas U.P.S [Plano arquitectónico]. Universidad Politécnica Salesiana.

Estos planos muestran que los balcones de la tercera planta son más pequeños que los de los pisos anteriores, sin embargo, en la inspección visual se verificó que todas las plantas tienen iguales dimensiones. Por tanto, para la creación del modelo en SAP 2000 que se detalla en las siguientes secciones, el diseño se realiza en función a la realidad del edificio.

Datos de columnas, vigas y accesos actuales se midieron en la inspección realizada al edificio, los datos obtenidos son los siguientes:

Tabla 10

Dimensiones de columnas

COLUMNAS DIMENSIONES	
A (cm)	B (cm)
45	45

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11*Dimensiones de vigas*

VIGAS DIMENSIONES	
A (cm)	B (cm)
30	30

*Fuente: Elaboración propia***Tabla 12***Características de las gradas y pasamanos antiguos del edificio*

GRADAS ANTIGUAS	
Huella (cm)	18
Contrahuella (cm)	30
Ancho de gradas centrales (cm)	270
Ancho gradas laterales (cm)	270
Altura de entrepiso (cm)	180
Ancho de entrepiso (cm)	600
PASAMANOS	
Altura (cm)	110
Material	Concreto
Espesor (cm)	10

*Fuente: Elaboración propia***6.2.2. Hidráulicos****Planos Mario Rizzini**

En vista a los datos obtenidos de (Arteaga & Fernández, 2024), observamos que la red hidrosanitaria del complejo no interviene en la sección de gradas. Por tanto, nuestro rediseño no va a afectar a dichas conexiones.

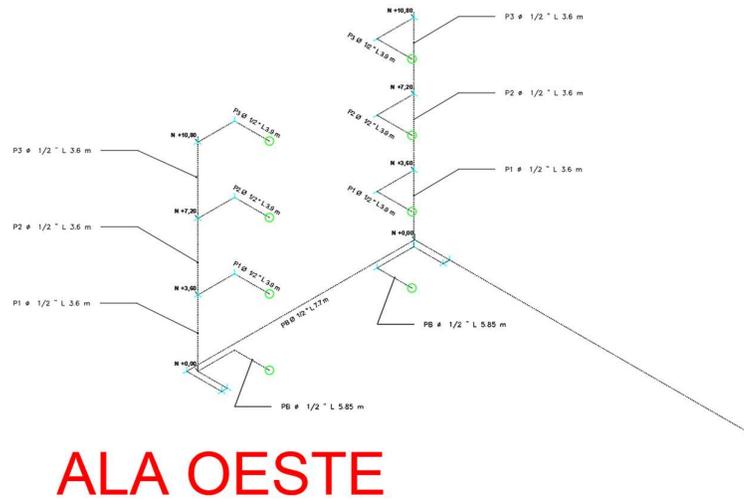
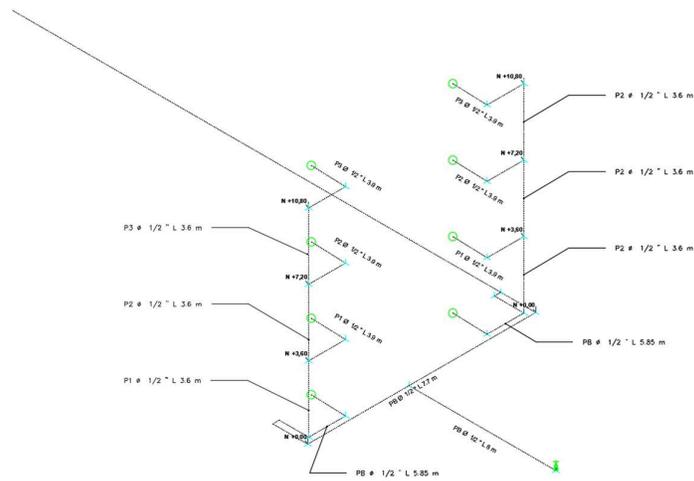


Figura 27 Ala, Oeste del trazado hidráulico del edificio

Fuente Arteaga & Fernández, 2024



ALA ESTE

Figura 28 Ala este del trazado hidráulico del edificio

Fuente: Arteaga & Fernández, 2024

En la Figura 8, vemos como las redes de agua suben hasta el último piso por las paredes de los baños. Su recorrido no interfiere con la zona de gradas ubicada en medio.

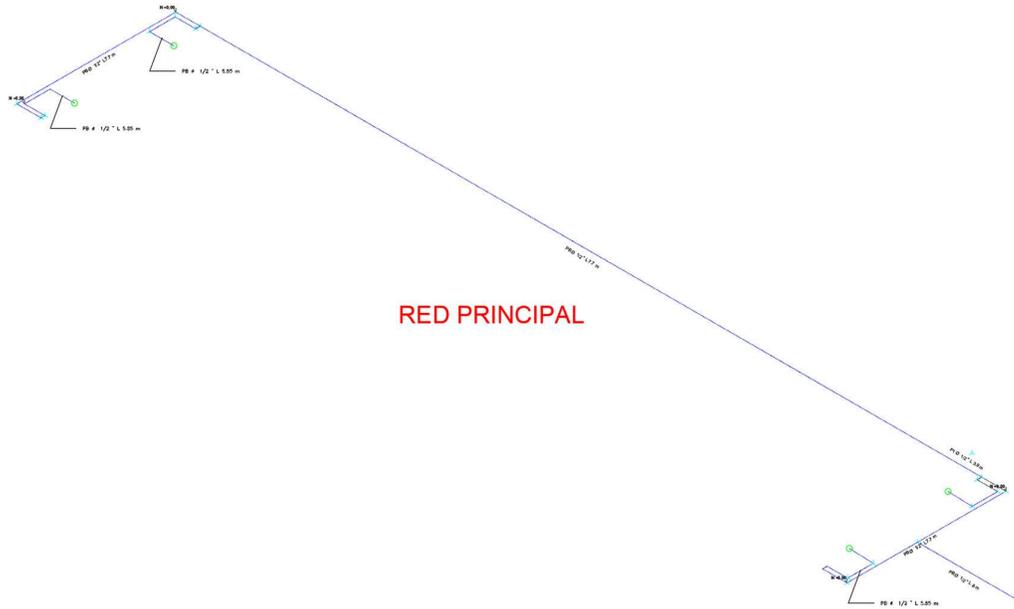


Figura 29 Recorrido de las redes de agua

Fuente: Arteaga & Fernández, 2024

En las Figura 30, se observa que la red de distribución principal bordea el perímetro de la estructura llegando hasta los baños.

En la siguiente Figura 9 se pueden observar la distribución de tuberías en planta.

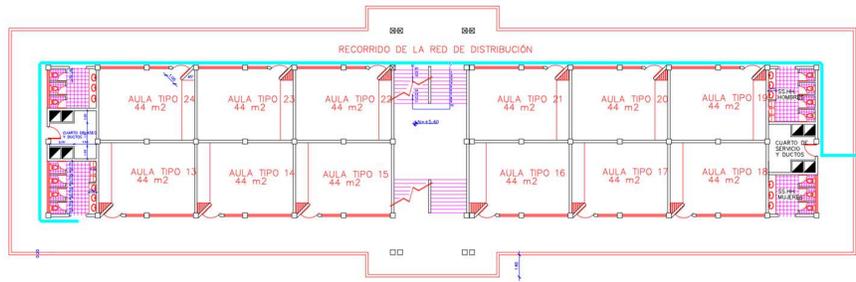


Figura 30 Distribución de tuberías en planta

Fuente: Pesantez, W. (1998). Edificio de aulas U.P.S [Plano arquitectónico]. Universidad Politécnica Salesiana.

6.3. Resultados SAP 2000

6.3.1. Mario Rizzini modelo

El modelo del edificio que elaboramos se puede observar en la Figura 12. Los materiales que definimos en el programa son los siguientes

Tabla 13

Peso Unitario de los materiales

Material	Peso unitario (kN/m ³)
Hormigón simple	22
Hormigón armado	24
Ladrillo cerámico hueco	10
Bloque hueco de hormigón	12
Acero	78.5
Aluminio	27
Bronce	85

Fuente: Normativa Ecuatoriana de Construcción (Cargas no sísmicas)

Los materiales de la tabla N fueron asignados como cargas muertas mayormente en las: losas, muros y baños del complejo.

Las cargas vivas asignadas al edificio se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 14

Carga uniforme según la ocupación

Ocupación o Uso	Carga Uniforme (kN/m ²)
Aulas	2
Corredores de segundo piso y superior	4
Corredores de primer piso	4.80

Fuente: Normativa Ecuatoriana de Construcción (Cargas no sísmicas)

6.3.2. Columnas y vigas

Las secciones de las columnas se crearon con los siguientes materiales

Columnas hormigón $f'c= 280 \text{ kgf/cm}^2$

Acero de refuerzo A615Gr60 $f_y=4200 \text{ kgf/cm}^2$

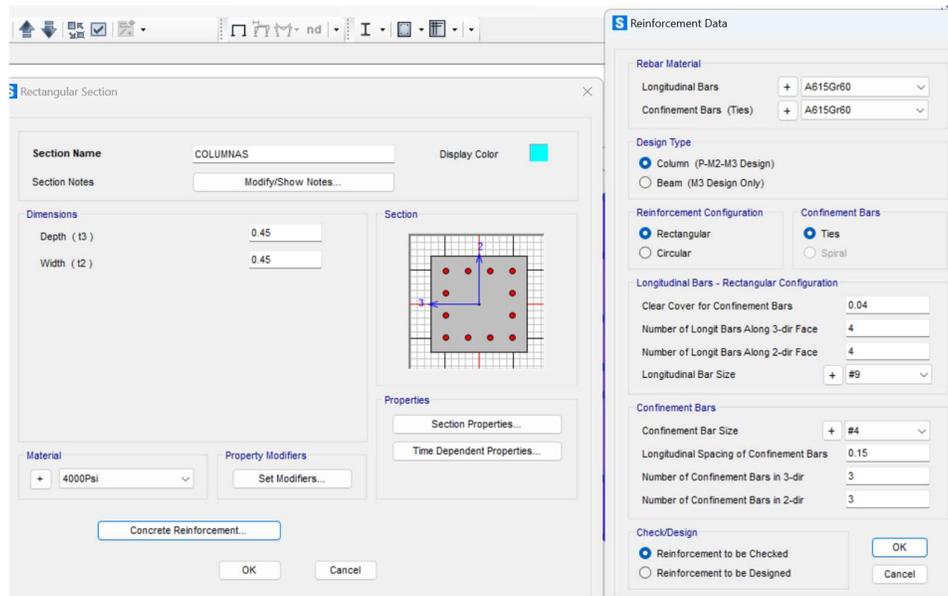


Figura 31 Propiedades de las columnas

Fuente: Elaboración propia

Vigas hormigón $f'c= 280 \text{ kgf/cm}^2$

Acero de refuerzo A615Gr60 $f_y=4200 \text{ kgf/cm}^2$

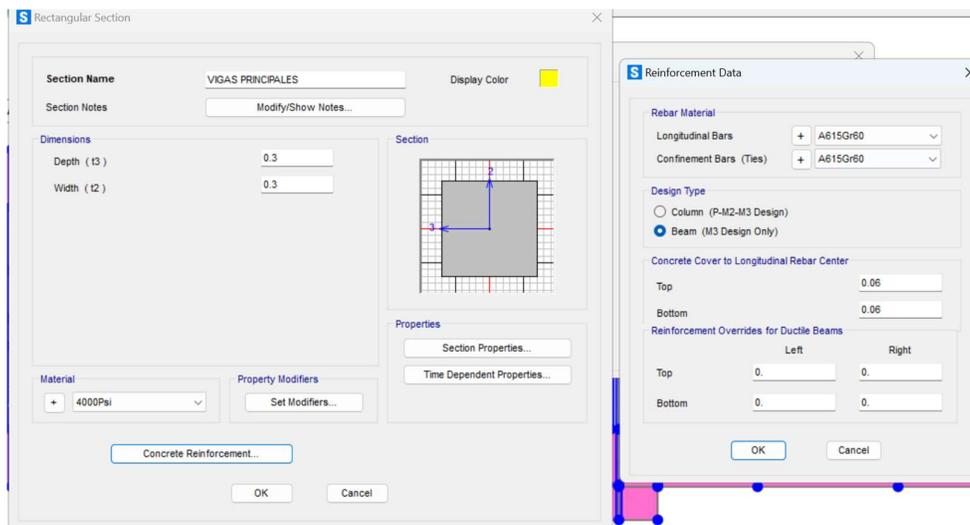


Figura 32 Propiedades de las vigas

Fuente: Elaboración propia

6.3.3. Losas en edificio Mario Rizzini

Las losas fueron definidas en el programa como Shell Thin, creadas en dos direcciones y todas con un espesor de 35 cm. A las cuales se asignaron las siguientes cargas:

