



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**DISEÑO DEL SISTEMA DE PRESURIZACIÓN DE ESCALERAS PARA
UN EDIFICIO.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera Industrial

Autor(a)

Ango Bautista Raquel Alexandra

Tutor(a)

Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela, Msc.

QUITO- ECUADOR

2022

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA
CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TÍTULACIÓN**

Yo, Raquel Alexandra Ango Bautista, declaro ser autora del Trabajo de Titulación con el nombre “DISEÑO DEL SISTEMA DE PRESURIZACIÓN DE ESCALERAS PARA UN EDIFICIO”, como requisito para optar al grado de Ingeniera Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 18 días del mes de febrero de 2022, firmo conforme:

Autor: Raquel Alexandra Ango Bautista

Firma: 

Número de Cédula: 1751055847

Dirección: Pichincha, Quito, Pintag, E-35 y Gabriel Hidalgo, Barrio San Vicente

Correo Electrónico: raquel99alexandra@gmail.com

Teléfono: 0991450196

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutora del Trabajo de Titulación “DISEÑO DEL SISTEMA DE PRESURIZACIÓN DE ESCALERAS PARA UN EDIFICIO” presentado por Raquel Alexandra Ango Bautista, para optar por el Título Ingeniera Industrial

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, 18 de febrero del 2022

.....

Ing.Pablo Elicio Ron Valenzuela, Msc.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniera Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Quito, 18 de febrero del 2022



.....
Raquel Alexandra Ango Bautista
CI: 1751055847

APROBACIÓN LECTORES

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: “DISEÑO DEL SISTEMA DE PRESURIZACIÓN DE ESCALERAS PARA UN EDIFICIO”, previo a la obtención del Título de Ingeniera Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que la estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Quito, 18 de febrero de 2022

.....

Ing. Andrés Morán, M.sc

Lector 1

.....

Ing. Liliana Topón, M.sc

Lector 2

DEDICATORIA

A dos personas especiales que se nos adelantaron en este camino, José y Carmen, que fueron como mis segundos padres y que desde el lugar donde se encuentren, estoy convencida de que festejan conmigo y mi familia mis alegrías y triunfos.

A mis padres Patricia y Segundo, por ser el pilar fundamental y principal apoyo en mi educación, por la confianza y amor que me entregan todos los días, por recordarme que, todo lo que anhele lo puedo conseguir con dedicación y trabajo.

A mis hermanos Erick y Mateo, por darme motivación y confianza, pese a todas las dificultades por las que hemos atravesado juntos, para cumplir mis sueños.

A todas las personas que me aprecian como familia y amigos, en especial a siete personas maravillosas, por ser un apoyo, un lugar seguro y por llegar a mi vida en el momento indicado.

AGRADECIMIENTO

A mis padres, por su arduo sacrificio diario en busca de darme todo lo que estuvo a su alcance, por permitirme soñar y jamás dejarme caer, por su apoyo y respaldo en los buenos y malos momentos de mi vida.

A mi familia y amigos por sus palabras de apoyo y alagos con los que me han llenado durante toda mi vida.

A los docentes de la facultad, quienes aportaron en mi crecimiento profesional y en especial a mi tutor Ing. Pablo Ron por brindarme sus conocimientos, paciencia y apoyo para culminar esta etapa académica.

INDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN.....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN TRIBUNAL	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN EJECUTIVO	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
Marco teórico.	5
Antecedentes.	6
Justificación.....	8
Objetivos.	10
Objetivo General.	10
Objetivos Específicos.	10
CAPITULO II	11
INGENIERÍA DEL PROYECTO	11
Diagnósticos de la situación actual del edificio	11
Diagnóstico inicial de requisitos y dimensiones de las escaleras de evacuación basado en la RTQ 5/2021 establecido por el cuerpo de bomberos	18
Análisis e interpretación de resultados de lista de verificación diagnóstico.	19
Área de estudio	22
Modelo Operativo.....	23

Desarrollo del modelo Operativo	24
CAPÍTULO III.....	26
PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS	26
Desarrollo de la propuesta.	26
Selección de alternativas	26
Diseño del sistema de presurización.....	34
Diseño de equipos y mecanismos de accionamiento.....	39
Diseño del sistema de control y protección de la presurización.....	49
Resultados esperados	51
Cronograma de Implementación	56
Análisis de costos	57
CAPÍTULO IV	59
Conclusiones	59
Recomendaciones	61
BIBLIOGRAFÍA.....	62
ANEXOS	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Datos del edificio	11
Tabla 2 Porcentaje de los requisitos de los componentes del medio de egreso ...	19
Tabla 3 Importancia relativa criterios	28
Tabla 4 Ponderación de los criterios	29
Tabla 5 Consolidado de calificaciones y calificación total	30
Tabla 6 Presiones diferenciales mínimas para los sistemas de clase C.....	33
Tabla 7 Parámetros de diseño	34
Tabla 8 Datos de fuga de aire a través de puertas	37
Tabla 9 Modelos de KIT SOBREPRESIÓN.....	42
Tabla 10 Especificaciones del sistema de ductos	43
Tabla 11 Modelo de BOXPRES	49
Tabla 12 Requerimientos del sistema de presurización (Resultados)	52
Tabla 13 Requisitos de los componentes del medio de egreso (Resultados).....	53
Tabla 14 Cronograma de implementación	56
Tabla 15 Análisis de costos	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del Edificio Toledo.....	12
Figura 2 Diseño interior de departamentos	13
Figura 3 Estructura y fachada del edificio	14
Figura 4 Dimensiones de las escaleras de emergencia	15
Figura 5 Escaleras de evacuación	16
Figura 6 Área destinada para el sistema de ductos	17
Figura 7 Porcentaje de los componentes del medio de egreso.....	21
Figura 8 Modelo Operativo.....	23
Figura 9 Resultado de la Casa de la calidad.....	31
Figura 10 Corte del plano del sistema de presurización	44
Figura 11 Rejilla	46
Figura 12 Boxpres seleccionado	50
Figura 13 Diagrama de conexión del sistema de presurización con el sistema contra incendio	51
Figura 14 Gráfico de los requisitos de los componentes de medio de egreso (Resultados)	54

TABLA DE ANEXOS

Anexo 1 Dimensiones de las puertas de las escaleras de evacuación	66
Anexo 2 Gráfico de las dimensiones de las puertas de las escaleras de evacuación	67
Anexo 3 Requerimientos de las puertas de las escaleras de evacuación	67
Anexo 4 Gráfico de requerimientos de las puertas de las escaleras de evacuación	69
Anexo 5 Dimensiones de las escaleras de evacuación.....	69
Anexo 6 Gráfico de dimensiones de las escaleras de evacuación	70
Anexo 7 Requerimientos de las escaleras de evacuación	70
Anexo 8 Gráfico de requerimientos de las escaleras de evacuación	72
Anexo 9 Requerimientos de las barandas de protección y pasamanos	72
Anexo 10 Gráfico de requerimientos de las barandas de protección y pasamanos	74
Anexo 11 Requerimientos de sistema de presurización	74
Anexo 12 Gráfico de requerimientos de sistema de presurización.....	75
Anexo 13 Calificación de opciones por cada criterio	76
Anexo 14 Casa de la calidad.....	77
Anexo 15 KIT Sobrepresión	78
Anexo 16 Plano del sistema de presurización.....	79
Anexo 17 Rejillas.....	80
Anexo 18 Dámper	81

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: “DISEÑO DEL SISTEMA DE PRESURIZACIÓN DE ESCALERAS PARA UN EDIFICIO”.

Autor: Ango Bautista Raquel Alexandra
Tutor: Ing. Pablo Ron Valenzuela, Msc

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tiene como objetivo el diseño del sistema de presurización de escaleras para un edificio, respondiendo a la problemática determinada de que el edificio construido en la ciudad de Quito no cuenta con un sistema de presurización que garantice la evacuación segura de todos sus habitantes por lo que se planea dar una solución efectiva basada en los parámetros y consideraciones técnicas de las normas nacionales RTQ/5 2022 e internacionales EN-UNE 12101-6 (Sistemas de Control de Humo y Calor) para este tipo de sistemas por lo que se establecieron varias alternativas, las mismas que fueron analizadas mediante una matriz de ponderación y la casa de la calidad, llegando a los siguientes resultados; el sistema de presurización a implementar es de clase C, que corresponde a edificaciones donde los usuarios evacuan de forma simultánea al activarse el sistema contraincendios, partiendo de este tipo de sistema se realiza el cálculo del caudal de aire tanto a puertas cerradas como a puertas abiertas y se selecciona el caudal mayor para el dimensionamiento del ventilador, el caudal mayor es $6911,73 \text{ m}^3/h$, por lo que se selecciona un Kit diseñado para la presurización de escaleras de emergencia que ofrece el fabricante SODECA con el caudal más cercano al obtenido mediante los cálculos que resulta en el tipo KIT SOBREPRESIÓN-7100-LED con la unidad de impulsión o ventilador del modelo CJHCH-45-4T-0,5 que alcanza un caudal de $7100 \text{ m}^3/h$, además se seleccionaron y se dimensionó los demás equipos, materiales para la construcción y mecanismos de accionamiento; este sistema se activa de forma simultánea con el sistema contraincendios cumpliendo con lo estipulado por parte del Cuerpo de Bomberos de Quito, con un 82% del cumplimiento de los requisitos, además de garantizar la seguridad y salud de los residentes del edificio al suscitarse un incendio.

DESCRIPTORES: Caudal de aire, Seguridad y salud, Sistema contraincendios, Sistema de presurización.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

THEME: "DESIGN OF A STAIR PRESSURIZATION SYSTEM FOR A BUILDING".

Author: Ango Bautista Raquel Alexandra
Tutor: Ing. Pablo Ron Valenzuela, Msc

ABSTRACT

The objective of this research is the design of a stair pressurization system for a building. In response to the problem determined that the building constructed in the city of Quito does not have a pressurization system that guarantees the safe evacuation of all its inhabitants, so it is planned to provide an effective solution based on the parameters and technical considerations of the national RTQ/5 2022 and international standards EN-UNE 12101-6 (Smoke and Heat Control Systems) for this type of systems, so several alternatives were established. These were analyzed by means of a weighting matrix and the quality house, reaching the following results; the pressurization system to be implemented is class C, which corresponds to buildings where users evacuate simultaneously when the fire-fighting system is activated, based on this type of system, the calculation of the air flow both closed and open doors is made and the highest flow is selected for the fan dimensioning, the highest flow is $6911.73 \text{ m}^3/h$. Therefore, a kit designed for the pressurization of emergency stairs offered by the manufacturer SODECA is selected with the flow rate closest to the one obtained through the calculations, which results in the type KIT SUPERPRESSURE-7100-LED with the impulsion unit or fan of the model CJHCH-45-4T-0,5 that reaches a flow rate of $7100 \text{ m}^3/h$. In addition, the other equipment, materials for the construction and drive mechanisms were selected and sized; This system is activated simultaneously with the firefighting system in compliance with the requirements of the Quito Fire Department, with 82% compliance with the requirements, in addition to ensuring the safety and health of the building's residents in the event of a fire.

KEY WORD: Air flow, Health and safety, Fire protection system, Pressurization system.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Actualmente a nivel mundial se evidencia un alto índice de mortalidad en incendios generados en edificaciones. En Europa, específicamente en España, durante el 2019, el número contabilizado fue de alrededor de 129.544 siniestros por incendio, de los que 34.029 se generaron en edificaciones (incluyendo todo tipo de inmueble e independientemente de la actividad a la que se dedica) (Fundación Mapfre, 2019) dichos incidentes terminan causando cada año muertes de aproximadamente 4000, de los cuales el 70% son provocados por la inhalación de gases tóxicos generados durante los incendios, mientras que un 30% de las muertes y lesiones son provocadas por las llamas y las quemaduras causadas durante un incendio. (Children's Health Stanford, 2021)

La ausencia que existe de rutas de evacuación de emergencia es un problema que afecta significativamente a las personas durante un incendio en edificaciones. En el año 1980, un incendio ocurrido en Estados Unidos, específicamente en el MGM Grand Hotel. causó alrededor 85 muertes. Donde el fuego se limitó casi por completo en el casino ubicado en la planta baja del edificio, sin embargo, un contabilizado del 75% de pérdidas humanas fueron provocados en los pisos superiores del edificio por a la inhalación de humo causado por el incendio. (Klote H., 2016)

Para la protección de vías de evacuación, por lo general se utilizan sistemas de control de humo que garanticen la seguridad y protección de las personas durante la generación de un incendio; por lo tanto, las edificaciones deben contar con sistemas de presurización que permita a las personas evacuar sin mayores inconvenientes en su salud e integridad. Existen varias normativas y reglamentos que se emplean en todo el mundo, entre algunas de las normativas existentes, el autor (Cruz Ojeda, 2017) se mencionan las siguientes:

- NFPA N° 92-A que hace referencia a la “Normativa para sistemas de control de humo mediante el uso de berreras y diferencia de presión” ed. 2006.
- NFPA 101 hace referencia al Código de seguridad de vida; ed. 2000
- NFPA N° 88-A “Estándar para estructura de estacionamiento” ed. 1998
- Norma EN-UNE 12101-6 establece el “Sistemas de Control de Humo y Calor, apartado 6; Sistemas y equipos de presurización diferencial”
- UNE 2358-5 con referencia a la “Seguridad contra incendios, Sistema de Control de temperatura y Evacuación de Humo” ed. 2004.