6.3.4. Losas en Aulas

Hormigón $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$

Tabla 15

Carga muerta aplicada a la baldosa de las aulas

Cargas muertas	Carga (kN/m²)
Baldosa	0.2

Fuente: Normativa Ecuatoriana de Construcción (Cargas no sísmicas)

Tabla 16

Carga viva aplicada en las aulas

Cargas vivas	Carga (kN/m²)
Aulas	2

Fuente: Normativa Ecuatoriana de Construcción (Cargas no sísmicas)

6.3.5. Losas para balcón

Hormigón $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$

Tabla 17

Carga muerta aplicada a la baldosa del balcón

Cargas muertas	Carga (kN/m²)
Baldosa	0.2

Fuente: Normativa Ecuatoriana de Construcción (Cargas no sísmicas)

Tabla 18*Carga viva aplicada a corredores*

Cargas vivas	Carga (kN/m²)
Corredores de primer piso	4
Corredores de segundo piso y superior	4

Fuente: Normativa Ecuatoriana de Construcción (Cargas no sísmicas)

6.3.6. Losas para pasillosHormigón $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ **Tabla 19***Carga muerta aplicada a la baldosa de pasillos*

Cargas muertas	Carga (kN/m²)
Baldosa	0.2

Fuente: Normativa Ecuatoriana de Construcción (Cargas no sísmicas)

Tabla 20*Carga viva aplicada a corredores de pasillos*

Cargas vivas	Carga (kN/m²)
Corredores de primer piso	4
Corredores de segundo piso y superior	4

Fuente: Normativa Ecuatoriana de Construcción (Cargas no sísmicas)

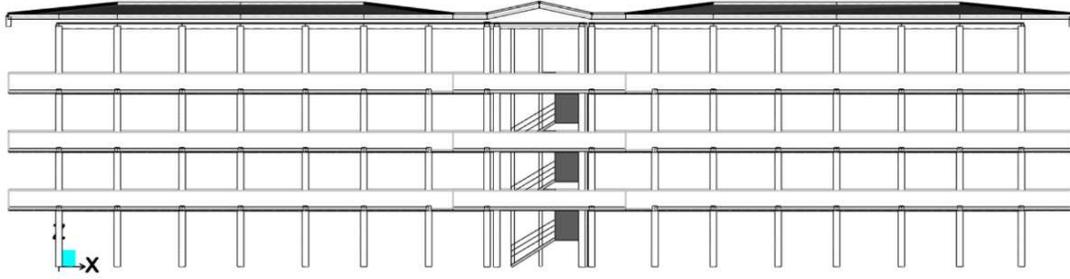


Figura 33 Edificio realizado en SAP

Fuente: Elaboración propia

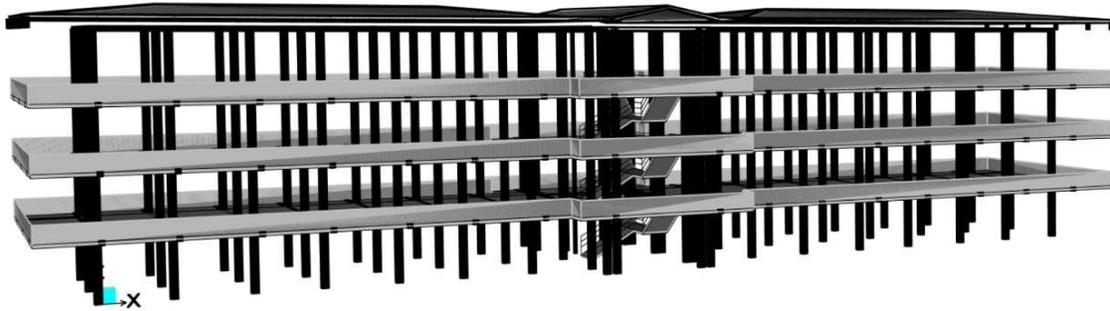


Figura 34 Edificio realizado en SAP

Fuente: Elaboración propia

La malla del edificio se creó en función al plano arquitectónico proporcionado por (Pesantez, 1998). Las cotas del edificio son las siguientes:

Tabla 21*Cotas en eje X*

Cotas eje X	
EJES	ESPACIAMIENTO (m)
A	3.6
B	7.6
C	7.6
D	7.6
E	6
F	7.95
G	7.6
H	7.599
I	3.8
J	0

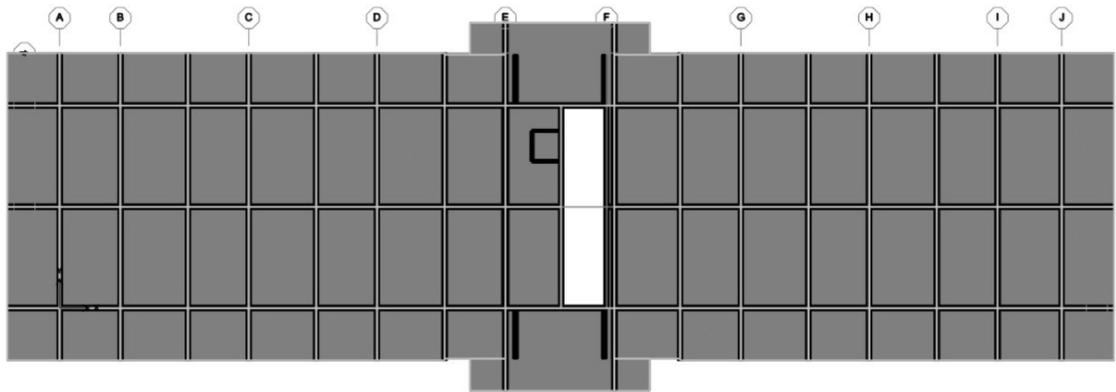
*Fuente: Elaboración propia***Tabla 22***Cotas en eje Y*

Cotas eje Y	
EJES	ESPACIAMIENTO (m)
1	6
2	6
3	3.1
4	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23*Cotas en el entrepiso*

Cotas del entrepiso	
EJES	ESPACIAMIENTO (m)
Z1	1.7
Z2	3.6
Z3	3.6
Z4	3.6
Z5	4
Z6	1.3

Fuente: Elaboración propia**Figura 35** *Malla del edificio Mario Rizzini**Fuente: Elaboración propia*

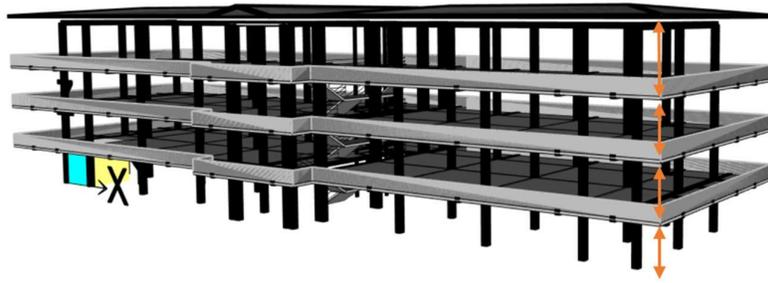


Figura 36 Alturas el edificio Mario Rizzini

Fuente: Elaboración propia

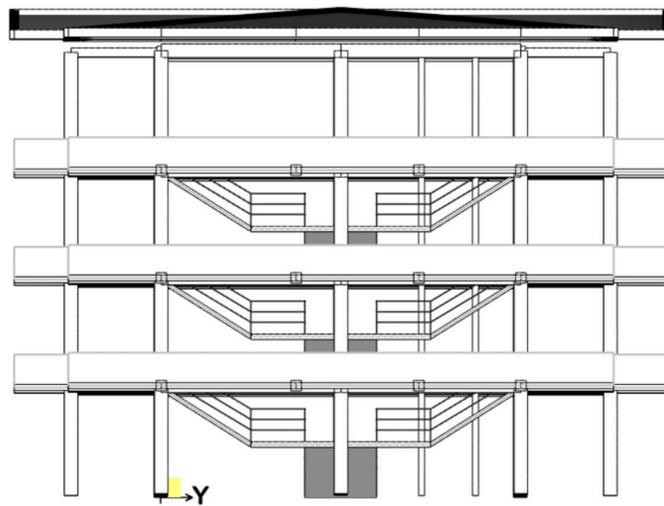


Figura 37 Mario Rizzini vista en perfil

Fuente: Elaboración propia

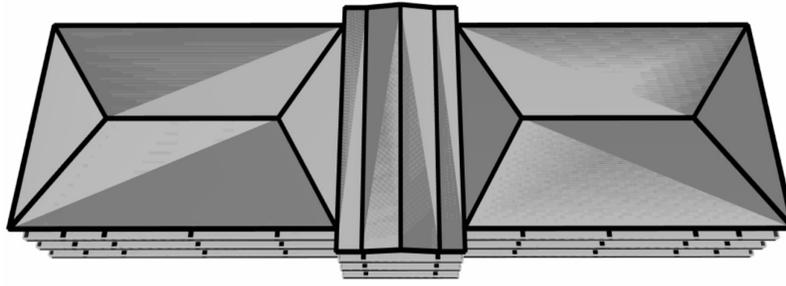


Figura 38 Mario Rizzini planta de cubiertas

Fuente: Elaboración propia

6.3.7. Diagrama de momentos en losas de Mario Rizzini

Los momentos de las losas se obtuvieron teniendo en cuenta las cargas aplicadas, la geometría de la losa y las condiciones de apoyo. Mediante el software SAP2000 se puede visualizar estos momentos tal como se puede apreciar en las Figuras (18)(19)(20), donde se puede observar cómo debido a las cargas aplicadas y las condiciones de carga la losa experimenta flexión representando con color azul los momentos positivos y a medida que se acerca a las columnas los valores de momentos van disminuyendo y se tornan de color amarillo.

Piso 1

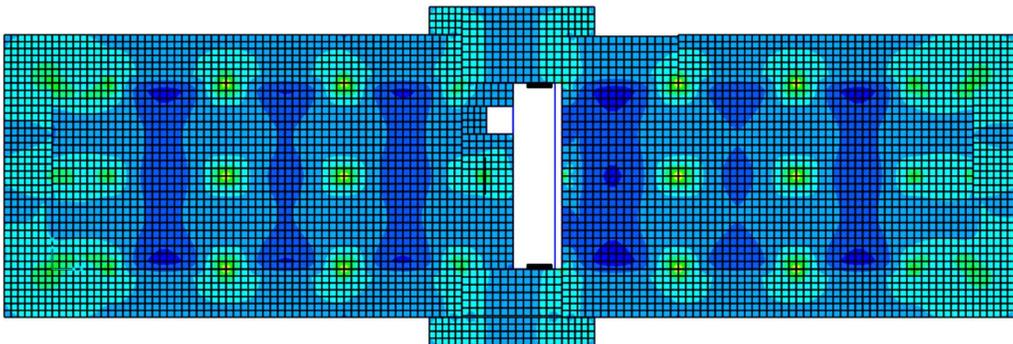
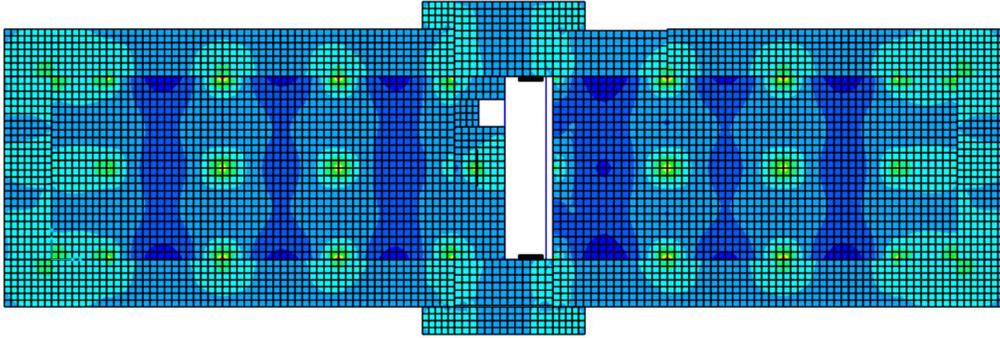


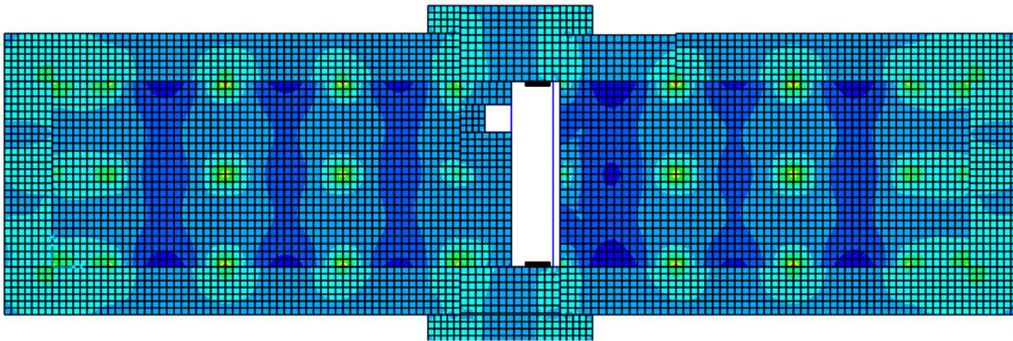
Figura 39 Momentos representados en SAP200

Fuente: Elaboración propia

Piso 2

*Figura 40 Momentos representados en SAP200**Fuente: Elaboración propia*

Piso 3

*Figura 41 Momentos representados en SAP200**Fuente: Elaboración propia*

6.3.8. Momento máximo y mínimo

El momento máximo de las losas obtenido del análisis fue:

Tabla 24

Momentos máximos del análisis

Mmax (kgf-m)	7633.222
Mmin (kgf-m)	30875.81

Fuente: Elaboración propia

6.3.9. Cortantes losas

Los cortantes de las losas se generaron como resultado de las cargas aplicadas sobre la losa y la distribución de las fuerzas a través de su espesor y área. En la Figura 21 se puede observar como las fuerzas internas son mayores a medida que se acerca a la ubicación de las columnas y se van tornando de color amarillo mientras que las fuerzas internas menores se reflejan en tonalidad morado.

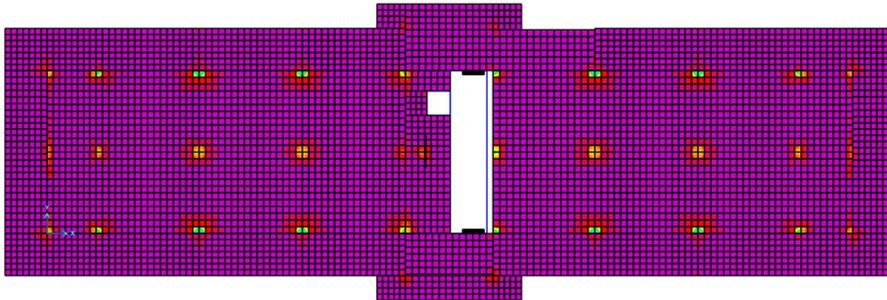


Figura 42 Cortantes generados en SAP2000

Fuente: Elaboración propia

6.3.10. Cortante máximo y mínimo

El cortante máximo de las losas obtenido del análisis fue:

Tabla 25

Cortante máximo en losas (kgf-m)

Vmax (kgf-m)	83933.597
Vmin (kgf-m)	0

Fuente: Elaboración propia

6.4. Gradass diseño

El diseño de estos nuevos accesos prioriza la facilidad de movimiento para personas con discapacidad física. Basándonos en las normativas vigentes del Ecuador respecto a los requerimientos mínimos de accesibilidad, se planteó el siguiente dimensionamiento:

Tabla 26

Resumen de diseño en las nuevas gradass

Diseño nuevas gradass	
Huella (cm)	30
ContraHuella (cm)	18
Ancho de gradass centrales (m)	2.4
Espesor gradass centrales (cm)	20
Ancho gradass laterales (m)	1.6
Espesor gradass laterales (cm)	10
Elevación de entrepiso (m)	1.7
Ancho de entrepiso (m)	6

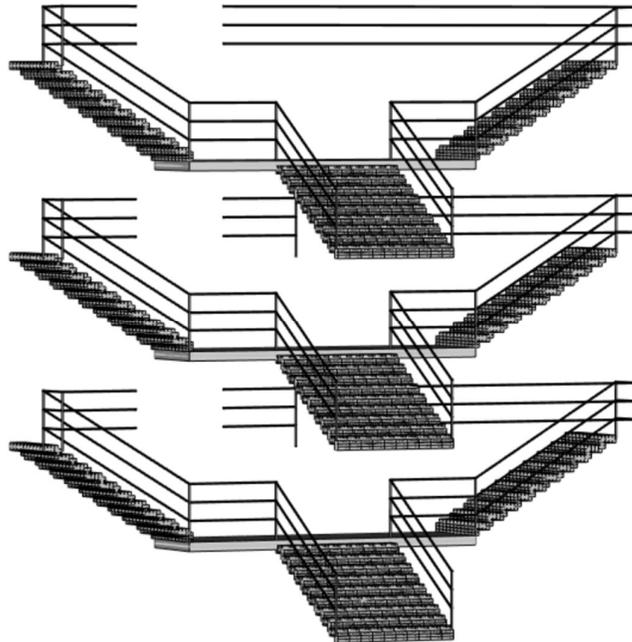
Fuente: Elaboración propia

Tabla 27*Resumen de diseño en las barandillas*

Diseño de barandillas	
Altura (m)	1.10
Material	Aluminio
Diámetro (cm)	5

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 26 y 27, se puede observar que todas las dimensiones tanto de escalones como barandillas satisfacen con la normativa NTE INEN 2249.

**Figura 43** *Vista frontal escaleras**Fuente: Elaboración propia*

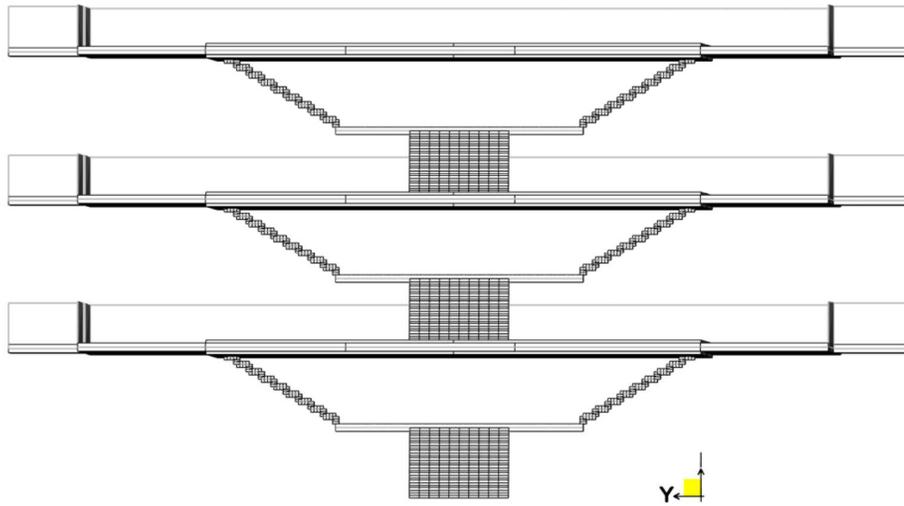


Figura 44 Vista frontal de escaleras

Fuente: Elaboración propia

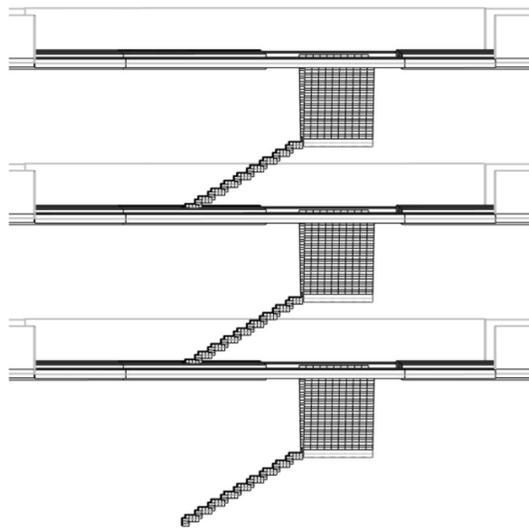


Figura 45 Vista lateral de escaleras

Fuente: Elaboración propia

6.4.1. Momento máximo en gradas

En la siguiente tabla se detalla el momento máximo al que están sometidas las gradas y losa del entresuelo

Tabla 28

Momentos máximos en las gradas

Posición de gradas	Momento Máx (Tonf.m)
Gradas izquierdas	0.8
Gradas centrales	0.76
Gradas derechas	0.8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29

Detalle de losa para escalones

Gradas	A(m)	B(m)	Espesor (cm)
Gradas izquierdas	1.6	3.55	10
Gradas centrales	2.4	3.20	20
Gradas derechas	1.6	3.55	10

Fuente: Elaboración propia

6.4.2. Cargas en escalones

Muerta 0.2 kN/m²

Viva 4.8 kN/m²

6.4.3. Refuerzo longitudinal para gradas

Tabla 30

Resumen del refuerzo longitudinal en gradas

DISEÑO DE REFUERZO DE GRADAS CENTRALES	
Ancho de losa (m)	2.4
Largo de losa (m)	3.20
h (cm)	20
d' (cm)	4
Nº varillas	9
Φ (mm)	12
ρ	0.006
c (cm)	3.36
E's	-0.0006
Es	0.01
C (kgf)	67972.8
T's (kgf)	15079.6
Ts (kgf)	52778.8
ϕM_n (kgf-cm)	727971.76
e (cm)	25