En Latinoamérica la guía que se emplea para establecer los criterios de seguridad humana y protección contra incendios en las edificaciones es la NFPA 101 (ed. 2018) que indica como un requerimiento que todas las escaleras de edificaciones de gran altura se encuentren diseñadas para ser a prueba de humo. (Moncada, 2020)

Para que las escaleras de evacuación sean a prueba de humo, existen tres maneras para lograr este objetivo y son mediante las siguientes:

- Ventilación natural
- Ventilación mecánica
- Sistema mecánico de presurización de escaleras

El sistema de presurización de escaleras se puede definir como una medida preventiva para las escaleras de evacuación, el sistema trabaja con el método denominado como control de humo mediante la sobrepresión que básicamente consiste en la presurización con ayuda de la inyección en habitáculos empleados como vías de escape durante un siniestro mediante aire. El método basa su principio en la velocidad del aire y la barrera artificial que se crea con la sobrepresión para el control de humo. (SODECA, n.d.)

En el Ecuador, el diseño e implementación de los sistemas de presurización de escaleras de emergencia, son temas poco tratados, debido a la poca documentación que existe por parte de las empresas que se dedicaran a la actividad. La arquitectura de las edificaciones es uno de los problemas que muchas veces limitan o dificultan la implementación de sistemas de presurización, por ende, en varias ocasiones se omiten aspectos importantes de las normativas vigentes para responder de forma acertada a la seguridad contraincendios y asegura la seguridad y salud durante la evacuación de usuarios.

En la ciudad de Quito es un requisito la colocación de presurización en gradas, el Cuerpo de Bomberos Quito a través de la RTQ 5/2021, establece lo siguiente “PRESURIZACIÓN DE ESCALERAS. En edificaciones de gran altura (nuevas), las escaleras cerradas que se empleen con el fin de garantizar una salida o haciendo

la función de una vía de egreso, deben contar con la implementación de un sistema de presurización de escaleras, este debe encontrarse diseñado de acuerdo a normas nacionales (de existir en el país) o internacionales.” (Rtq, 2021)

El lugar donde se va a desarrollar el proyecto es un edificio residencial, ubicado en Av. 10 de agosto y Bartolomé de Las Casas, Centro Norte, Quito. Las dimensiones son de 91 metros cuadrados y 68 metros cuadrados de cubierta, el edificio es de departamentos está conformado de 10 pisos, de 5 subsuelos y consta de escaleras de evacuación de emergencia, sin embargo, carece de la presurización de las mismas, tema que es perjudicial ya que no se garantiza la seguridad de las personas durante un incendio. Es evidente que, debido a la poca información y la falta de criterios técnicos, no se consideró en el diseño del sistema de presurización, causando una carencia del mismo. Cabe señalar que la falta del diseño e implementación de sistemas de presurización en escaleras, conseguirían causar pérdidas humanas por asfixia en las vías de evacuación causadas por el ingreso de humo al interior de las escaleras. (Acrota Canahuire, 2021)

Marco teórico.

Sistema de presurización de escaleras

Según la empresa Friotemp (2018), dedicada a proyectos de ventilación, en su publicación titulada como Presurización de escaleras, se indica que “A la presurización de Escaleras se la define como un sistema calificado para al lucha contra incendios en edificaciones. Cuando se genera un incendio en un edificio que posee una gran altura, un ventilador dimensionado para escaleras presurizadas utiliza aire exterior limpio para presurizar el aire contaminado que se encuentra en las escaleras”. Al llevarse a cabo un proyecto de construcción de edificaciones en la planificación debe tomarse en cuenta los cálculos de diseño para un sistema de presurización, donde se establecen algunos de requisitos a considerar:

- Tipo o tipos (de ser necesario más de uno) de ventilador a emplear.
- Potencia que tendrá el motor.
- Velocidad con la que contará el aire.
- Características que tendrán las rejillas.
- Tipo a utilizarse del conducto.
- Sensor de humo.
- Dispositivos para el accionamiento y de la sobrepresión.

Los sistemas de presurización se clasifican según sus diseños, características y tipos, en la UNE-EN 12101-6 (2006) se establecen los tipos de sistema presentados a continuación:

- Sistemas de presurización de clase A
- Sistema de presurización de clase B
- Sistema de presurización de clase C
- Sistema de presurización de clase D
- Sistema de presurización tipo E
- Sistema de presurización de tipo F

Antecedentes.

El edificio fue planeado para su construcción a inicios del año 2015, desde entonces el edificio se mantiene en proceso de terminación de los acabados, pese a que ya se encuentra en funcionamiento y la mayoría de los departamentos están habitados, uno de los proyectos a terminar es el diseño e implementación del un sistema de presurización de escaleras de emergencias, aun cuando el edificio cuenta con escaleras de emergencia para evacuación, estas no se encuentran presurizadas, aspecto que no se tomó en cuenta durante el diseño del mismo.

El edificio no cuenta con un sistema de gas centralizado, en gran parte se debe a que varios residentes utilizan artefactos de inducción, lo que hace poco viable la implementación de un sistema de este tipo, sin embargo, el resto de departamentos si utilizan cilindros de gas, recipientes que son trasladados desde la entrada del

edificio hasta cada departamento, utilizando el ascensor como medio de transporte, acción que puede generar incendios y accidentes de gran magnitud ya que el riesgo de caídas de cilindros aumenta en estas situaciones.

La falta de un sistema de presurización diseñado para escaleras de emergencia puede significar un peligro eminente para la seguridad de los residentes durante un incendio ya que, al propagarse el fuego, la producción de humo se extiende por todas partes y puede causar asfixia a las personas, y por ende pérdidas humanas. De esta manera, para evitar pérdidas humanas, la propuesta va encaminada al diseño de un sistema de presurización de escaleras para el edificio de departamentos residenciales, cumpliendo con la normativa respectiva.

El Cuerpo de Bomberos Quito a través de la RTQ 5/2021, establece la implementación de un sistema de presurización de escaleras en los edificios que lo requieran, este sistema además debe ser diseñado e implementado de acuerdo a las normas nacionales (de existir en el país) o internacionales. Para el desarrollo del proyecto se empleará la norma EN UNE 12101-6: 2006, donde se establecen los Sistemas para el control de humo y de calor, y en el apartado 6 se detallan las especificaciones para los sistemas de diferencial de presión. La norma escribe los sistemas de presión diferencial diseñados, métodos de cálculo, sistemas para la protección de las áreas de evacuación.

El autor Luis Antonio Ronaldo Cruz Ojeda en su tesis titulada “Diseño de un sistema de inyección de aire para la presurización de escaleras de emergencia en un edificio residencial de once pisos” realizada el año 2017, establece el diseño del sistema de presurización que consta de una parte mecánica (ventilador centrífugo),

eléctrica (motor eléctrico trifásico), electrónica, el diseño que se presenta para esta investigación es útil para el desarrollo de bases para un sistema óptimo de evacuación de escaleras.

El autor Oré Arriola Walter Rommel (2019) en su tesis titulada “Instalación del sistema de presurización de escaleras de emergencia para la evacuación de usuarios del edificio Torre del Parque en San Isidro-Lima”, donde establece que para la puesta en servicio de un sistema de presurización de escaleras en Perú se debe cumplir con las normas NFPA y el Reglamento Nacional de Edificaciones Capítulo 3, A.130 – Requisitos de seguridad y el A.010 - Condiciones generales de diseño, garantizando que la presión en la caja de la escalera no sea menor a los 0.05 pulg/Ca.

Justificación

El edificio Toledo tiene la necesidad del diseño de un sistema de presurización de escaleras, ya que las vías de evacuación de emergencia no cuentan con un medio que garantice la seguridad de los residentes del edificio durante un incendio, por ende, es necesario la implementación de esta medida de protección ante incendios.

La **importancia** de esta propuesta metodológica radica en garantizar la seguridad y salud de las personas durante un incendio en el edificio, el sistema busca brindar un lugar libre de humo para evitar asfixia causada por esta descarga tóxica y asfixiante durante un incendio, evitando su exposición a la inhalación del humo del fuego y otros factores que ponen en riesgo las vidas de los residentes.

El diseño del sistema de presurización para escaleras tendrá un **impacto** positivo para los residentes del edificio, ya que el sistema cuenta con varias ventajas como medida preventiva de seguridad, además el proyecto puede servir de base para otras edificaciones ya sean residenciales o de cualquier actividad a la que se dedique.

La **utilidad** del diseño del sistema de presurización para las escaleras consiste en salvar vidas durante un incendio, cuidar las instalaciones en lo que a infraestructura se refiere; además, para cumplir con las normativas que solicita el cuerpo de bomberos, su empleo también disminuye las probabilidades de riesgo de los habitantes del edificio, debido a la propagación del fuego y humo durante estos incidentes.

Con el diseño del sistema de presurización, los principales **beneficiarios** son los residentes del edificio, vecinos del sector, así como también se propenderá a la disminución del impacto ambiental que causa el humo durante un incendio, aspecto que lo hace un lugar seguro y capaz de brindar protección de la vida de las personas.

El diseño de un sistema de presurización de escaleras es **factible** ya que es una medida de seguridad que facilita la evacuación de los residentes del edificio durante un incendio, además que es un sistema que a largo plazo permite ahorrar dinero ya que no requiere de ajustes constantes y de la incorporación de otros equipos complementarios para su correcto funcionamiento.

Objetivos.

Objetivo General.

Diseñar un sistema de presurización de escaleras de emergencia para un edificio residencial, mediante las directrices de los organismos técnicos de control garantizando un método seguro de evacuación de los usuarios.

Objetivos Específicos.

- Identificar la situación actual de las instalaciones del edificio, mediante visitas in situ para la obtención de datos y mediciones de las instalaciones donde se va a desarrollar el proyecto.
- Establecer los parámetros necesarios del sistema de presurización, mediante la norma EN UNE 12101-6 para dar cumplimiento con los requisitos técnicos solicitados por el cuerpo de bomberos de Quito a través de la RTQ 5/2021.
- Determinar el procedimiento para la activación del sistema de presurización de escaleras con el sistema contra incendios, mediante la selección de los equipos y materiales a emplearse.

CAPITULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnósticos de la situación actual del edificio

Actualmente el edificio, cuenta con dos departamentos por cada piso, ambos son de diferentes dimensiones funcionales y con espacios que incluyen varios servicios entre los que se encuentran; lavandería, guardianía/seguridad, parqueaderos, otros servicios que la mayoría de edificaciones residenciales ofrecen, incluyendo sistemas de: de alarma de seguridad y seguridad contra incendios

Datos del Edificio

Tabla 1

Datos del edificio

NOMBRE DEL EDIFICIO:	Edificio Toledo
DIRECCIÓN:	Av. 10 de agosto y Bartolomé de Las Casas, Centro Norte, Quito
DIMENSIONES	91 m ² (Altura) y 68 m ² (Cubierta)

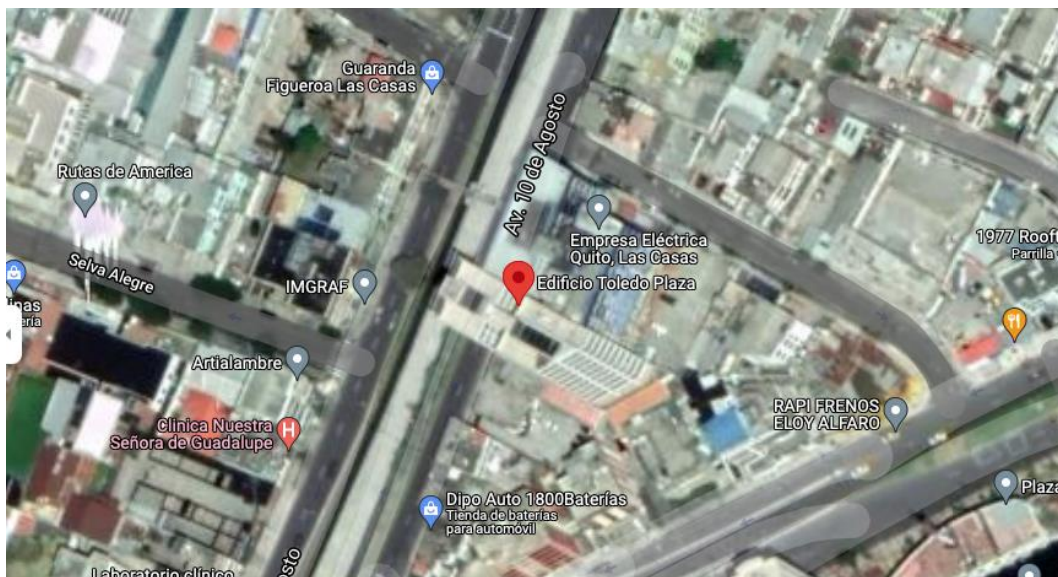
DIMENSIONES DE LOS DEPARTAMENTOS:	77,32 m ² (Departamento 1)
	110,76 m ² (Departamento 2)
	78,85 m ² (Siute)
	76, 11 m ² (Departamento 3)
	67,39 m ² (Departamento 4)

Nota: En la tabla se evidencian los datos del edificio como el nombre, dirección y las dimensiones; el edificio cuenta con cinco departamentos de diferentes tamaños y que se ajustan a diferentes necesidades.