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31*Resumen del refuerzo lateral en gradas*

DISEÑO DE REFUERZO DE GRADAS LATERALES	
Ancho de losa (m)	1.6
Largo de losa (m)	3.55
h (cm)	10
d' (cm)	2
Nº varillas	10
Φ (mm)	10
ρ	0.0094
c (cm)	1.77
E's	-0.0000015
Es	0.009
C (kgf)	40257.7
T's (kgf)	298.37
Ts (kgf)	39584.07
ϕ Mn (kgf-cm)	256587.87
e (cm)	40

*Fuente: Elaboración propia***6.4.4. Cortante máximo**

En la siguiente tabla se detallan los cortantes máximos a los que están sometidas las escaleras, centrales y laterales

6.4.5. Entre piso

Los entrepisos que se observan en la Figura 46, constan con las siguientes dimensiones:

Tabla 32*Dimensiones de los entrepisos*

Largo (m)	Ancho (m)	Espesor (m)	Elevación (m)
1.6	6	0.18	1.8

**Figura 46** Vista en planta del entrepiso*Fuente: Elaboración propia***6.4.6. Momentos a los que trabaja en entre piso****Figura 47** Momentos generados por el entrepiso (kgf-cm)*Fuente: Elaboración propia*

6.5. Diseño de Ascensor

6.5.1. Torre del Ascensor

La estructura en la que se instalaran las rieles, cabina y motor del ascensor, cubre un recorrido de 14.8 m. El diseño se realizó en SAP considerando las especificaciones del catálogo de Mitsubishi Electric.



Figura 48 Torre del ascensor

Fuente: Elaboración propia

6.5.2. Cargas que vienen desde las columnas

En cuanto a la cimentación para la torre del ascensor se tomaron en cuenta columnas que transmiten cargas y momento axial detallados en las siguientes tablas:

Tabla 33*Cargas que vienen de las columnas*

N° columna	Carga axial (Tonf)	M3 (Tonf.m)	M2 (Tonf.m)
1	2.7	-0.057	-0.03
2	6.74	-0.14	-0.19
3	2.51	-0.053	-0.016
4	6.13	0.13	0.21

*Fuente: Elaboración propia***6.5.3. Diseño de cimentación para torre de ascensor**

El método de diseño fue el LRFD (Load Factor Resistance Design) en vista de que los combos de carga son los más representativos para la zona en la que se encuentra el edificio. A continuación, se talla el combo elegido:

$$\text{Combo de diseño LRFD} = 1.2D + 1.6L$$

El siguiente diseño de cimentación está basado en el ACI 318-19 considerando zapatas aisladas para sostener la torre del ascensor.

Tabla 34*Resumen de resultados de cargas y momentos de la torre del ascensor*

Datos de entrada		
Denominación	Resultado	Unidad
Carga última	6740	kgf
Mx	14000	kgf-cm
My	19000	kgf-cm

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35*Datos de las comunas*

Datos columnas		
bw	15	cm
h	15	cm
f'c	240	kgf/cm ²
fy	4200	kgf/cm ²
Es	2100000	kgf/cm ²

*Fuente: Elaboración propia***Tabla 36***Dimensiones de las zapatas*

Dimensiones de zapata		
b	55	cm
a	55	cm
H	35	cm
r (x)	10	cm
r (y)	11.3	cm
d (x)	25	cm
d (y)	24	cm

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37*Resumen de diseño torre del ascensor*

Resultados del diseño		
qadm	3.32	kgf/cm ²
Amin	2030.12	cm ²
ex	2.0772	cm
σ_1	1.723	kgf/cm ²
σ_2	2.733	kgf/cm ²
σ_3	2.825	kgf/cm ²
Vu	-764.192	kgf
ϕV_c	21248.155	kgf
\bar{q}	2.228	kgf/cm ²
Acrítica	1600	cm ²
Vu (punzonamiento)	3175.041	kgf
vc	68164.507	kgf/cm ²
bo	160	cm
ϕV_c (punzonamiento)	51123.380	kgf
σ_3 (flexión)	2.090	kgf/cm ²
Mu (flexión)	50375.794	kgf-cm
ϵ_s (flexión)	1.2746	-
As min	0.242	cm ²
N° varillas	5	-
Φ varillas	1.2	cm
A varillas	5.655	cm ²
ϕM_n	521941.89	kgf-cm

e	5	cm
N° barra	16	-
Φ barra	1.2	cm
Extensión recta	15	cm
Φ interior doblado	8	cm
ldh	15	cm

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38

Dimensiones de la torre del ascensor

Resumen de diseño

Dimensiones utilizadas

b (cm)	55
a (cm)	55
H (cm)	35
r en x (cm)	10
r en y (cm)	11.3
d en x (cm)	25
d en y (cm)	24

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39*Resumen del límite detallado de refuerzo en x*

Límite y detallado de refuerzo	
Φ varillas (cm)	1.2
Nº varillas	5
e (cm)	5
Gancho	90°
Extensión recta (cm)	15
d (cm)	8
ldh	15

*Fuente: Elaboración propia***6.5.4. Diseño de la cabina del ascensor**

Para el diseño de la cabina, se estimó un aproximado de 8 personas en el ascensor con la visualización, el conteo de estudiantes y personas particulares en horas pico que entran al edificio y también gracias a la recopilación de datos que nos brindó bienestar estudiantil del número de estudiantes con discapacidad que se encuentran estudiando en la universidad. Este valor se estimó con la siguiente muestra tomada en la semana del conteo realizado:

Tabla 40*Datos recopilados de la visualización hecha en el edificio*

Promedio de personas con discapacidad que acceden al edificio					
Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
7:00	14	11	1	15	6
8:00	14	4	16	6	13
9:00	13	15	10	16	3
10:00	3	16	5	5	13
11:00	10	13	11	13	7
15:00	4	4	2	8	7
18:00	3	3	5	8	7
19:00	8	7	8	8	5
20:00	8	4	8	5	6
21:00	4	5	4	7	8

*Fuente: Elaboración propia***Tabla 41***Promedio y desviación estándar*

Promedio de días				
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8.1	8.2	7	9.1	7.5
Promedio				
7.98				
Desviación estándar				
0.79183332				
Límite superior		Límite inferior		
8.77183332		7.18816668		

Fuente: Elaboración propia

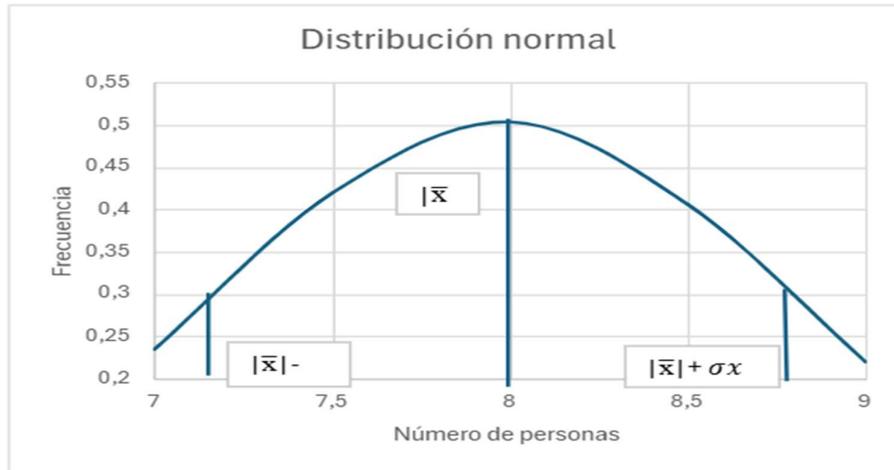


Figura 49 Campana de distribución normal

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42

Dimensiones horizontales y características del ascensor

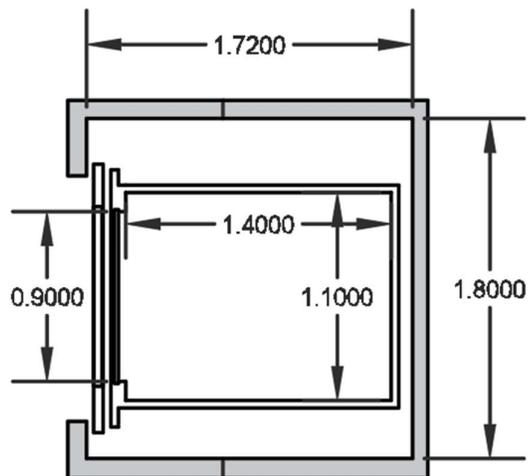
Dimensiones Horizontales	
Número de código	P8
Número de personas	8
Velocidad nominal (m/s)	1
Capacidad nominal (kg)	630
Tipo de puerta	Puertas de apertura central de 2 paneles
Ancho de entrada (mm)	900
Posición de contrapeso	lado
Dimensiones internas de la cabina (mm)	1100x1400
Dimensiones mínimas del hueco del ascensor (mm)	1800x1720

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43*Dimensiones verticales*

Dimensiones verticales	
Velocidad nominal (m/s)	1
Capacidad nominal (kg)	$450 \leq Q \leq 1050$
Altura máxima (m)	30
Número máximo de pisos	22
Altura mínima de ascensor-motor (mm)	3650
Profundidad mínima del pozo (mm)	1300
Altura mínima de piso a piso (mm)	2500

Fuente: Elaboración propia

Planos en planta, isométrico y lateral de la cabina del ascensor**Figura 50** Plano en planta de cabina de ascensor