La ubicación del edificio es en la ciudad de Quito, en el sector de las Casas; la referenciación se la muestra a continuación en la figura 1.

Figura 1

Ubicación del Edificio Toledo

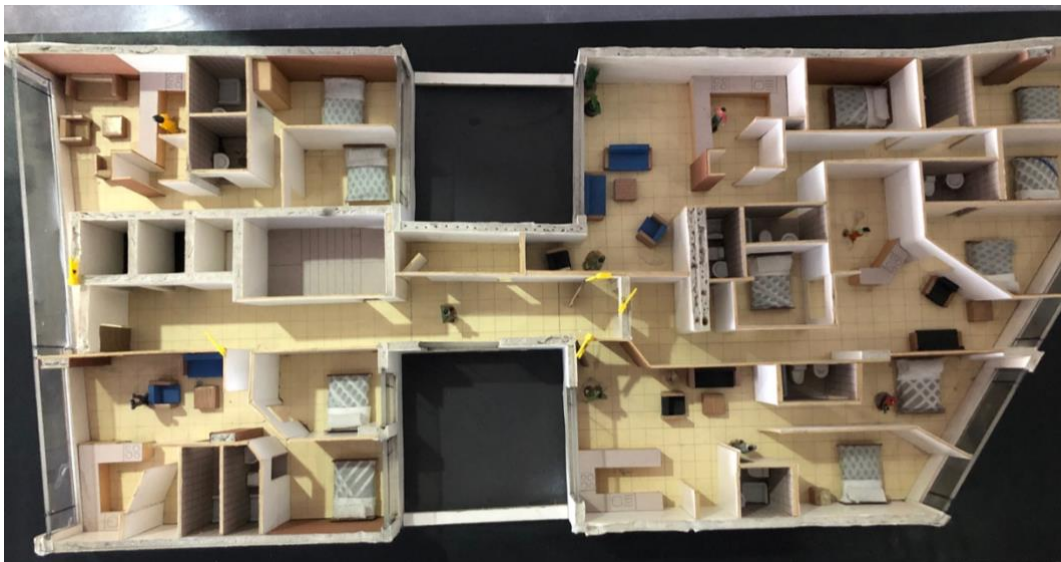


Nota: La figura representa la ubicación actual del edificio en el mapa. Adaptado de *Edificio Toledo Plaza* [Fotografía], por Google Maps, 2021, (<https://www.google.com.ec>)

Como se puede ver en la tabla 1, el edificio oferta departamentos de diferentes dimensiones, acordes a las necesidades de los clientes, el inmueble cuenta con 2 habitaciones, 2 baños y 2 estacionamientos por cada departamento, a partir de aquí el diseño varía de acuerdo al departamento elegido. En la maqueta que se encuentra en la figura 2, se observa el diseño de los departamentos.

Figura 2

Diseño interior de departamentos



Nota: La figura representa la maqueta con la que cuenta el edificio para ilustrar el diseño interior de los departamentos.

Estructura y materiales del edificio

El edificio se encuentra constituido por diez pisos y cinco subsuelos; los últimos cinco pisos conforman el estacionamiento. La estructura y materiales con los que está construido el edificio son de cimientos en concreto, infraestructura mixta,

mampostería en hierro y hormigón armado, acabados en cielo raso y gypsum. La figura 3, muestra una maqueta de la estructura y fachada del edificio Toledo.

Figura 3

Estructura y fachada del edificio



Nota: La figura muestra una maqueta utilizada por el edificio para presentar las partes de la estructura y fachada del edificio.

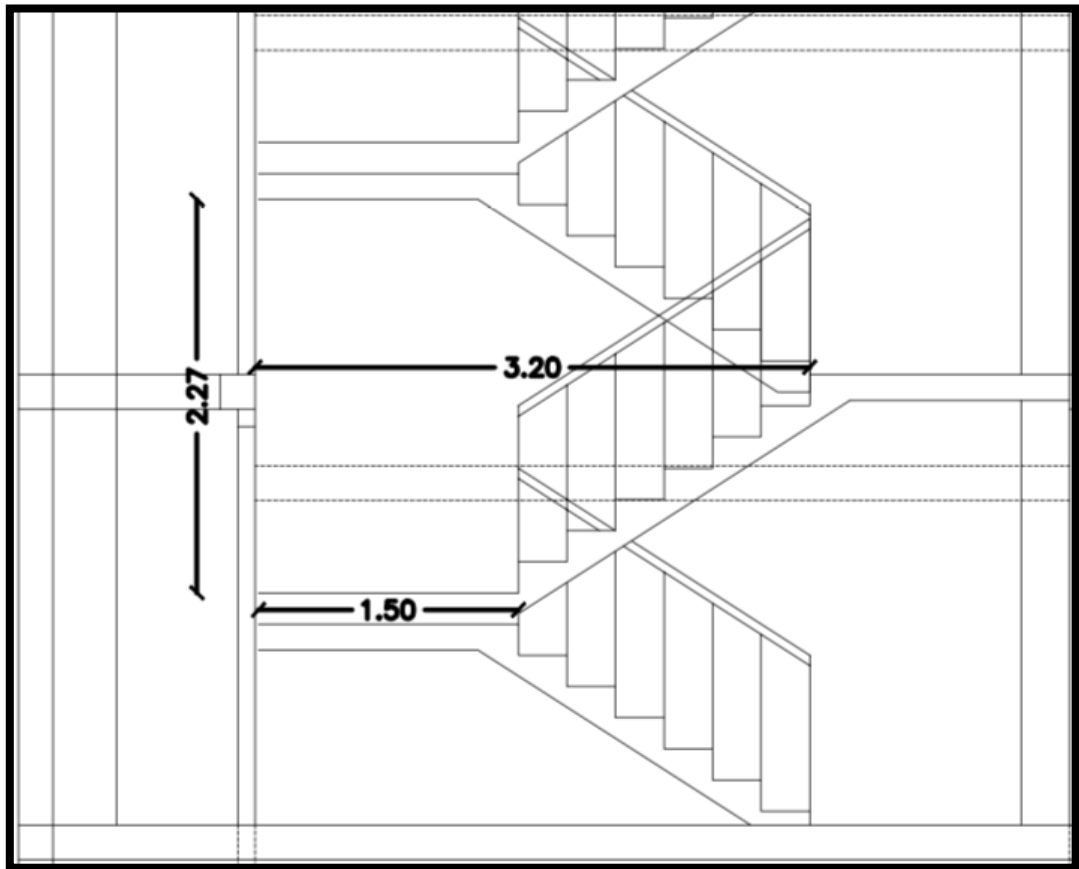
Diagnóstico de la estructura y condiciones de las escaleras de evacuación

Las escaleras de evacuación son internas, continuas desde el subsuelo 5 hasta la terraza del último piso, cuenta con una puerta de ingreso a cada piso construidas de armazones de acero, de paso fácil y libre, resistente al fuego e impacto, con apertura al interior de las escaleras que facilita el ingreso de las personas en caso de una

evacuación, el ancho de la puerta es de 1,06 m y la altura es de 2,14 m. Las dimensiones de las escaleras de emergencia se muestran en la figura 4.

Figura 4

Dimensiones de las escaleras de emergencia



Nota: La figura muestra un corte del plano de las escaleras de presurización, donde se encuentran las dimensiones del alto (2,27 m.), ancho (3,20 m.) y del área de descanso del cubículo de las escaleras (1,50 m.).

Figura 5

Escaleras de evacuación



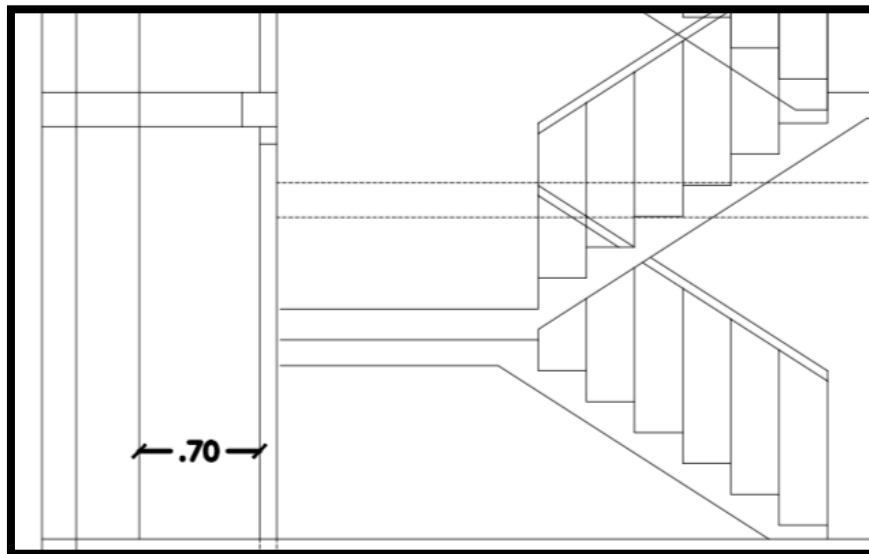
Nota: La figura representa diferentes vistas de las escaleras de evacuación, donde se observa las barandas de protección y la puerta de acceso al cubículo.

Las escaleras de evacuación en la actualidad no cuentan con un sistema de presurización, pero si tiene contemplado la instalación de este sistema. Por lo que hasta el momento se convierte en una condición insegura en el caso de producirse un incendio.

El edificio entre sus proyecciones a futuro contemplo la posibilidad de implementar un sistema de presurización, por lo que durante la construcción dejaron un espacio destinado específicamente para llevar a cabo un proyecto de implementación de un sistema de presurización, el área destinada va desde el subsuelo 5 hasta el último piso en la azotea donde se tiene previsto ubicar el ventilador para el sistema.

Figura 6

Área destinada para el sistema de ductos



Nota: En la figura se evidencia un corte del plano del espacio contemplado para la implementación del sistema de ductos que necesita el sistema de presurización; el área es de 1,57 x 0,70 m², medidas que se tomarán en cuenta para el diseño.

Diagnóstico inicial de requisitos y dimensiones de las escaleras de evacuación basado en la RTQ 5/2021 establecido por el cuerpo de bomberos

Como una revisión inicial del cumplimiento de los requisitos y dimensiones de las escaleras de evacuación del edificio, se realiza un Checklist fundamentado en la RTQ 5/2021 establecido por el cuerpo de bomberos, numeral 6. Que establece los requisitos de los componentes del medio de egreso.

Al Checklist se lo puede conocer con distintos nombres como; listados de chequeo, listados de control u hojas de verificación, que son formatos generados para la realización de actividades repetitivas, recolectar datos ordenadamente o controlar el cumplimiento de requisitos, la herramienta puede llevar a cabo las acciones antes mencionadas de manera sistemática, además puede ser utilizada para elaborar comprobaciones sistemáticas de productos o actividades garantizando que el encargado de llevarlo a cabo no se olvide de ningún aspecto relevante. (ISOTools, 2018)

Bomberos Quito, se da conocer como una institución que desde 1944 ha trabajado con el fin de precautelar la seguridad de los habitantes de la ciudad. Los servicios que ofrecen son prevención y extinción de incendios, al igual que operaciones de búsqueda y rescate cuando se presentan desastres de tipo naturales y antrópicos, con el fin de proteger los bienes de la comunidad y lo más importante, salvar vidas, a través de la RTQ 5/2021, esta institución determina las normas técnicas requeridas para los medios de egreso focalizados en la prevención de incendios. (Bomberos Quito, 2021)

Análisis e interpretación de resultados de lista de verificación diagnóstico.

Para conocer el porcentaje de cumplimiento total de la normativa a emplearse en el desarrollo del proyecto, se realiza una sumatoria total de todos los valores sujetos a calificación, dividido para el total de cumplimientos obligatorios y multiplicado por 100, de este modo que se puede determinar el porcentaje de cumplimiento total de cada uno de los requisitos. Los requisitos son cinco en total, sin embargo cada uno tiene diferente número de ítems que permiten evaluar de forma más detallada los componentes del medio de egreso de las escaleras de evacuación ver a partir del Anexo 1 hasta el Anexo 12, donde se establecen los resultados de la evaluación de cada ítem mediante el checklist, mientras que en la tabla 2 se presentan un resumen de los porcentajes de los requisitos del medio de egreso del checklist realizado.