Fuente: Elaboración propia

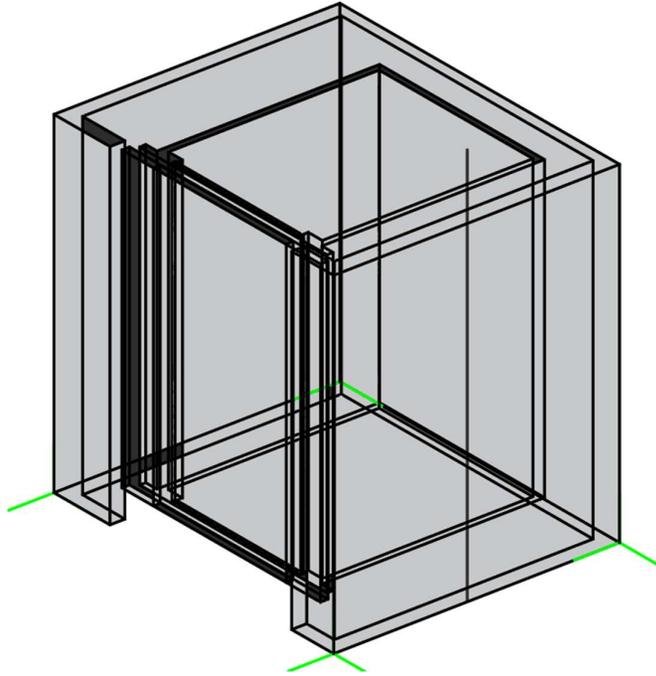


Figura 51 Plano isométrico de la cabina del ascensor

Fuente: Elaboración propia

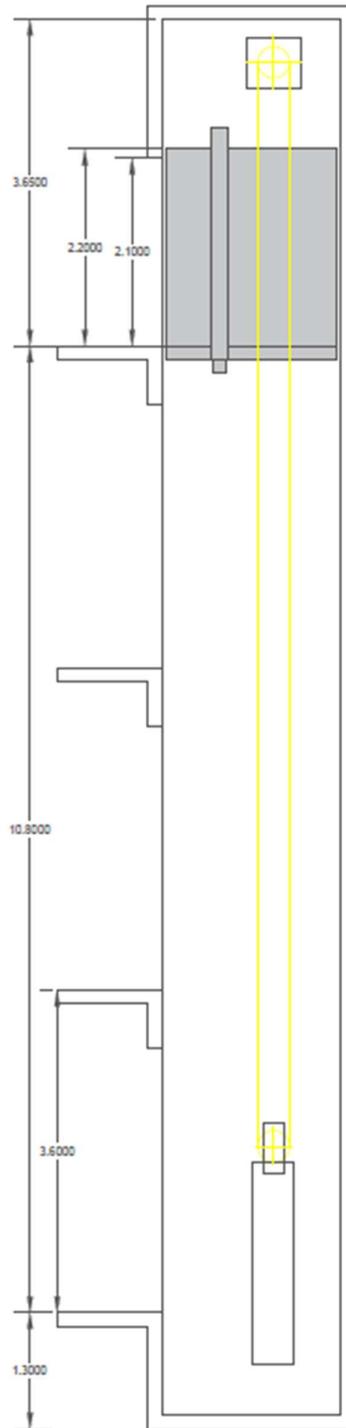


Figura 52 Plano lateral de la cabina de ascensor

Fuente: Elaboración propia

6.6. Verificación en SAP 2000

Para asegurar que nuestro modelo funciona, debemos verificar como trabajan las columnas y vigas. Esto lo hacemos en columnas con el porcentaje de esfuerzos al que están sometidas y en las vigas controlando que la cantidad de refuerzo no exceda lo máximo que se puede colocar en la sección para reforzar ante cortante y torsión.

Con la herramienta “Concrete desing” verificamos que todos nuestros miembros estén trabajando adecuadamente. Lo cual se realiza de forma visual por color o verificando los resultados del programa en el apartado “Summary”

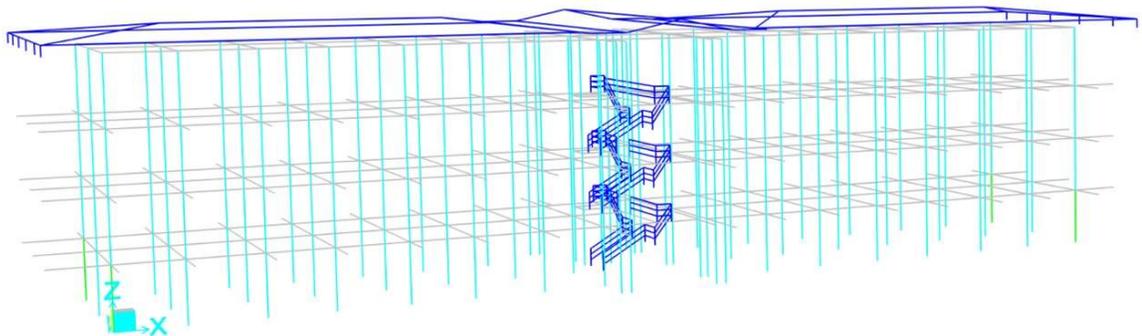


Figura 53 Verificación del trabajo generado por cada viga y columna del edificio Mario Rizzini

Fuente: Elaboración propia

6.7. Comprobación de estabilidad elementos estructurales

En las siguientes tablas se listan los momentos y cargas de diseño de los miembros estructurales que sostienen los componentes del rediseño: pasillos, gradas, entre pisos y torre de ascensor. Además, se detallan los porcentajes de trabajo y las cuantías mínimas de refuerzo para asegurar la resistencia a flexión y cortante.

Tabla 44*Resultados de columnas*

Resultados de columnas				
N° columna	Carga Pu (Tonf)	M3 (Tonf.m)	M2 (Tonf.m)	% trabajo
1	106.47	-4.03	-3.06	28%
2	124.67	-5.38	-3.58	33%
3	113.32	-3.31	3.25	28.6%
4	46.31	0.42	-1.33	11
5	45.35	-1.30	-0.026	11%
6	52.44	0.8	-1.5	13%

*Fuente: Elaboración propia***Tabla 45***Resultados de vigas a flexión*

Resultados vigas a flexión			
N° Viga	M (+) Tonf.m	M (-) Tonf.m	Área de acero (cm ²)
1	1.1	-2.2	2.49
2	2.08	-4.17	4.87
3	1.36	-2.73	4.53
4	1.43	-2.87	4.53
5	0.39	-0.78	2.4
6	0.4	-0.77	2.4
7	0.30	-3.43	3.9
8	0.49	-2.28	2.61

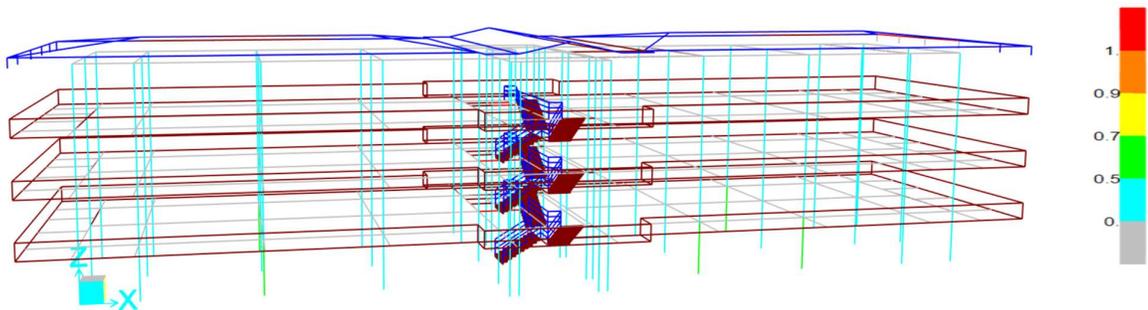
Fuente: Elaboración propia

Tabla 46*Resultados de vigas a cortante*

Resultados vigas a cortante			
N° Viga	Vu (Tonf.m)	Mu (Tonf.m)	Área de acero (cm ²)
1	5.20	-2.2	4.072
2	8.61	-4.17	4.87
3	1.85	-2.73	4.53
4	3.34	-2.87	4.53
5	0.78	-0.78	2.4
6	0.77	-0.77	2.4
7	2.69	-3.43	3.9
8	1.72	-2.28	2.61

Fuente: Elaboración propia

Las secciones detalladas en 6.3.2 fueron diseñadas en función a estas cargas y por tanto aseguran un funcionamiento óptimo de soporte.

**Figura 54** Verificación visual del funcionamiento del edificio*Fuente: Elaboración propia*

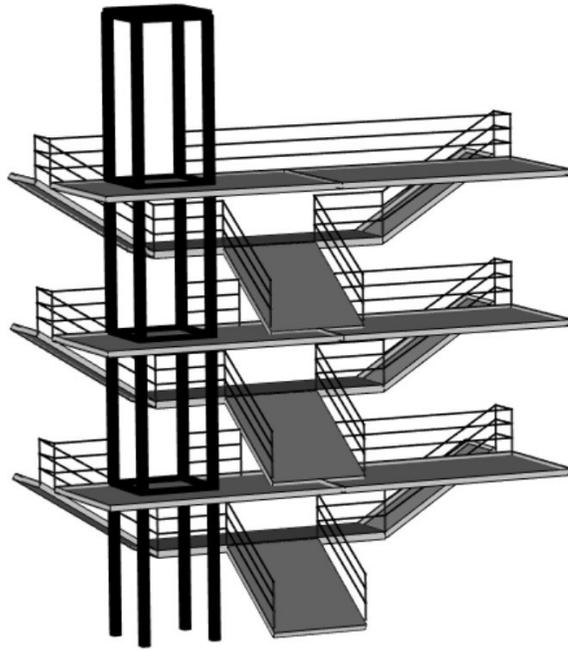


Figura 55 Vista de torre de ascensor y gradas nuevas

Fuente: Elaboración propia

7. Conclusiones

El presente proyecto técnico permitió el rediseño del edificio Mario Rizzini, en el cual se dio una alternativa de redistribución de gradas y entresijos que permitió adaptar un ascensor para personas con discapacidad física que facilita la movilidad a pisos superiores conforme normativa técnica.

Al realizar el ensayo SPT fue posible determinar la capacidad portante del suelo, lo que es crucial para el diseño de la cimentación que soporte la torre del ascensor implementado, también, gracias a datos recopilados de una consultoría que determina el tipo de suelo se obtuvo que este pertenece a uno de tipo F caracterizado por estar compuesto de limos y arcillas con perfiles de gran espesor y rigidez de mediana a blanda.

Se logró obtener datos del contexto hidráulico y estructural donde se recabaron puntos esenciales, como las propiedades de los elementos estructurales actuales y dimensiones del edificio en general. En cuanto al ámbito hidráulico, fue posible identificar el recorrido de la red hidrosanitaria del complejo para verificar que el presente rediseño no interfiera con las conexiones actuales de la estructura.

En función a la normativa ecuatoriana NTE INEN 2249, fue posible proponer una nueva distribución de escaleras que se acoplan a los requerimientos estipulados por dicha norma, además, este rediseño permitió adaptar un ascensor cuyo uso está enfocado para estudiantes, personal docente y administrativos con capacidades especiales que accedan al complejo.

Con el software comercial de elementos finitos SAP 2000, se realizó el modelamiento del edificio en el cual se aplicó cargas vivas y muertas recopiladas de la normativa ecuatoriana de la construcción (NEC) en columnas y vigas, por lo que

fue posible la verificación de la resistencia estructural de acuerdo con el refuerzo aplicado y las dimensiones de sus elementos. Entregando como resultados una estructura que resiste la adaptación el ascensor y la distribución de las gradas, así como la implementación de un nuevo pasillo.

8. Recomendaciones

Se recomienda realizar una evaluación del tipo de ascensor que se desea implementar en el edificio, asegurándose que el diseño mecánico del mismo se adapte a las características presentadas por el catálogo de MITSUBISHI CATÁLOGO ASC.

Se recomienda mejorar el sistema de bombeo del edificio para así poder adaptar baños para personas con discapacidad en cada piso del edificio debido a que existe un solo baño que cuenta con las características necesarias para este grupo de personas en la planta baja.