Tabla 2

Porcentaje de los requisitos de los componentes del medio de egreso

REQUISITOS DE LOS COMPONENTES DEL MEDIO DE EGRESO			
Requerimientos	Cumplimiento	Incumplimiento	No aplica
Dimensiones de las puertas	100%	0,0%	0,0%
Requerimientos de las puertas	72,7%	0,0%	27,3%
Dimensiones de las escaleras de emergencia	100%	0,0%	0,0%
Requerimientos de las escaleras de emergencia	83,3%	16,7%	0,0%

Requerimientos de las barandas de protección y pasamanos	70,0%	0,0%	30,0%
Requerimientos del sistema de presurización	0,0%	100,0%	0,0%
Total de porcentaje	71%	19%	10 %

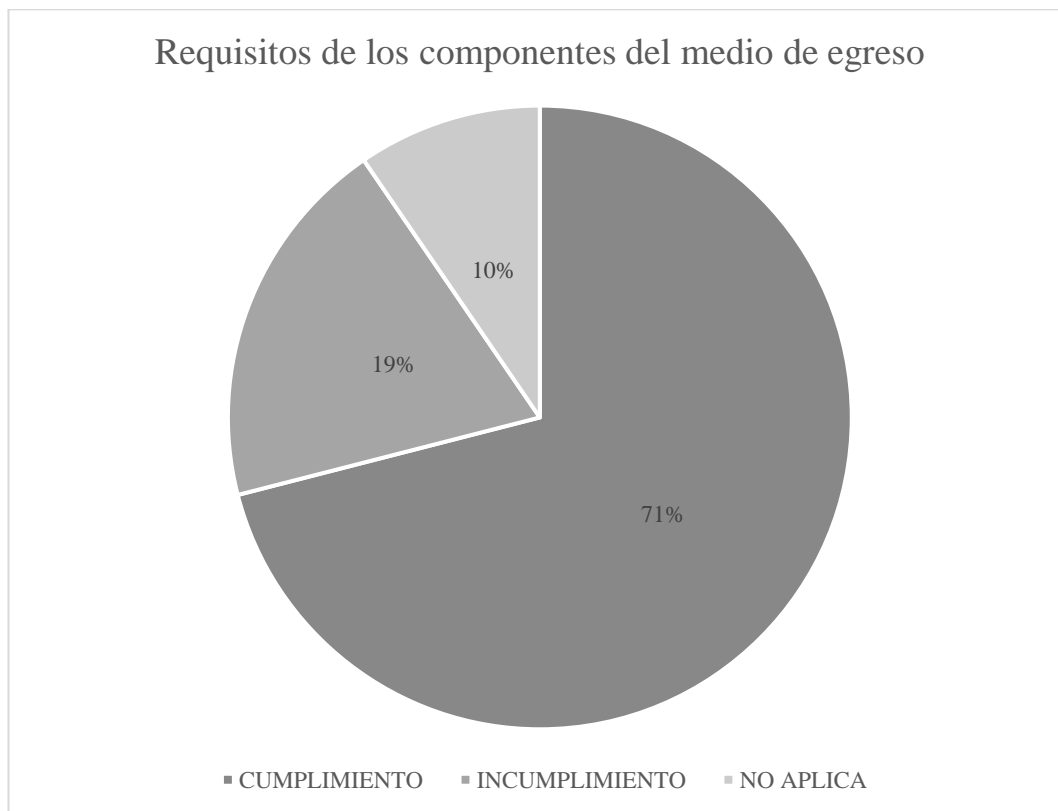
Nota. La tabla muestra los porcentajes de cumplimiento, incumplimiento y no aplica de los requisitos de los componentes del medio de egreso del edificio.

Mediante la revisión inicial, se obtuvo el cumplimiento de cada uno de los 6 requerimientos descritos en la RTQ 5/2021 establecido por el cuerpo de bomberos, donde de forma general el cumplimiento de los requisitos necesarios de los componentes constructivos del medio de egreso, se encuentra en un 71% de cumplimiento de requisitos, el 19% de incumplimiento y un 10% que no aplica para este proceso; el requerimiento que se cumple en menor porcentaje es el del sistema de presurización, aspecto a ser estudiado durante el desarrollo del proyecto y que se busca aumentar el porcentaje de cumplimiento.

A continuación, se muestra la gráfica para visualizar de mejor manera los resultados de la revisión inicial mediante la utilización del checklist con los requerimientos establecidos por el cuerpo de bomberos, describiendo así el porcentaje de cumplimiento, incumplimiento y N/A.

Figura 7

Porcentaje de los componentes del medio de egreso



Nota. La figura muestra el porcentaje de cumplimiento, incumplimiento y no aplica de los requisitos de los componentes del medio de egreso del edificio, mediante un gráfico de pastel con cada uno de los aspectos evaluados.

El edificio Toledo cuenta con el espacio y las condiciones adecuadas para la implementación de un sistema de presurización, pero a su vez se determina que el sistema de presurización deberá responder con al menos el 80% de los parámetros evaluados por tal razón es necesario considerarlo al momento del establecimiento de la propuesta.

Área de estudio

Dominio: Tecnología y Sociedad.

Línea de Investigación: Sistemas Industriales.

Campo: Ingeniería Industrial.

Área: Gestión de la seguridad y salud de los trabajadores.

Aspectos: Sistemas de presurización para escaleras de emergencia.

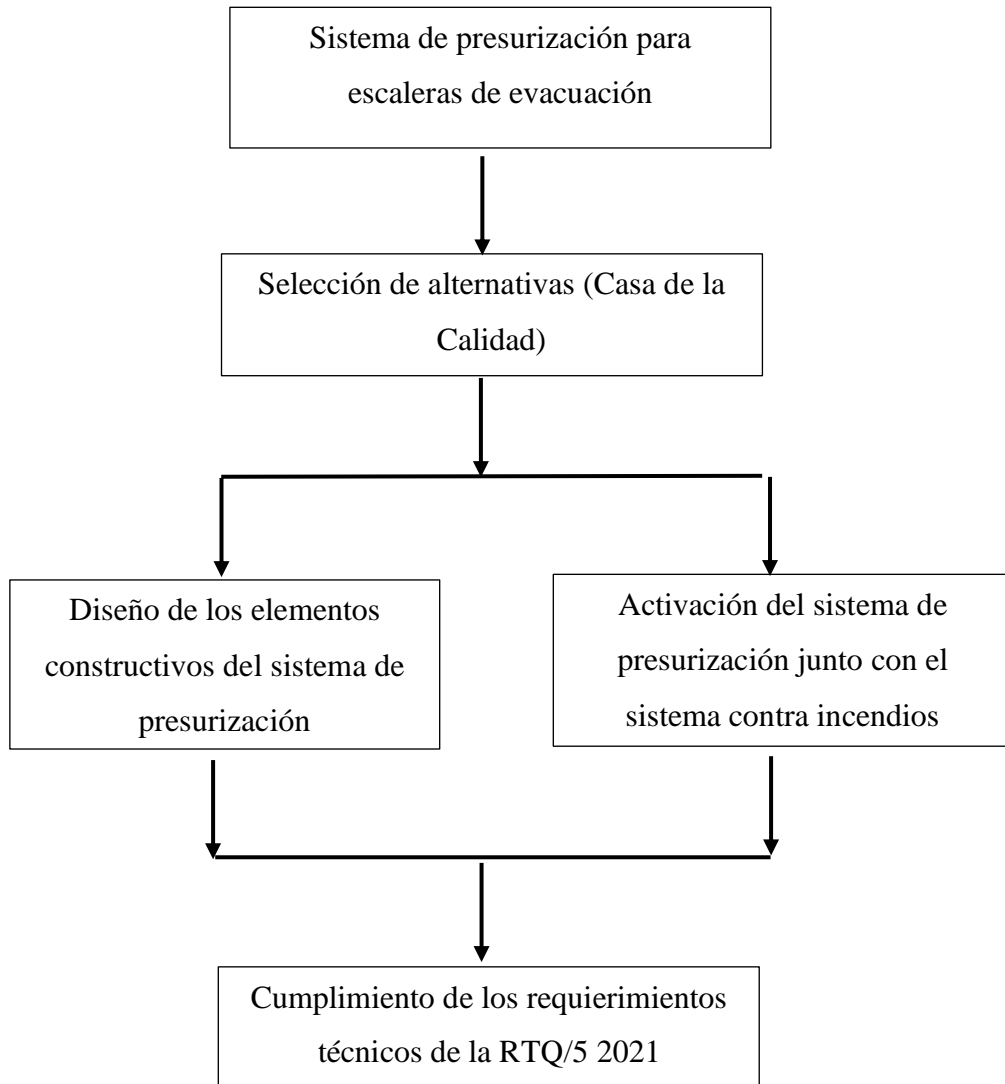
Objeto de estudio: Edificio Toledo.

Periodo de Análisis: Octubre 2021- Febrero 2022.

Modelo Operativo

Figura 8

Modelo Operativo



Nota. En la figura se observa el modelo operativo de la propuesta metodológica; los puntos a desarrollar siguen un flujo consecutivo para llevarse a cabo el cumplimiento del objetivo genral del proyecto.

Desarrollo del modelo Operativo

Sistema de presurización para escaleras de evacuación

El sistema de presurización para escaleras de evacuación es un conjunto de varias medidas preventivas que incrementan la seguridad en edificaciones, independientemente del uso que se les de, ante los efectos que pueden llegar a ocasionar un incendio, el sistema también garantiza la salida segura de los usuarios del edificio frente a estos siniestros. (Soler&Palau, 2020).

Selección de alternativas

La selección de alternativas se emplea para la toma de decisiones en un proyecto, la aplicación de más de un criterio para la selección contribuye al incremento de la calidad de las decisiones, para el desarrollo de la propuesta se emplearán dos herramientas, la primera es matriz de priorización y la segunda es la casa de la calidad, ambas metodologías permitirán corroborar la información obtenida para la selección del sistema de presurización que mejor se adapte a las condiciones y necesidades del edificio. (Garza Ríos & González Sánchez, 2014)

Diseño de los elementos constructivos del sistema de presurización

En este apartado se llevará a cabo el procedimiento de diseño del sistema de presurización, es decir los pasos para el cálculo del caudal necesario de aire para mantener la escalera de evacuación presurizada, en concordancia con la norma EN-UNE 12101-6:

- Caudal del aire
- Caudal a puertas abiertas
- Caudal a puertas cerradas
- Áreas de fuga
- Diferencia de presión
- Selección de equipos y de los mecanismos de accionamiento
- Capacidad que debe tener el ventilador
- Cálculo de las persianas de sobrepresión

Activación del sistema de presurización junto con el sistema contra incendios

En este apartado se busca conectar el sistema de presurización de escaleras junto con el sistema contra incendios del edificio, de forma que ambos sistemas trabajen mediante la activación de los sensores de humo, dando cumplimiento a lo establecido en la RTQ/5 2021.

Cumplimiento de los requerimientos técnicos de la RTQ/5 2021

Para el desarrollo del apartado, una vez cumplidos los anteriores pasos del modelo operativo, se aplica de nuevo el checklist a los requisitos del sistema de presurización, que es el requerimiento en el que se enfoca el proyecto; La RTQ/5 2021 establece las normas técnicas necesarias de los medios de egreso para la prevención de siniestros.

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Desarrollo de la propuesta.

El estudio realizado en la presente investigación establece todos los parámetros necesarios para el diseño y selección de equipos para el sistema de presurización de escaleras de emergencia, los cuales se realizarán en base a la normativa establecida por la EN-UNE 12101-6 para dar cumplimiento con los requisitos del cuerpo de bomberos de Quito a través de la RTQ/5 2021; una vez realizado el diagnóstico inicial de requisitos y dimensiones de las escaleras de evacuación mediante un checklist, los resultados arrojaron la información de que el edificio necesita la implementación del sistema, además este debe ir conectado con el sistema contraincendios. Durante el desarrollo del capítulo se evidencia la ejecución de la propuesta metodológica que tiene como fin el diseño del sistema de presurización de escaleras para un edificio, propuesta que será útil para el edificio, los residentes, dueños y todas las partes interesadas, logrando cumplir con los requerimientos que establece la normativa aplicada y garantizando la seguridad y salud de los residentes.

Selección de alternativas

El sistema de presurización cuenta con 6 clases de sistemas, dichos sistemas se clasifican según distintos requisitos técnicos y con diseños con lo que cuenta el

sistema para facilitar la aplicación en proyectos en cualquier tipo de edificio. Los sistemas se clasifican en tipo A, B, C, D, E, y F, para llevar a cabo el desarrollo de la propuesta metodológica, se parte analizando cada una de las alternativas y seleccionando las que se ajustan en un principio al diseño y características del edificio, se eligen las tres clases que cumplen con la mayor cantidad de características, en este caso son las de clase B, C y D, con las que se realiza una selección de alternativas en base a requisitos técnicos y condiciones de diseño.

Aspectos a evaluar para la selección de alternativas

Opciones:

- Sistema de presurización de clase o tipo B
- Sistema de presurización de clase o tipo C
- Sistema de presurización de clase o tipo D

Criterios:

- Generalidades
- Criterio de flujo de aire
- Diferencia de presión
- Fuerza para apertura de puerta

Matriz de priorización

A la matriz de priorización se la define como una de las herramientas mas utilizadas que permite la selección de alternativas soportándose en la ponderación y aplicación

de criterios, esta permite considerar todos los aspectos de las alternativas y criterios al momento de la toma de decisiones, además permite clarificar problemas y presenta oportunidades de mejora. (Alteco, n.d.)

Para determinar la importancia relativa de cada criterio se realiza una matriz en L, con esto en mente se debe hacer la pregunta si cada uno de los criterios de la fila es más o menos relevante que el criterio de la columna.

Calificación:

Tabla 3

Importancia relativa criterios

Puntuación	Significado
10	El criterio de fila es mucho más importante que el criterio de columna.
5	El criterio de fila es más importante que el criterio de columna.
1	Ambos criterios son igual de importantes.
0.2	El criterio de fila es menos importante que el criterio de columna.
0.1	El criterio de fila es mucho menos importante que el criterio de columna.

Nota. En la tabla se observa la puntuación asignada a cada uno de los criterios seleccionados para el desarrollo de la matriz de ponderación.

El recíproco para cada valor:

- 10 valor recíproco de 0.1.
- 5 valor recíproco de 0.2.
- 1 valor recíproco de 1 punto.
- 0.2 valor recíproco de 5 puntos.
- 0.1 valor recíproco de 10 puntos.

La obtención de los valores se da mediante la división de 1 entre el valor asignado

Matriz

Tabla 4

Ponderación de los criterios

Ponderación de los criterios						
	Generalidades	Criterio de flujo de aire	Diferencia de presión	Fuerza de apertura de puerta	Total	Peso ponderado definido
Generalidades		0,2	0,2	5	5,40	0,19
Criterio de flujo de aire	5		1	5	11,00	0,39
Diferencia de presión	5	1		5	11,00	0,39

Fuerza de apertura de puerta	de	0,2	0,2	0,2	0,60	0,02
Total					28,00	1,00

Nota. En la tabla se observa la ponderación de cada criterio a ser evaluado para obtener el resultado de selección del tipo de sistema de presurización.

En el Anexo 13, se establece la calificación de las opciones por cada criterio, obteniendo un peso relativo que ayuda a determinar el sistema a desarrollarse, una vez obtenidos los datos se procede con los consolidados de calificación de opciones.

Tabla 5

Consolidado de calificaciones y calificación total

Consolidado de calificación de opciones					
	Generalidades	Criterio de flujo de aire	de Diferencia de presión	de Fuerza de apertura de puerta	
Clase B	0,03	0,03	0,03	0,64	
Clase C	0,33	0,64	0,64	0,03	
Clase D	0,64	0,33	0,33	0,33	
Calificación total por opción por criterio ponderado					
	Generalidades	Criterio de flujo de aire	Diferencia de presión	Fuerza de apertura de puerta	Total de
Clase B	0,005	0,010	0,010	0,014	0,04
Clase C	0,064	0,252	0,252	0,001	0,57
Clase D	0,124	0,131	0,131	0,007	0,39

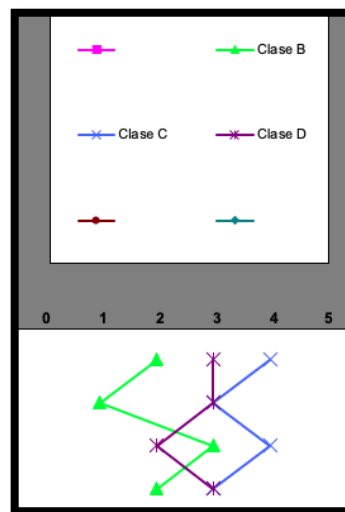
Nota. La tabla presenta el consolidado de calificaciones y calificación total por opción por criterio ponderado, donde el tipo de sistema que obtiene la mayor puntuación es el sistema de presurización de clase C.

Casa de la Calidad

Se define a la casa de la calidad como una técnica que pertenece al procedimiento del despliegue de la función de la calidad y sirve para asegurar la calidad al realizar el diseño de un producto o servicio. (IONOS, 2020) Para la selección de alternativas, se realiza un análisis de las opciones mediante la utilización de la casa de la calidad, que se evidencia completamente en el Anexo 14, donde se compara los datos técnicos y características de diseño de los tres tipos de sistemas de presurización; Clase B, C, y D, de esta manera se puede corroborar los resultados de la matriz de priorización, obteniendo como la opción más adecuada a el sistema de presurización de clase o tipo C.

Figura 9

Resultado de la Casa de la calidad



Nota. La figura presenta el resultado de la realización de la casa de la calidad, donde se corrobora la información obtenida con la matriz de priorizaciones ya que el sistema de presurización de clase C obtiene mayor puntuación que las otras opciones evaluadas.

La norma EN-UNE 12101-6 establece las clases de sistema de presurización existentes, a continuación, se presenta un extracto del sistema de presurización de clase o tipo C; mencionando las generalidades, criterios de flujo de aire, la diferencia de presión requerida y la fuerza de apertura de la puerta del medio de egreso. (UNE-EN 12101-6, 2006).

Sistema de presurización de clase C

- Generalidades

La norma UNE-EN 12101-6, 2006 establece que en este tipo de sistema de presurización “Las condiciones de diseño de los sistemas de clase C se basan en el supuesto de que todos los ocupantes del edificio sean evacuados simultáneamente, al activarse la señal de alarma de incendio”.

- Criterio de flujo de aire

Para este criterio la norma menciona que la velocidad del flujo de aire que recorre a través de la puerta del medio de egreso entre un espacio presurizado y el área del alojamiento no debe ser menor a 0,75 m/s.

- **Diferencia de presión**

Tabla 6

Presiones diferenciales mínimas para los sistemas de clase C

Posición de las puertas	Valor mínimo de la presión diferencial a mantener min.
i) Las puertas entre el área de alojamiento y el espacio presurizado están cerradas en todas las plantas	
ii) Todas las puertas entre la escalera presurizada y la salida final están cerradas	
iii) Las aberturas de escape de aire al exterior, desde el área de alojamiento en la planta incendiada en la que se mida la presión diferencial, están abiertas	50 Pa.
iv) La puerta final de salida está cerrada	
v) La puerta final de salida está abierta y se cumplen los apartados i) al iii) anteriores	10 Pa.
NOTA: se admite un nivel de tolerancia de $\pm 10\%$ en la aceptación de los resultados de ensayo	

Nota. La tabla presenta la diferencia de presión mínima establecida en la UNE-EN 12101-6, 2006 para el sistema de presurización de clase o tipo C.

- **Fuerza para apertura de puerta**

La norma indica que es necesario diseñar el sistema de tal manera que la fuerza al momento de aplicar en el tirador de la puerta del medio de egreso, para abrirla no deberá superar los 100 N.

Diseño del sistema de presurización

Para el diseño del sistema se emplea la norma UNE EN 12101-6 donde se enlistan los pasos que constituyen el desarrollo del método para el cálculo del caudal necesario de aire que se necesita para presurizar las escaleras de emergencia del edificio, además para el procedimiento del cálculo se utilizaron casos práctico realizados por la empresa S&P caso práctico 43 (*Sobrepresión de 3 escaleras de acceso a un aparcamiento y sus vestíbulos*, 2013) y caso práctico 45 (*Sobrepresión de una caja de escaleras y un vestíbulo de un hotel de 5 plantas*, 2013)

Tabla 7

Parámetros de diseño

Parámetro de diseño	Alto	Ancho
Dimensiones de la puerta	2,14 metros	1,06 metros
Dimensiones de las escaleras	1,8 metros	1,5 metros
Dimensiones de contrahuella de las escaleras	0,27 metros	0,165 metros
Dimensiones del área destinada para el sistema de ductos	1,57 metros	0,70 metros

Nota. En la tabla se puede evidenciar los parámetros de diseño para el sistema de presurización, donde se presenta el alto y ancho de cada parámetro.

Cálculo del caudal de aire

De acuerdo con el nivel de presurización de diseño del sistema, el caudal de la fuga de aire del espacio presurizado hacia las puertas de caja de escalera, vestíbulo y ascensor, ya sea con la aplicación de uno de estos apartados o con todos se debe

cuantificar de acuerdo con los cálculos realizados a continuación. Una vez realizada la selección de alternativas para la ejecución del proyecto es el sistema de presurización de clase C, que se basa en la hipótesis general de que todos los ocupantes del edificio sean evacuados simultáneamente cuando se activa la señal de alarma de incendio.

Caudal a puerta abierta

Para el desarrollo del sistema, la normativa EN-12101-6 establece que el “Criterio de flujo de aire: La velocidad del flujo de aire a través de la puerta entre un espacio presurizado y el área de alojamiento no debe ser inferior a 0.75 m/s”.

- Cálculo del caudal

Primero se transforman las unidades de la velocidad de flujo media ya que la norma trabaja en m^3/h

$$v = \frac{0,75m}{s} * \frac{3.600s}{1 h} = 2700 \frac{m}{h} \quad (1)$$

Donde:

v = Velocidad del flujo media [m/h]

Luego de la transformación de unidades se realiza el cálculo del caudal que es igual a:

$$Q = v * A \quad (2)$$

$$Q = 2700 \frac{m}{h} * (1,06 * 2,1)m^2$$

$$Q = 6.010,2 \frac{m^3}{h}$$

Donde:

Q = Caudal del aire [m^3/h]

v = Velocidad del flujo media [m/h]

A = Área de la sección de la puerta [m^2]

Dado que el caudal necesario al contar con puertas abiertas no debe ser menor que el caudal calculado de aire a impulsar o extraer, el caudal total obtenido se incrementará en un 15% con el fin de satisfacer la posible presencia de fugas a través de los elementos del sistema como son los conductos.

Luego el caudal a suministrar por los ventiladores será de:

$$Q_v = 6.010,2 \frac{m^3}{h} * 1,15$$

$$Q_v = 6.911,73 \frac{m^3}{h}$$

Donde:

Q_v = Caudal del aire a suministrar con el 15% de incremento

Caudal a puertas cerradas

Para el cálculo del caudal requerido para la presurización de la escalera se llevará a cabo con ayuda del método de flujo de aire a través de una abertura del medio de egreso.

El caudal puede ser obtenido en función del área del espacio, y de la diferencia de presión entre los lados de la abertura, para ello se empleará la ecuación correspondiente a:

$$Q_D = 0,83 * A_e * P^{1/R} \quad (3)$$

Donde:

A_e = Área de fuga efectiva total de una ruta por la que pasa el aire de los espacios presurizados [m^2]

P = Presión de presurización [Pa]

R = Índice de rendija que varía de 1 a 2

Área de Fugas A_e [m^2]

Para calcular el área de fugas, se toman los valores que podrán tener las áreas de fuga según la tipología de puerta con la que cuenta la escalera de emergencia.

Tabla 8

Datos de fuga de aire a través de puertas

Tipo de puerta	Área de fuga m^2	Diferencia de presión Pa	Fuga de aire m^3/s
Puerta de una hoja que abre hacia un espacio presurizado	0,01	8	0,02
		15	0,03
		20	0,04
		25	0,04
		50	0,06
Puerta de una hoja que abre hacia fuera	0,02	8	0,05
		15	0,06

del espacio presurizado		20	0,07
		25	0,08
		50	0,12
Puerta de dos hojas	0,03	8	0,07
		15	0,10
		20	0,11
		25	0,12
		50	0,18
Puerta de rellano de ascensor	0,06	8	0,14
		15	0,19
		20	0,22
		25	0,25
		50	0,35

Nota. Los datos de fuga de aire a través de las puertas se evidencian en la tabla con su respectiva área de fuga, diferencia de presión y fuga de aire, la tabla se obtuvo del caso práctico 43 de la empresa S&P.

Una vez seleccionada la fuga que da un valor por planta de $0,01 \text{ m}^2$, considerando que son 10 pisos y 5 sub subsuelos, entonces el área de fuga será de $0,15 \text{ m}^2$

Diferencia de presión P [Pa]

En base al tipo de sistema de presurización, la norma establece que la diferencia de presión para este tipo de sistema será de 50 Pa para el edificio.

Caudal

Una vez calculados los datos necesarios para determinar el caudal, se procede al cálculo del mismo (reemplazándolo en la ecuación 3) que se deberá aportar el sistema de presurización.

$$Q_D = 0,83 * 0,15 \text{ m}^2 * 50 \text{ Pa}^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_D = 0,83 * 0,15 \text{ m}^2 * \sqrt{50 \text{ Pa}}$$

$$Q_D = 0,1245 \text{ m}^2 * \sqrt{50 \text{ Pa}}$$

$$Q_D = 0,88035 \text{ m}^3/\text{s}$$

Se realiza la transformación de unidades:

$$Q_D = \frac{0,88035 \text{ m}^3}{\text{s}} * \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 3.169,26 \text{ m}^3/\text{h}$$

En el apartado A.3.2. de la norma EN-12101-6, apartado b; se establece en el cálculo del flujo de aire que, basándose en la experiencia, al caudal obtenido de aportación se deberá añadir por lo menos el 50% del índice de fuga que se obtuvo.

De esta manera se obtiene el caudal real a suministrar y será de:

$$Q_D = 3.169,26 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * 1,5 = 4.753,89 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Diseño de equipos y mecanismos de accionamiento

Un sistema de presurización para escaleras de evacuación se compone por varios equipos como, por ejemplo; ventiladores, sistema de ductos de distribución del aire, difusores, rejillas y dámpers de alivio barométricos. Con el fin de garantizar un funcionamiento satisfactorio del sistema, se debe contar con una fuente alternativa de alimentación estipulada en la norma vigente, el edificio cuenta con generadores eléctricos como fuente alternativa de alimentación.

Selección del ventilador

Los ventiladores para llevar a cabo un sistema de presurización se dimensionan de acuerdo a la capacidad que se requiera y se determina en función de la suma total de las fugas que existan de aire que tienen los espacios entre el marco y la puerta, fugas que se tomarán en cuenta para el diseño de los caudales de aire en la zonas de presurización, debido a la dificultad que existe para la identificación de estas fugas de aire, la capacidad del ventilador, como se mencionó en anteriores apartados, debe ser por lo menos 1,5 veces mayor al valor calculado para todas las fugas. Para la selección de un ventilador que cuente con la capacidad adecuada, se debe tomar en cuenta especificaciones por ejemplo se debe tener la diferencia de presión y aplicar algunas de las tres soluciones para controlarla; Compuertas en los conductos, compuertas de sobrepresión o reguladores de velocidad. (Bonilla Martínez & Velarde Velásquez, 2008)

Se realiza la selección de los equipos en base a los requerimientos establecidos, tomando en cuenta el caudal mayor que es de $6.911,73 \frac{m^3}{h}$, se procede con la selección del equipo.