9. Bibliografía

1. Aguilera Zamora, W. E., & Espada Chavarría, R. M. (2022). *Las autoridades frente a la inclusión de personas con discapacidad en la Educación Superior de Ecuador*.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=877215>
2. American Concrete institute. (2018). *Requisitos de reglamento para concreto estructural*. <https://es.slideshare.net/slideshow/aci-318-19-espaolsistema-internacional/256184668>
3. Arteaga, J. J., & Fernández, V. A. (2024). MODELAMIENTO HIDRÁULICO DE LA RED HIDROSANITARIA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA [Universidad Politécnica Salesiana].
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/26792>
4. Bornand, M.-A. I., & Chiguay, L. M. (2014). Representaciones sociales sobre inclusión de personas con discapacidad en educación superior. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 13(26), 117–130.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4999490>
5. Castro, J. P. (2022). *Dilemas de la inclusión y discapacidad en la educación superior*.
https://perfileseducativos.unam.mx/iisue_pe/index.php/perfiles/article/view/60179/52811
6. CONADIS. (2019). INFORME DE OBSERVANCIA DE ACCESIBILIDAD AL MEDIO FÍSICO EN LOS ESTABLECIMIENTOS DE ALIMENTOS Y BEBIDAS A NIVEL NACIONAL.
<https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/05/INFORME-OBSERVANCIA->

[ACCESIBILIDAD-ESTABLECIMIENTOS-TURISTICOS-DE-ALIMENTOS-Y-BEBIDAS-A-NIVEL-NACIONAL-2019.pdf](#)

7. Das, B. M. (2014). *FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA GEOTÉCNICA*.
8. Electric, M. (2019). *NEXIEZ-MRL*.
9. Martínez, A. (2017). Etnicidad, identidad y ciudadanía. Las sociedades de ayer y hoy. Dialnet. Recuperado 12 de octubre de 2023, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=877215>
10. Navarro, M. (2008). La dirección escolar ante el reto de la diversidad. *Revista de Educación*, (347), 319-341. Obtenido de <https://cutt.ly/fgFehwo>
11. NEC. (2011). CARGAS Y MATERIALES. <https://inmobiliariadja.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/09/nec2011-cap-01-cargas-y-materiales-021412.pdf>
12. NEC. (2014). *Cargas (No Sísmicas)*. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/1.-NEC-SE-CG-Cargas-No-Sismicas.pdf>
13. Noriega, J. A. V., Valencia, M. Á. B., & Palafox, M. S. (2022). Actitudes hacia la discapacidad y su influencia en la percepción de inclusión en estudiantes de educación superior. *Revista de educación inclusiva*, 15(2), 45–62. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8722846>
14. Pastor, C. A. (2005). Educación superior sin barreras: la accesibilidad de las universidades para los estudiantes con discapacidad. *Encounters in theory and history of education*, 6, 43–60. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4683195>
15. Pesantez, W. (1998). Edificio de aulas U.P.S [Plano arquitectónico]. Universidad Politécnica Salesiana.

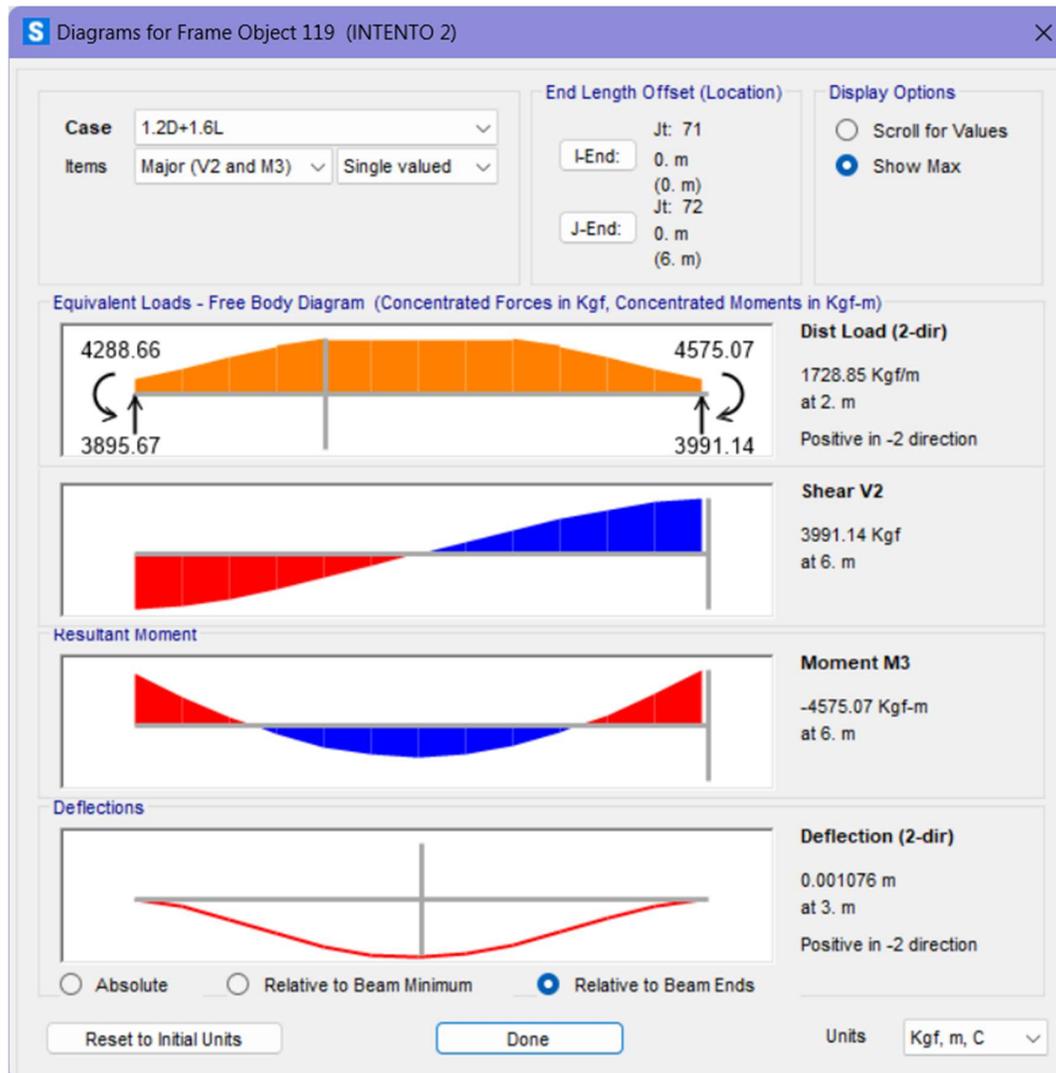
16. Ley 20422 de 2010. La cual establece normas sobre igualdad de oportunidades e inclusión social de personas con discapacidad. 3 de febrero de 2010. D.O. No. 22.01.2021.
17. Santorsola, M. V., Acosta, F. L., Giuliano, M. G., Antón, C. S., & Arroyo, J. S. (2013). Discapacidad e inclusión en el ámbito de la educación superior universitaria a partir del modelo social de la discapacidad. *Didasc@lia: didáctica y educación*, 4(2), 1–16.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6577620>
18. Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2016). NTE INEN 2245: ACCESIBILIDAD DE LAS PERSONAS AL MEDIO FÍSICO.
<https://apps.normalizacion.gob.ec/download/index.php/buscar>
19. Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2016). NTE INEN 2249: ACCESIBILIDAD DE LAS PERSONAS AL MEDIO FÍSICO. CIRCULACIONES VERTICALES. ESCALERAS. REQUISITOS.
<https://apps.normalizacion.gob.ec/download/index.php/buscar>
20. Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2001). NTE INEN 2299: ACCESIBILIDAD DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD Y MOVILIDAD REDUCIDA AL MEDIO FÍSICO. ASCENSORES.
<https://apps.normalizacion.gob.ec/download/index.php/buscar>
21. Tapia Berrios, C., & Manosalva, S. (Eds.). (2012). *Inclusión de estudiantes con discapacidad en la educación superior* (Vol. 11, Número 22). REXE.
<http://www.rexe.cl/22/201.htm>
22. Tigrero, J. (2021). Inclusión, competencias docentes y participación estudiantil: estudio de caso en un Instituto Tecnológico Superior de Guayaquil-Ecuador. Recuperado 12 de octubre de 2023, de

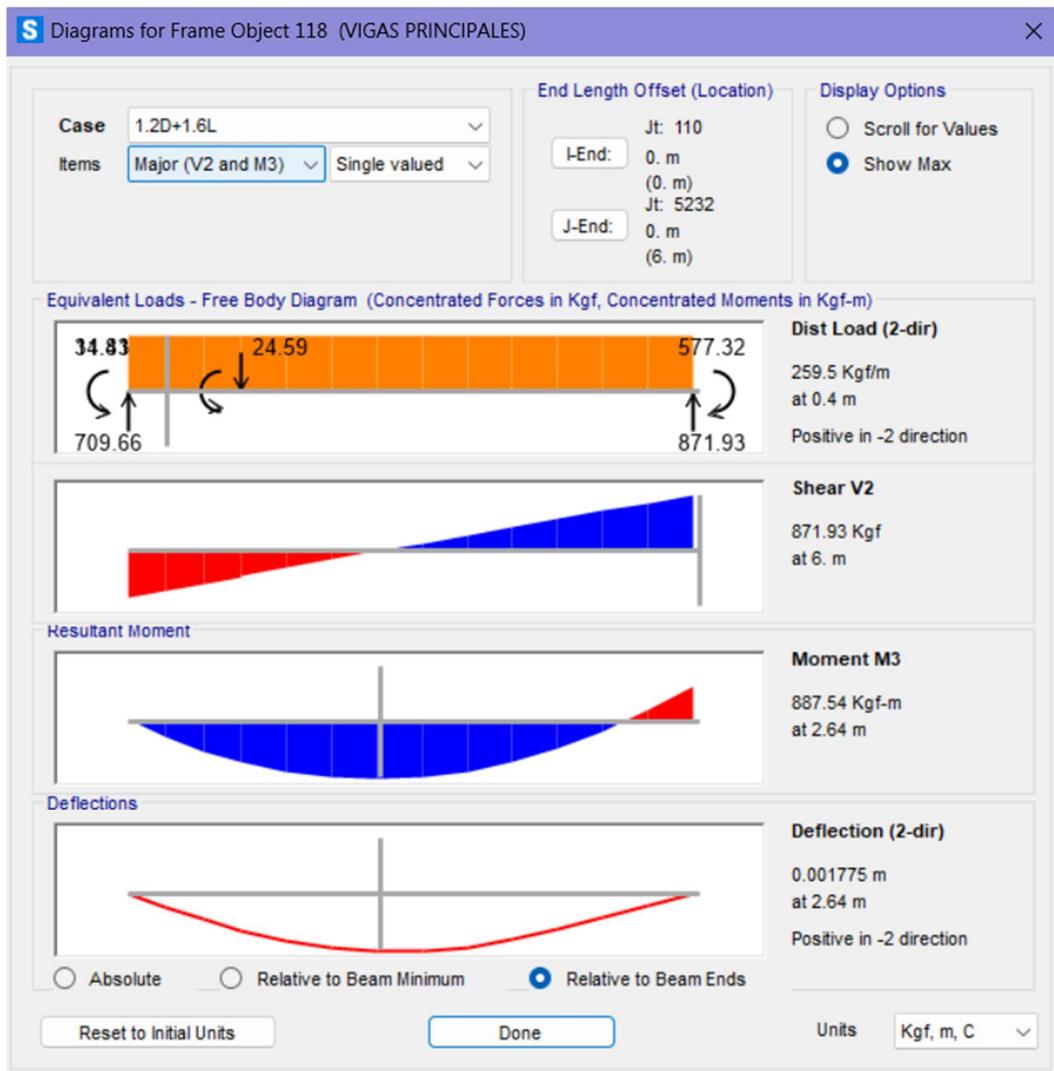
https://www.investigobiblioteca.uvigo.es/xmlui/bitstream/handle/11093/293/TigreroVaca_Jorge_TD_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