El distribuidor SODECA ofrece un Kit Sobrepresión, enfocado principalmente a los sistemas de presurización de escaleras, el kit permite a controlar automáticamente el caudal necesario y mantener la presión diferencial de 50 Pa en una etapa, datos que son establecidos según la norma UNE EN 12101-6-2006. (SODECA, n.d.)

Kit Sobrepresión de escaleras

El Kit sobrepresión establecido para escaleras, está conformado principalmente por un cuadro de control denominado como (BOXPRES KIT) y las respectivas unidades de impulsión o ventiladores (CJBD o CJHCH), destinadas a la presurización de las escaleras.

- **Boxpres**

El correcto funcionamiento de un sistema de presurización ya sea para escaleras o cualquier vía de egreso, depende de un buen diseño y de una adecuada regulación realizada por el sistema, por ende, es importante contar con todos elementos de regulación que sean de buena precisión y que estén calibrados. Las características del Boxpres serán detalladas de mejor manera en el apartado diseño del sistema de control y protección de la presurización.

El modelo a elegir se basa en el caudal que se requiere inyectar en la escalera de presurización.

Tabla 9*Modelos de KIT SOBREPRESIÓN*

Modelo	Alimentación	Salida	Unidad de impulsión	Caudal (m ³ /h)	Nivel sonoro irradiado * dB(A)
KIT SOBREPRESION-1060-LED	230 Vac II	230 Vac II	NEOLINEO-200	1060	38
KIT SOBREPRESION-2300-LED	230 Vac II	230 Vac II	NEOLINEO-315	2300	47
KIT SOBREPRESION-2880-LED	230 Vac II	230 Vac II	CJBC-2828-6M 1/3	2880	61
KIT SOBREPRESION-7100-LED	230 Vac II	230 Vac III	CJHCH-45-4T-0,5	7100	55
KIT SOBREPRESION-7800-LED	230 Vac II	230 Vac III	CJBD-3333-6T-1,5	7800	55
KIT SOBREPRESION-12900-LED	230 Vac II	230 Vac III	CJHCH-56-4T-1	12900	60
KIT SOBREPRESION-17000-LED	230 Vac II	230 Vac III	CJHCH-63-4T-1,5	17000	61
KIT SOBREPRESION-7100-BOX	400 Vac III	400 Vac III	CJHCH-45-4T-0,5	7100	55
KIT SOBREPRESION-7800-BOX	400 Vac III	400 Vac III	CJBD-3333-6T-1,5	7800	55
KIT SOBREPRESION-12900-BOX	400 Vac III	400 Vac III	CJHCH-56-4T-1	12900	60
KIT SOBREPRESION-17000-BOX	400 Vac III	400 Vac III	CJHCH-63-4T-1,5	17000	61
KIT SOBREPRESION II-6240-BOX	400 Vac III	400 Vac III	TWIN-12/12-6T-1,5	6240	55
KIT SOBREPRESION II-9520-BOX	400 Vac III	400 Vac III	TWIN-15/15-6T-3	9520	54
KIT SOBREPRESION II-12900-BOX	400 Vac III	400 Vac III	CJHCH/DUPLEX-56-4T-1-H	12900	60
KIT SOBREPRESION II-17000-BOX	400 Vac III	400 Vac III	CJHCH/DUPLEX-63-4T-1,5-H	17000	61

Nota. Los modelos de KIT SOBREPRESIÓN se presentan en la tabla del catálogo de producto que facilita la página de la empresa SODECA, se pueden identificar el tipo de alimentación del Kit, al igual que la salida, unidad de impulsión, caudal, y nivel sonoro irradiado.

La unidad de impulso o ventilador a emplearse es el que viene en el kit seleccionado, del modelo CJHCH-45-4T-0,5 ver Anexo 15.

Sistemas de ductos

Para la ventilación de la escalera de emergencia, lo habitual es conectar el equipo inyector a un sistema de conductos, con el objetivo de llevar el aire a puntos específicos, garantizando una distribución eficiente. Los diseños de los sistemas de ductos de ventilación deben considerar los siguientes aspectos:

- Niveles de ruido
- Disponibilidad de espacio
- Difusión del aire
- Equipamiento

Nota: Cabe recalcar que el edificio ya contaba con un área considerada para la elaboración de un sistema de presurización como se mencionó en el capítulo 2 del proyecto.

Se fabricarán e instalará el sistema de ductos con soportes en su recorrido, serán hermetizados y atornillados, la conexión del ducto metálico con el ducto ubicado en la azotea del edificio será de conformidad con los tamaños y recorridos mostrados en la figura 10, mientras que el espesor que se manejará en base al siguiente cuadro:

Tabla 10

Especificaciones del sistema de ductos

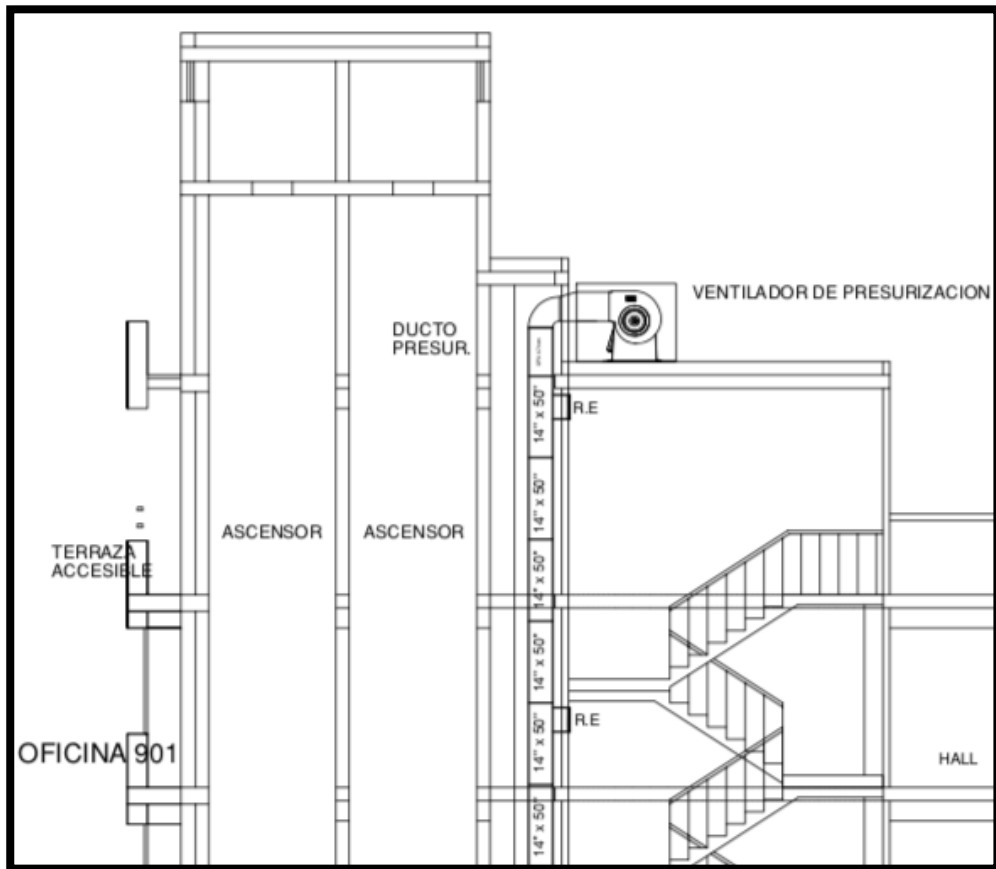
ANCHO DEL DUCTO	ESPESOR PULGADAS	EMPALMES Y REFUERZOS
Hasta 12"	1/54	Correderas 1" a max - 2.38 m entre centros
13" hasta 30"	1/40	Correderas 1" a max - 2.38 m entre centros
31" hasta 45"	1/27	Correderas 1" a max - 2.38 m entre centros
46" hasta 60"	1/24	Correderas 1 ½" a max - 2.38 m entre centros

Más de 61"	1/20	Correderas 1 ½" a max - 2.38 m entre centros con refuerzo ángulo 1" x 1" x 1/8" entre empalmes
------------	------	--

Nota. Las especificaciones para el sistema de ductos presentan el ancho del ducto, espesor, empalmes y refuerzos. La tabla se encuentra basada en la tabla presentada por (Cruz Ojeda, 2017).

Figura 10

Corte del plano del sistema de presurización



Nota. El corte del plano muestra los tamaños y recorridos del sistema de ductos a implementarse para el sistema de presurización de escaleras.

Diseño de difusores

Para la descarga de aire en la caja de escalera se realizará por medio de rejillas de descarga. Por cada uno de los pisos se colocará una rejilla de descarga, la selección de las rejillas se realizará mediante el caudal total obtenido. El edificio tiene 10 pisos y 5 sub subsuelos, con lo que obtendría un total de 15 rejillas uno en cada nivel, el caudal que cada rejilla tendrá es de:

$$\text{Caudal de la rejilla} = \frac{Q}{\text{número de rejillas}} \quad (4)$$

Donde:

Q = Es el caudal obtenido [m^3/h]

$$\text{Caudal de la rejilla} = \frac{6.911,73 \frac{m^3}{h}}{15} = 460,78 \frac{m^3}{h}$$

La velocidad de salida oscila entre 2 a 2.5 m/s (9000 m/h). Adicional a esto se tiene una relación de apertura de 0.9, teniendo la siguiente expresión:

$$\text{área del difusor (m}^2\text{)} = \frac{\text{Caudal por rejilla}}{\text{velocidad de salida} * \text{relación de apertura}} \quad (5)$$

$$\text{área del difusor} = \frac{460,78 \frac{m^3}{h}}{9000 \text{ m/h} * 0,9}$$

$$\text{área del difusor} = \frac{460,78 \frac{m^3}{h}}{9000 \text{ m/h} * 0,9}$$

$$\text{área del difusor} = 0,057 \text{ m}^2$$

$$\text{área del difusor} = 0,057 \text{ m}^2$$

$$\text{área del difusor} = 88,35 \text{ in}^2$$

Por lo que las rejillas seleccionadas serán del fabricante Laminaire 10" x 10" que se aproxima a la medida solicitada y es la rejilla estándar de varios fabricantes, además que es fácil de encontrar ver Anexo 17.

Figura 11

Rejilla



Nota. La figura muestra la rejilla a implementarse para el sistema de presurización de escaleras Adaptado de *L-RA – Rejilla aletas* [Fotografía], por Luminaire, 2022, (<https://laminaire.net>)

Características:

- Materia de aluminio, recubierta de pintura en polvo electrostática.
- Diseño liviano con marco perimetral.

- Permite el paso fácil de aire por sus aletas curvas
- Uso de inyección o extracción de aire.
- Para ventilación en espacios interiores, paredes, cielos rasos, baños y de fácil instalación.
- La medida es Ancho por Alto (10" x 10")

Diseño del dámper de alivio Barométrico

El dámper de alivio se utilizará en las escaleras presurizadas del edificio colocadas en la parte más alta de la caja de la escalera regulando de esta manera la presión generada por el sistema. El dámper debe cumplir con los siguientes detalles constructivos:

- Aletas de aluminio
- Eje de varilla excéntricamente pivotado
- Rodamientos de bola lubricables
- Sellos de aletas de vinil

Caudal para dimensionar el dámper

$$Q = Q_v - Q_D \quad (6)$$

Donde:

Q = Caudal para dimensionar el dámper

Q_v = Caudal a puertas abiertas

Q_D = Caudal a puertas cerradas

$$Q = 6.911,73 \frac{m^3}{h} - 4.753,89 \frac{m^3}{h}$$

$$Q = 2.157,84 \frac{m^3}{h}$$

El dámper permitira extraer el aire sobrante del recinto hacia el exterior o a otro en el caso de que la presi3n que se ejerza sea superior a la que se necesita. La compuerta se abre con toda la presi3n de aire, permitiendo así la salida y evitando la sobrepresi3n en la línea de aire, por motivos de diseños y recomendaci3n del t3cnico electromecánico encargado, se establece las dimensiones de un dámper estándar basándose en la medida de la rejilla antes establecida ver Anexo 18.

- Tamaño: 10" x 10"
- Fabricaci3n: Marcos y aletas de aluminio extruido
- Temperatura de trabajo -20 C/+80 C
- Distancia entre aletas: 100 mm

- Sistema de engranes-alojado dentro del marco lateral
- Material de acuerdo a los estándares (VDI6022/ROHS)
- Marca recomendada: Soler&Palao

Diseño del sistema de control y protección de la presurización

Al BOXPRES se lo define como un cuadro de control, que se encarga de cumplir con las máximas exigencias requeridas por el cliente, simplifica al máximo el trabajo del instalador encargado. (SODECA, n.d.), el fabricante también establece las partes que incluye el cuadro de control y son las siguientes:

- Variador de frecuencia programado a 50 Pa
- Led de línea y fallo
- Sonda de presión diferencial
- Pulsador de chequeo
- Magneto térmico

Tabla 11

Modelo de BOXPRES

Modelo	Potencia kW	Alimentación (V/Hz)	Salida (V/Hz)	Intensidad salida (A)	Tamaño	Medidas (largo x ancho x fondo)
BOXPRES KIT-3A 230Vac	-	230 Vac II	230 Vac II	3	-	255 x 170 x 140 mm
BOXPRES KIT-10A 230Vac	-	230 Vac II	230 Vac II	10	-	255 x 170 x 140 mm
BOXPRES KIT-0,75kW 230Vac	0,75	230 V II / 50Hz	230 V III / 50Hz	4,3	1	270 x 270 x 170 mm
BOXPRES KIT-1,5kW 230vac	1,5	230 V II / 50Hz	230 V III / 50Hz	7	1	270 x 270 x 170 mm
BOXPRES KIT-0,75KW 400Vac	0,75	400 V III / 50Hz	400 V III / 50Hz	2,2	1	270 x 270 x 170 mm
BOXPRES KIT-1,5KW 400Vac	1,5	400 V III / 50Hz	400 V III / 50Hz	4,1	1	270 x 270 x 170 mm
BOXPRES KIT-2,2KW 400Vac	2,2	400 V III / 50Hz	400 V III / 50Hz	5,8	2	360 x 360 x 205 mm

Nota. El modelo de BOXPRES se realiza mediante los parámetros de potencia que se estableció en la tabla del Kit Sobrepresión del catálogo de SODECA.

Figura 12

Boxpres seleccionado

Prensaestopas de entrada cable a equipo Tamaño 1



Nota. El modelo de BOXPRES seleccionado el KIT 0,75 kW, el modelo es del fabricante SODECA y viene incluido en el Kit de Sobrepresión.

Sensor de humos

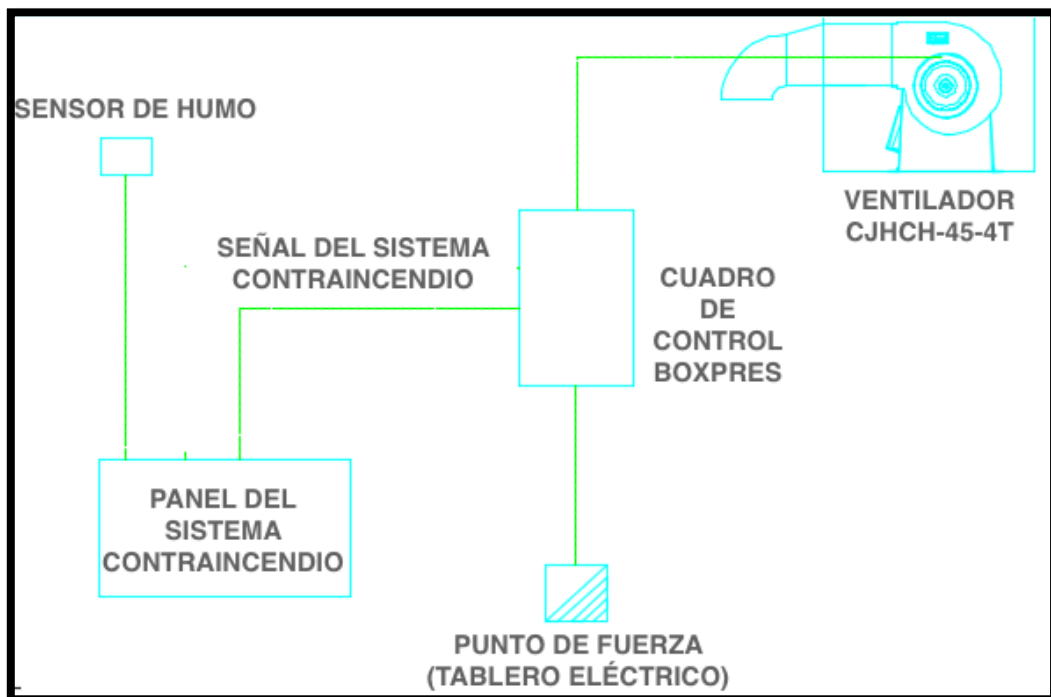
El sensor de humo es un elemento que da a conocer de la existencia de humo en el área donde se encuentra ubicado, avisando así la posibilidad de un incendio. El edificio ya cuenta con detectores de humo en todo el edificio, este envía la señal

directa al sistema contraincendios, se empleará el mismo sistema para la conexión al sistema de presurización de escaleras.

Diagrama de conexión del sistema de presurización con el sistema contra incendio

Figura 13

Diagrama de conexión del sistema de presurización con el sistema contra incendio



Nota. El modelo de BOXPRES seleccionado es el KIT 0,75 kW, el modelo es del fabricante SODECA y viene incluido en el Kit de Sobrepresión.

Resultados esperados

Con la realización del diseño del sistema de presurización para escaleras de evacuación, se procedió a evaluar de nuevo la normativa, mediante un checklist,

este se llevó a cabo el los requerimiento del sistema de presurización, la última sección que es donde se enfocó el proyecto.

Tabla 12

Requerimientos del sistema de presurización (Resultados)

REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE PRESURIZACIÓN				
REQUISITOS	CUMPLIMIENTO			OBSERVACIONES
	SI	NO	N/A	
Sistema de presurización diseñado de acuerdo a normas nacionales o internacionales	SI			
El sistema de presurización cuenta con un certificado correspondiente a la instalación y pruebas		NO		El sistema de presurización está diseñado en base a la normativa correspondiente y posterior a su aplicación, está listo para una certificación
El sistema de presurización se activa junto con el sistema de detección y alarmas de incendio	SI			
PORCENTAJE	66,0%	33,0%	0,0%	

Nota. La tabla presenta los resultados de los requisitos del sistema de presurización una vez concluida la propuesta, donde se obtienen los resultados del 66% de cumplimiento

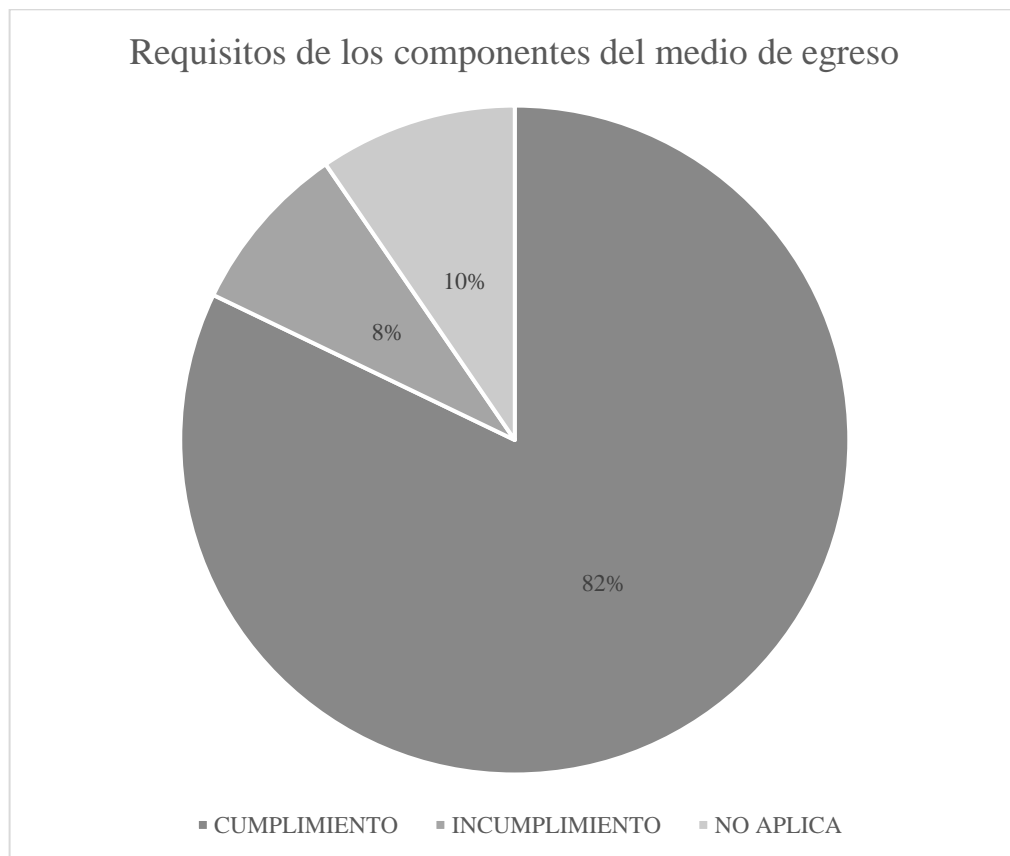
Tabla 13*Requisitos de los componentes del medio de egreso (Resultados)*

Requisitos de los componentes del medio de egreso			
Requerimientos	Cumplimiento	Incumplimiento	No aplica
Dimensiones de las puertas	100%	0,0%	0,0%
Requerimientos de las puertas	72,7%	0,0%	27,3%
Dimensiones de las escaleras de emergencia	100%	0,0%	0,0%
Requerimientos de las escaleras de emergencia	83,3%	16,7%	0,0%
Requerimientos de la baranda de protección y pasamanos	70,0%	0,0%	30,0%
Requerimientos del sistema de presurización	66,0%	33,0%	0,0%
Total de porcentaje	82%	8%	10%

Nota. La tabla presenta los resultados de los requisitos de los componentes del medio de egreso, donde se evidencia un 82% de cumplimiento con lo establecido por la norma vigente.

Figura 14

Gráfico de los requisitos de los componentes de medio de egreso (Resultados)



Nota. El gráfico de pastel presenta los resultados de los requisitos de los componentes del medio de egreso, donde se evidencia un 82% de cumplimiento con lo establecido por la norma.

Los resultados arrojan los datos que; Los requisitos de los componentes de medio de egreso pasan de 71% de cumplimiento a 82%, mientras que el incumplimiento pasó de 19% a 8%.

El 16,7% de incumplimiento se debe a la falta de señalización en los cambios de nivel de la escalera; aspecto que se deberá llevar a cabo una vez que esté

implementado el sistema de presurización, mediante el establecimiento de señalética vertical (pictogramas). En lo referente al 33% que queda por cumplir en el sistema de presurización se requiere que una vez implementado este sistema debe ser verificado por el Cuerpo de Bomberos de la ciudad de Quito, respondiendo a lo estipulado la norma UNE EN 12101-6-2006.

Cronograma de Implementación

Tabla 14

Cronograma de implementación

ACTIVIDAD	Semana de inicio	Duración (semanas)	PERIODO																			
			S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20
Presentación de la propuesta	1	1	■																			
Aprobación del proyecto por parte de los dueños del edificio	2	1	■	■																		
Adquisición de los equipos y materiales del sistema	3	2			■	■																
Preliminares para la elaboración del sistema	5	1					■															
Suministro e instalación de ductos	6	4					■	■	■	■	■											
Instalación Electromecánica	9	4									■	■	■	■								
Puesta en marcha pruebas y ajustes	13	4												■	■	■	■					
Evaluación de resultados	25	2																■	■			

Análisis de costos

Costo de la implementación del sistema de presurización de escaleras en un edificio residencial

Para determinar el costo del proyecto se realizó la cotización de todos los elementos, materiales y equipos que se van a utilizar para el diseño del sistema de presurización.

Tabla 15

Análisis de costos

Descripción	Cant.	C. Unitario	C. Total
KIT Sobrepresión	1	2131,65	2131,65
Suministro e instalación de ductos			
• Fabricación del sistema de ductos	1	1000	1000
• Dámpen barométrico	15	18	270
• Rejillas	15	11	165
• Instalación de dámpen y rejillas	1	500	500
• Montaje e instalación del sistema	1	300	300
Instalación Electromecánica			
• Instalación de equipos de ventilación	1	550	550
• Montaje de equipo (anclajes y soportería)			
• Conexión eléctrica de control y fuerza			

-
- Puesta en marcha, pruebas y ajustes

Otros

- | | | | |
|---|---|-----|-----|
| • Transporte, personal, materiales, herramientas y equipos de protección personal | 1 | 200 | 200 |
|---|---|-----|-----|

TOTAL

5116,65

Nota. Como resultado del análisis de costo se obtiene la información de que el costo total del sistema de presurización de escaleras es de \$5116,65.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Una vez realizada la visita in situ del edificio se concluye que las puertas implementadas son de armazones de acero, además este inmueble cuenta con escaleras de evacuación; una vez aplicado el checklist de acuerdo con lo que solicita la norma RTQ 5/2021 se tiene un 71% de cumplimiento, un 19% de incumplimiento y un 10% que no aplica al edificio, también se identificó que el edificio cuenta con un espacio destinado a un futuro proyecto de implementación de un sistema de presurización.
- Para el establecimiento de los parámetros se elaboró la casa de la calidad con el tipo de las alternativas existentes donde el resultado fue un sistema de presurización de clase C. La norma EN UNE 12101-6 solicita el cumplimiento de parámetros para el sistema de presurización, consideraciones que a continuación se detalla con los siguientes valores: Caudal a puertas abiertas de $6.911,73 \text{ m}^3/h$ y Caudal a puertas cerradas de $4.753,89 \text{ m}^3/h$, entre los dos valores se seleccionó el más alto para dimensionar el ventilador.
- Para determinar el proceso de activación del sistema de presurización se seleccionaron los elementos para la implementación, en este caso fue el BOXPRES que viene incluido en el KIT de Sobrepresión; el edificio ya

cuenta con un sistema contraincendios por lo que es necesario conectar la señal del sistema contra incendio al BOXPRES para que se active al detectar señales de humo y por ende se cumpla como un medio de evacuación seguro y con condiciones de aire favorables para los habitantes del edificio.