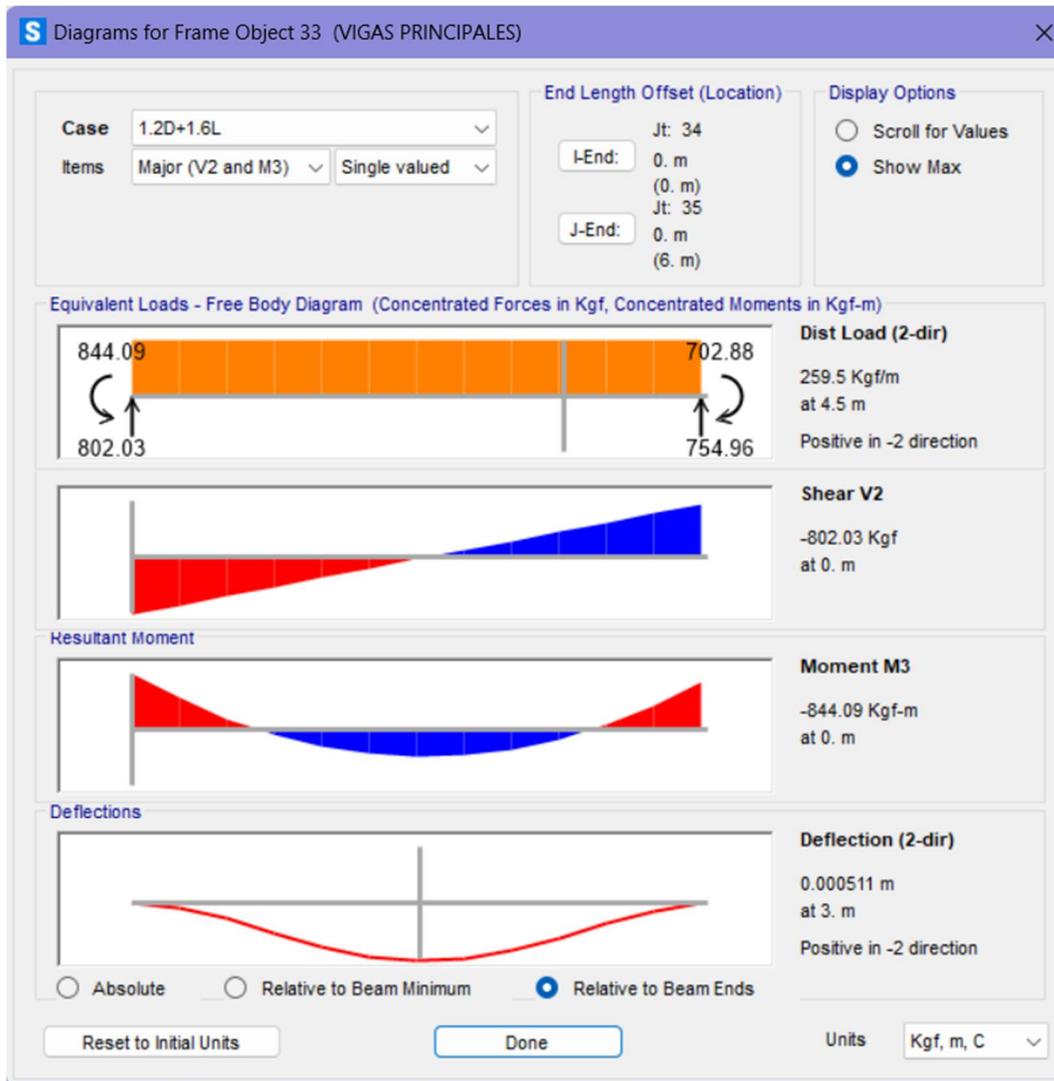
23. Vélez, X. (2017). Análisis de la inclusión educativa a través de indicadores de prevalencia de dificultades de aprendizaje, actitudes del profesorado y condiciones de accesibilidad en los centros de la ciudad de Cuenca (Ecuador). Recuperado 12 de julio de 2023, de <https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=0Tl402AAysU%3D>
24. Vilches Vargas, N., & Garcés Estrada, C. (2021). Accesibilidad del entorno en Educación Superior, desafíos frente a la Discapacidad Física en la región de Tarapacá. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 20(43), 35–57. <https://doi.org/10.21703/rexe.20212043vilches2>
25. Yarza, A., Rojas, H., & López, J. (2014). Discapacidad y Educación Superior: las contiendas por la participación y la ciudadanía en las reformas neoliberales de la Universidad y la educación superior en Colombia. *Revista latinoamericana de educación inclusiva*, 8(1), 35–49. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4755977>

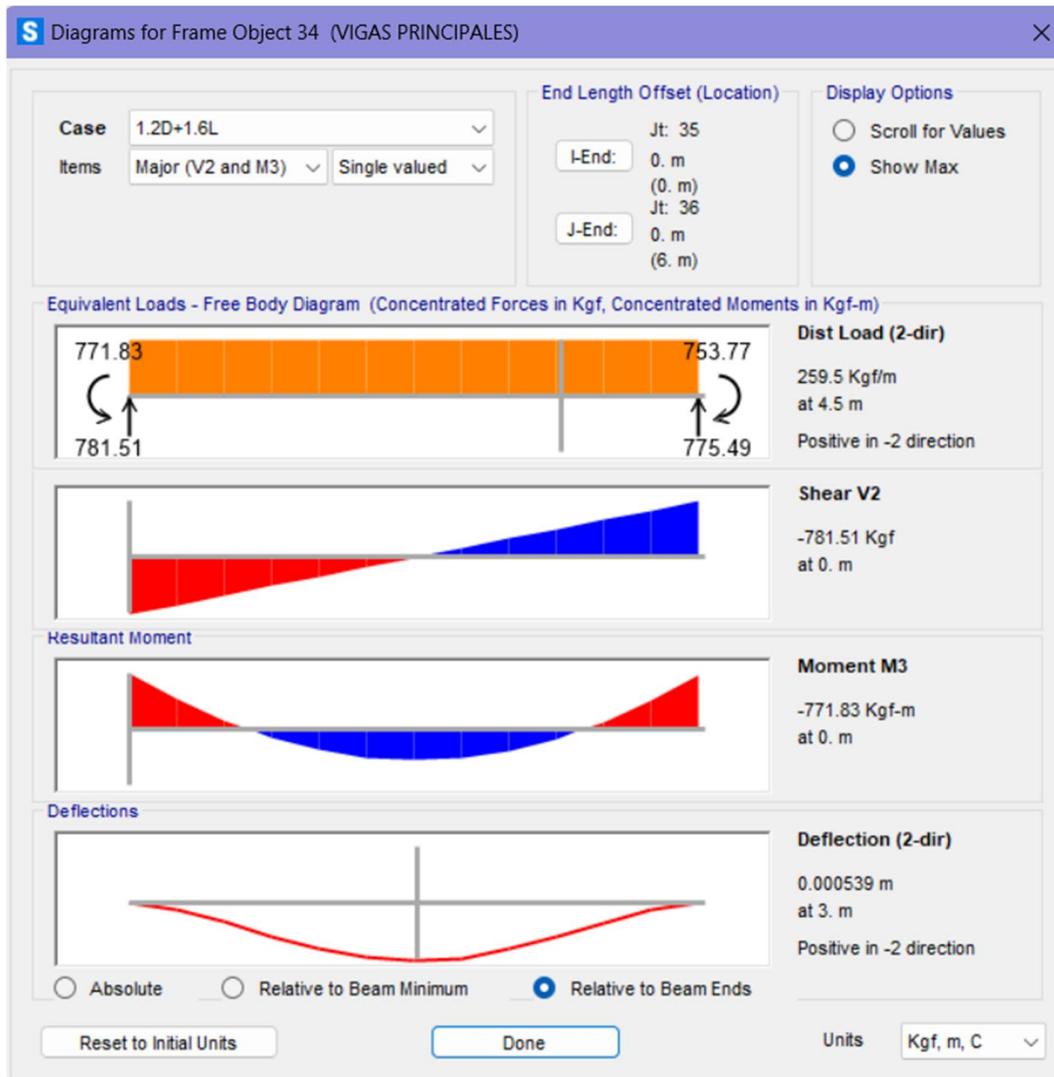
10. Anexos

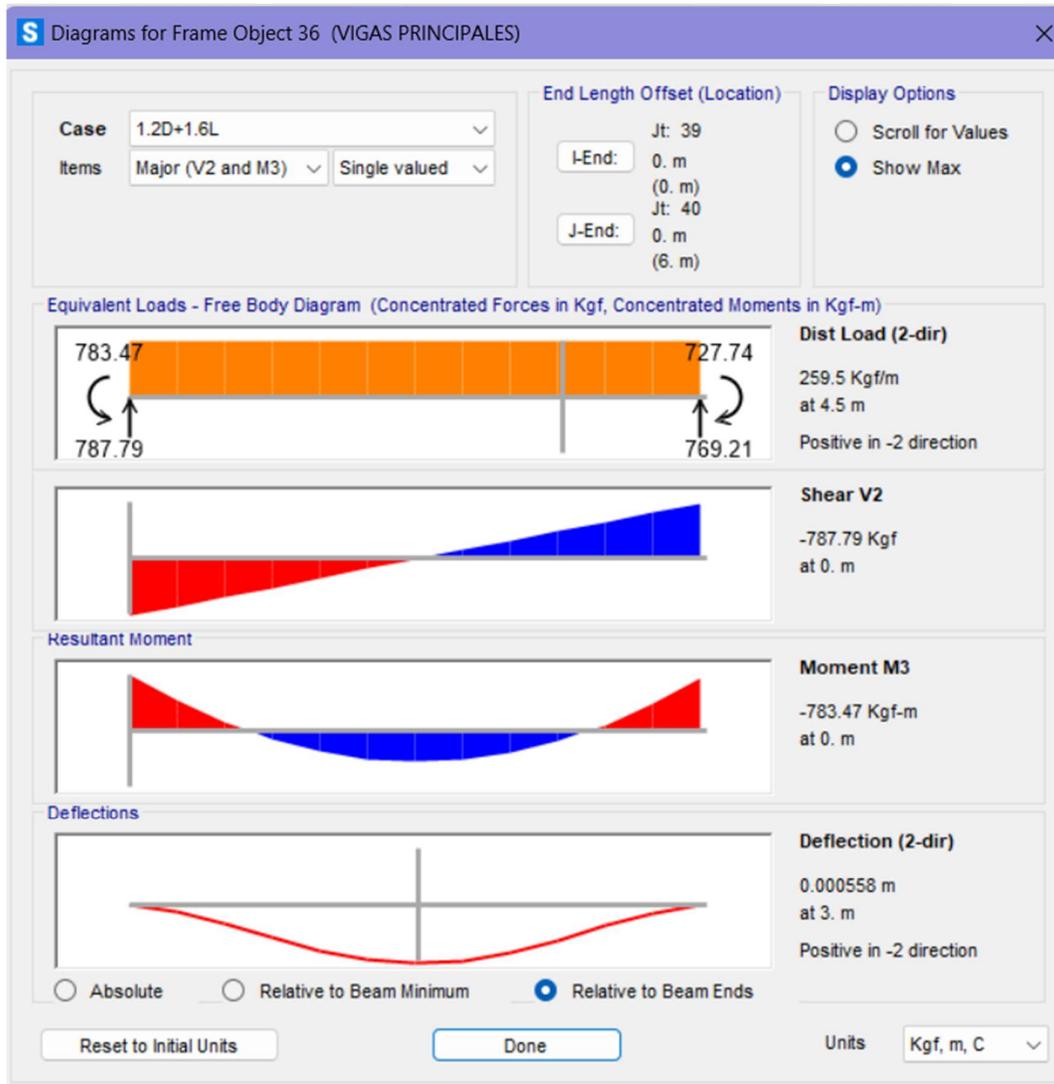
Anexo A. Diagrama de momentos - Comprobación de estabilidad de los elementos estructurales (pág 98).



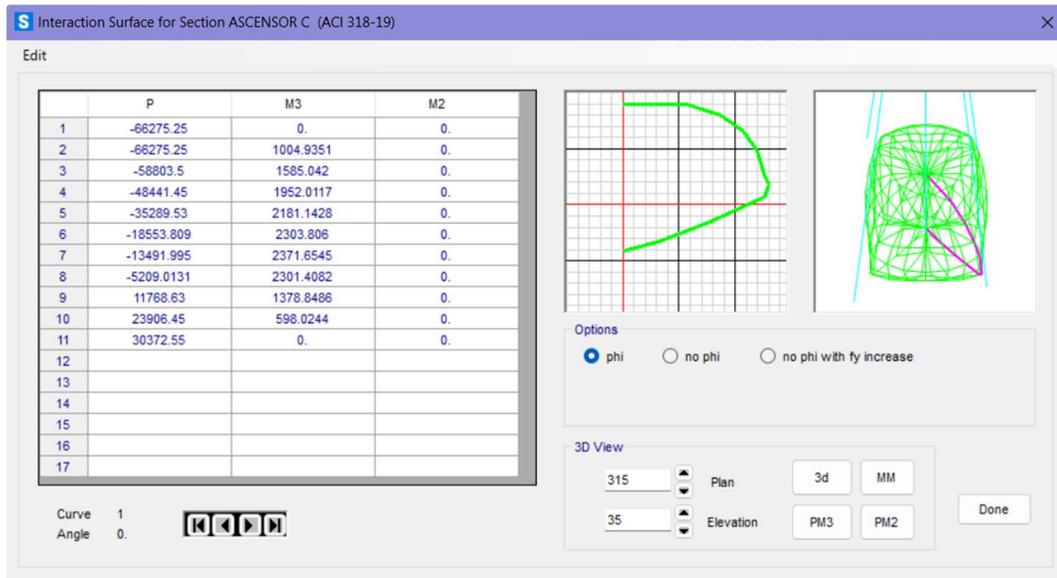
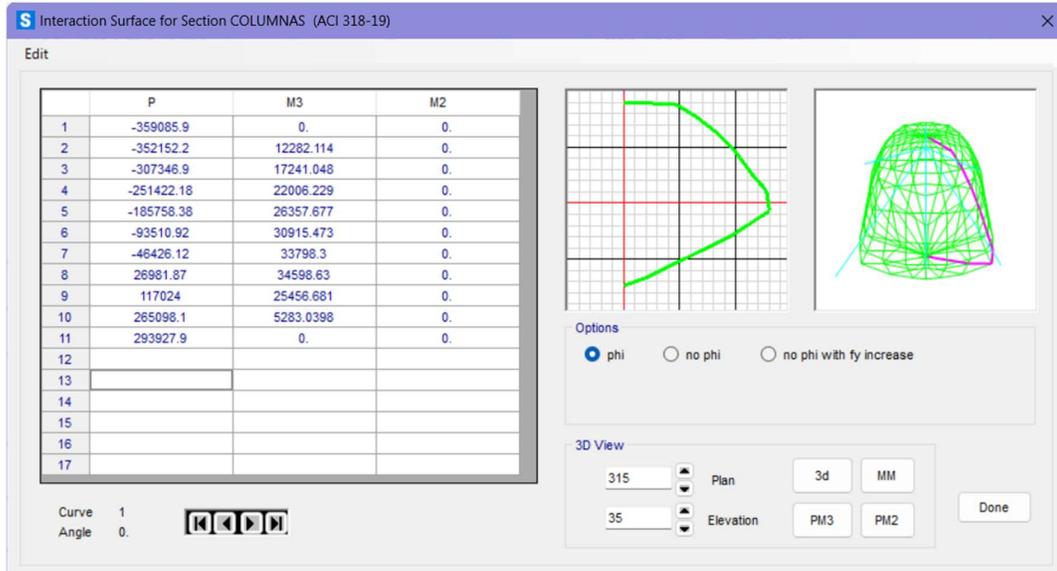








Anexo B. Diagrama de carga axial - Comprobación de estabilidad de los elementos estructurales (pág 98).

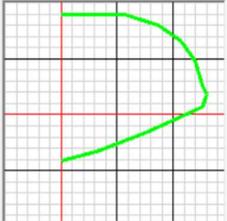
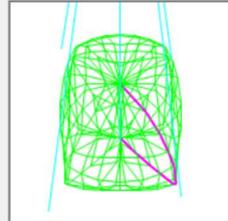


S Interaction Surface for Section ASCENSOR C. (ACI 318-19) ×

Edit

	P	M3	M2
1	-66275.25	0.	0.
2	-66275.25	1004.9351	0.
3	-58803.5	1585.042	0.
4	-48441.45	1952.0117	0.
5	-35289.53	2181.1428	0.
6	-18553.809	2303.806	0.
7	-13491.995	2371.6545	0.
8	-5209.0131	2301.4082	0.
9	11768.63	1378.8486	0.
10	23906.45	598.0244	0.
11	30372.55	0.	0.
12			
13			
14			
15			
16			
17			

Curve 1
Angle 0.

Options

phi no phi no phi with fy increase

3D View

315 Plan 3d MM

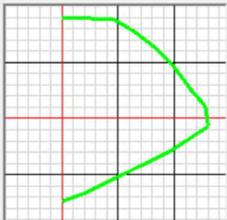
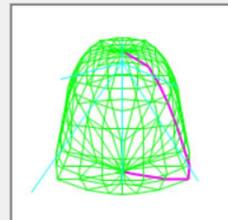
35 Elevation PM3 PM2 Done

S Interaction Surface for Section COLUMNAS (ACI 318-19) ×

Edit

	P	M3	M2
1	-359085.9	0.	0.
2	-352152.2	12282.114	0.
3	-307346.9	17241.048	0.
4	-251422.18	22006.229	0.
5	-185758.38	26357.677	0.
6	-93510.92	30915.473	0.
7	-46426.12	33798.3	0.
8	26981.87	34598.63	0.
9	117024	25456.681	0.
10	265098.1	5283.0398	0.
11	293927.9	0.	0.
12			
13			
14			
15			
16			
17			

Curve 1
Angle 0.

Options

phi no phi no phi with fy increase

3D View

315 Plan 3d MM

35 Elevation PM3 PM2 Done

Interaction Surface for Section ASCENSOR C. (ACI 318-19)

Edit

	P	M3	M2
1	-66275.25	0.	0.
2	-66275.25	1004.9351	0.
3	-58803.5	1585.042	0.
4	-48441.45	1952.0117	0.
5	-35289.53	2181.1428	0.
6	-18553.809	2303.806	0.
7	-13491.995	2371.6545	0.
8	-5209.0131	2301.4082	0.
9	11768.63	1378.8486	0.
10	23906.45	598.0244	0.
11	30372.55	0.	0.
12			
13			
14			
15			
16			
17			

Curve 1
Angle 0.

Options

phi no phi no phi with fy increase

3D View

315 Plan 3d MM

35 Elevation PM3 PM2 Done

Anexo C. Relación demanda capacidad - Comprobación de estabilidad de los elementos estructurales (pág 98).

S Concrete Column Check Information (ACI 318-19)

Frame ID: 305 Analysis Section: COLUMNAS
 Design Code: ACI 318-19 Design Section: COLUMNAS

COMBO ID	STATION LOC	CAPACITY RATIO	MAJOR SHEAR REINFORCEMENT	MINOR SHEAR REINFORCEMENT
1.2D+1.6L	0.	0.263	0.	0.
1.2D+1.6L	0.45	0.261	0.	0.
1.2D+1.6L	0.45	0.261	0.	0.
1.2D+1.6L	0.9	0.26	0.	0.
1.2D+1.6L	0.9	0.26	0.	0.
1.2D+1.6L	1.35	0.26	0.	0.
1.2D+1.6L	1.35	0.26	0.	0.

Modify/Show Overwrites: Overwrites

Display Details for Selected Item: Summary, Flex. Details, Shear Details, Interaction, Joint Shear, B/C Details

Display Complete Details: Tabular Data

Strength Deflection

Stylesheet: Default

OK Cancel Table Format File

S Concrete Column Check Information (ACI 318-19)

Frame ID: 487 Analysis Section: COLUMNAS
 Design Code: ACI 318-19 Design Section: COLUMNAS

COMBO ID	STATION LOC	CAPACITY RATIO	MAJOR SHEAR REINFORCEMENT	MINOR SHEAR REINFORCEMENT
1.2D+1.6L	0.	0.269	0.	0.
1.2D+1.6L	1.8	0.257	0.	0.
1.2D+1.6L	3.6	0.329	0.	0.

Modify/Show Overwrites: Overwrites

Display Details for Selected Item: Summary, Flex. Details, Shear Details, Interaction, Joint Shear, B/C Details

Display Complete Details: Tabular Data

Strength Deflection

Stylesheet: Default

OK Cancel Table Format File

S Concrete Column Check Information (ACI 318-19) ×

Frame ID: 1335 Analysis Section: ASCENSOR C
 Design Code: ACI 318-19 Design Section: ASCENSOR C

COMBO ID	STATION LOC	CAPACITY RATIO	MAJOR SHEAR REINFORCEMENT	MINOR SHEAR REINFORCEMENT
1.2D+1.6L	2.5	0.093	0.	0.
1.2D+1.6L	2.5	0.089	0.	0.
1.2D+1.6L	2.85	0.156	0.	0.
1.2D+1.6L	2.85	0.151	0.	0.
1.2D+1.6L	3.2	0.222	0.	0.
1.2D+1.6L	3.2	0.218	0.	0.
1.2D+1.6L	3.6	0.286	0.	0.

Modify/Show Overwrites:

Display Details for Selected Item:

Display Complete Details:

Strength Deflection Stylesheet: Default

S Concrete Column Check Information (ACI 318-19) ×

Frame ID: 1324 Analysis Section: ASCENSOR C
 Design Code: ACI 318-19 Design Section: ASCENSOR C

COMBO ID	STATION LOC	CAPACITY RATIO	MAJOR SHEAR REINFORCEMENT	MINOR SHEAR REINFORCEMENT
1.2D+1.6L	0.	0.388	0.	0.
1.2D+1.6L	1.8	0.123	0.	0.
1.2D+1.6L	2.5	0.199	0.	0.
1.2D+1.6L	2.5	0.192	0.	0.
1.2D+1.6L	2.85	0.243	0.	0.
1.2D+1.6L	2.85	0.237	0.	0.
1.2D+1.6L	3.2	0.293	0.	0.

Modify/Show Overwrites:

Display Details for Selected Item:

Display Complete Details:

Strength Deflection Stylesheet: Default

S Concrete Column Check Information (ACI 318-19) ×

Frame ID: Analysis Section:
 Design Code: Design Section:

COMBO ID	STATION LOC	CAPACITY RATIO	MAJOR SHEAR REINFORCEMENT	MINOR SHEAR REINFORCEMENT
1.2D+1.6L	0.	0.295	0.	0.
1.2D+1.6L	1.8	0.048	0.	0.
1.2D+1.6L	2.5	0.108	0.	0.
1.2D+1.6L	2.5	0.104	0.	0.
1.2D+1.6L	2.85	0.143	0.	0.
1.2D+1.6L	2.85	0.139	0.	0.
1.2D+1.6L	3.2	0.187	0.	0.

Modify/Show Overwrites:

Display Details for Selected Item:

Display Complete Details:

Strength Deflection

Stylesheet: Default