Recomendaciones

- Realizar la señalética de los cambios de nivel en descansos, que se encuentra establecido en los requisitos de la norma, con pictogramas que instruyan a los habitantes del edificio y faciliten su evacuación de manera segura con el fin de reducir el porcentaje de incumplimiento en la evaluación de la RTQ 5/2021 y llegar a cumplir con más del 85% de cumplimiento.
- Complementar el análisis del sistema de presurización con el cálculo de los materiales, la resistencia, las pérdidas por la fricción del aire, el coeficiente de pérdidas en codos, el coeficiente de pérdidas en rejillas, para seleccionar la estructuración del sistema de ductos con todos los parámetros mencionados.
- Elaborar un diagrama eléctrico de conexiones con los parámetros establecidos por el técnico encargado de la obra, donde se detalle el funcionamiento del sistema de presurización con el sistema contraincendios, estableciendo los materiales a utilizar y la ejecución de la parte eléctrica para complementar el diseño del sistema de presurización de escaleras.

BIBLIOGRAFÍA

- Acrota Canahuire, A. L. (2021). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE ESCALERAS PRESURIZADAS DE EMERGENCIA POR INYECCIÓN MECÁNICA DE AIRE, APLICADO EN LA CONSTRUCCIÓN DEL HOSPITAL MATERNO INFANTIL – JULIACA. 051, 363543.*
- Alteco, C. (n.d.). *Matriz de Priorización*. <https://www.aiteco.com/matriz-de-priorizacion/>
- Bomberos-Quito. (2021). *Bomberos Quito historia*. <https://www.bomberosquito.gob.ec/quienes-somos/>
- Bonilla Martíne, M. A., & Velarde Velásquez, P. D. R. (2008). *PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN VÍAS DE EVACUACIÓN MEDIANTE PRESURIZACIÓN EN EDIFICIOS Y LOCALES PÚBLICOS EN LA CIUDAD DE QUITO [ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL]*. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/917/1/CD-1765%282008-11-05-11-18-49%29.pdf>
- Children's Health Standfort, C. (2021). *Seguridad contra Incendios y Quemaduras - Estadísticas de Lesiones y Tasas de Incidencia*. <https://www.stanfordchildrens.org/es/topic/default?id=seguridadcontraincendiosyquemaduras-estadsticadelesionesytasasdeincidencia-90-P06071>
- Cruz Ojeda, L. A. R. (2017). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN DE AIRE PARA PRESURIZACIÓN DE ESCALERAS DE EMERGENCIA DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL DE ONCE PISOS [UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO]*. https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1460/1/TL_CruzOjedaLuis.pdf

- Friotemp. (2018). *PRESURIZACIÓN de Escaleras en Lima - Perú*.
<https://www.friotemp.com.pe/presurizacion-de-escaleras.html>
- Fundación Mapfre, A. (2019). *Víctimas de incendios en España 2019*. 59.
https://www.tecnifuego.org/recursos/arxius/20201217_11062020_Estudio_victimas_incendios_en_2019_APTB_y_MAPFRE.pdf
- Garza Ríos, R., & González Sánchez, C. (2014). Selección de alternativas críticas aplicando un enfoque multicriterio. *Dyna*, 81(188), 125–130.
- IONOS. (2020). *La casa de la calidad (House of Quality) en el desarrollo de productos*.
<https://www.ionos.es/digitalguide/online-marketing/analisis-web/house-of-quality/>
- ISOTools. (2018). *¿Qué es un checklist y cómo se debe utilizar?*
<https://www.isotools.org/2018/03/08/que-es-un-checklist-y-como-se-debe-utilizar/>
- Klote H., J. (2016). *in Buildings*. 470(2168), 1–14.
https://www.nemiconline.org/wp-content/uploads/2017/04/ICBJournal_Spring2016_V08.pdf
- Moncada, J. (2020). *Reevaluando los sistemas de presurización de escaleras*.
<https://www.ventasdeseguridad.com/2020060112109/articulos/enfoques-miscelaneos/reevaluando-los-sistemas-de-presurizacion-de-escaleras.html>
- Oré Arriola, W. R. (2019). *INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE PRESURIZACIÓN DE ESCALERAS DE EMERGENCIA PARA LA EVACUACION DE USUARIOS DEL EDIFICIO TORRE DEL PARQUE EN SAN ISIDRO-LIMA*. In *UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR FACULTAD* (Vol. 1).
 file:///Users/mac/Downloads/Oré_Walter_Trabajo_de_Suficiencia_2019.pdf
- Rtq. (2021). *Regla técnica metropolitana rtq 2021*.
- SODECA. (n.d.-a). *KIT SOBREPRESIÓN*.

https://www.sodeca.com/repository/documentos/ES/FO32_KIT_SOBREPRESSION_2016ES.pdf

SODECA. (n.d.-b). *Sistemas De Control De Presurización* (p. 24). SODECA. http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Ingenie/shuan_lj/cap3.PDF

SOBREPRESIÓN DE 3 ESCALERAS DE ACCESO A UN APARCAMIENTO Y SUS VESTÍBULOS, (2013). <https://statics.solerpalau.com/media/import/documentation/cp43.pdf>

SOBREPRESIÓN DE UNA CAJA DE ESCALERAS Y UN VESTÍBULO DE UN HOTEL DE 5 PLANTAS, (2013). <https://statics.solerpalau.com/media/import/documentation/cp45.pdf>

Soler&Palau. (2020). *¿Qué es un sistema de presurización de escaleras? Características y normativa*. <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/sistema-presurizacion-escaleras/>

UNE-EN 12101-6, 2006. (2006). *UNE-EN 12101-6:2006*.

ANEXOS

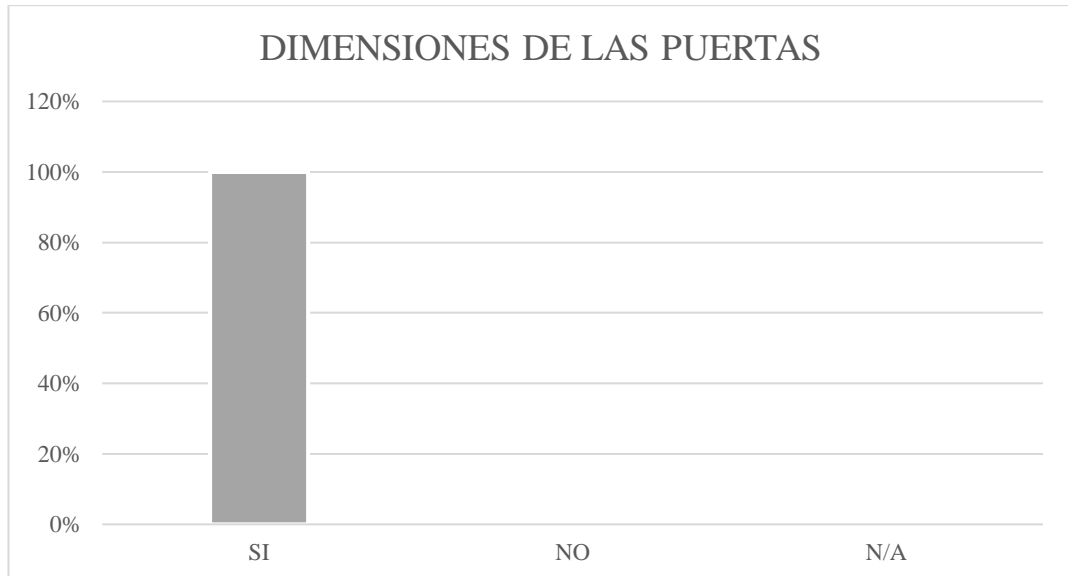
Anexo 1

Dimensiones de las puertas de las escaleras de evacuación

DIMENSIONES DE LAS PUERTAS				
REQUISITOS	CUMPLIMIENTO			OBSERVACIONES
	SI	NO	N/A	
El ancho mínimo (tanto de acceso a la salida, como de descarga de la salida) es de 0.86 m.	SI			El ancho de la puerta es de 1.06 m.
La holgura entre la hoja de la puerta y el piso es menor o igual a 6.4 mm.	SI			La holgura entre la hoja de la puerta y el piso es de 5 mm.
El giro de la puerta es mínimo de 90°.	SI			El giro de la puerta es de 90°
La proyección al abrir ocupa la mitad o menos de la vía de egreso.	SI			La proyección ocupa la mitad de la vía de egreso
Al abrirse totalmente sobresale menos o igual a 18 cm en el ancho del medio de egreso.	SI			Sobresale 16.5 cm en el ancho del medio de egreso
PORCENTAJE	100%	0%	0%	

Anexo 2

Gráfico de las dimensiones de las puertas de las escaleras de evacuación



Anexo 3

Requerimientos de las puertas de las escaleras de evacuación

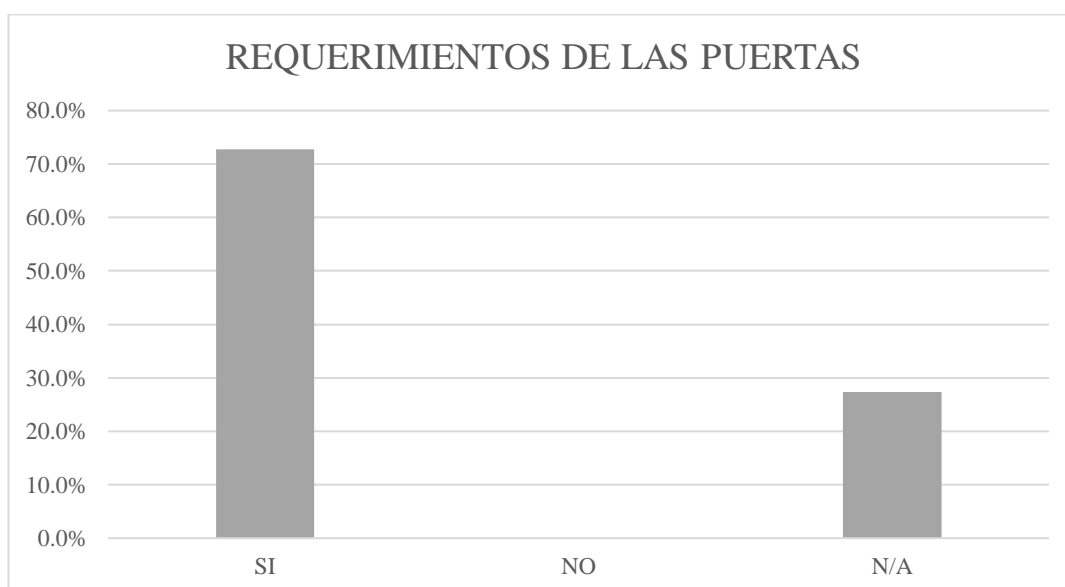
REQUERIMIENTOS DE LAS PUERTAS				
REQUISITOS	CUMPLIMIENTO			OBSERVACIONES
	SI	NO	N/A	
Cuenta con certificación y placa de identificación.	SI			Cuenta con una certificación que se encuentra en proceso
Cuenta con umbrales cortahumos.	SI			

Cuenta con apertura de la puerta desde las escaleras.	SI	La puerta también se puede abrir desde las escaleras
Evita estar bajo llaves todo el tiempo.	SI	Nunca se encuentran con llave
Dispone de un equipo autocerrante.	SI	
Se ubica de modo que el camino del recorrido de egreso sea obvio y directo.	SI	
Barras anti pánico en dirección a la evacuación de usos simple y ubicadas entre 0.75 y 1.10 metros por encima del nivel del piso.	SI	Las barras anti pánico se encuentran a 1.00 m por encima del nivel del piso
En puertas con pestillos, se evita colocar el pestillo mientras se encuentran ocupadas.		N/A Las puertas no cuentan con pestillos
En puertas con control de acceso electrónico, la evacuación se realiza sin la utilización de códigos, tarjetas u otros dispositivos.		N/A Las puertas no cuentan con control de acceso electrónico
En puertas que se activan mediante energía, se cuenta con apertura manual en caso de fallo eléctrico.		N/A Las puertas no se activan mediante energía

Las puertas que dan acceso a la salida y descarga que se encuentran protegidas con herrajes, se abren desde adentro de forma fácil.	SI			El herraje cuesta un poco de trabajo para su apertura, pero no requiere de ninguna herramienta adicional
PORCENTAJE	72,7%	0,0%	27,3%	

Anexo 4

Gráfico de requerimientos de las puertas de las escaleras de evacuación



Anexo 5 Dimensiones de las escaleras de evacuación

DIMENSIONES DE LAS ESCALERAS DE EMERGENCIA				
REQUISITOS	CUMPLIMIENTO			OBSERVACIONES
	SI	NO	N/A	
Ancho mínimo de escaleras existentes (internas y	SI			El ancho de las escaleras es de 1.5 m

externas) aforo superior a 120 personas 1.2 m.

Altura de contrahuella de SI escaleras existentes entre 0.1 y 0.2 m.	La altura de contrahuella es de 0.165 m
--	---

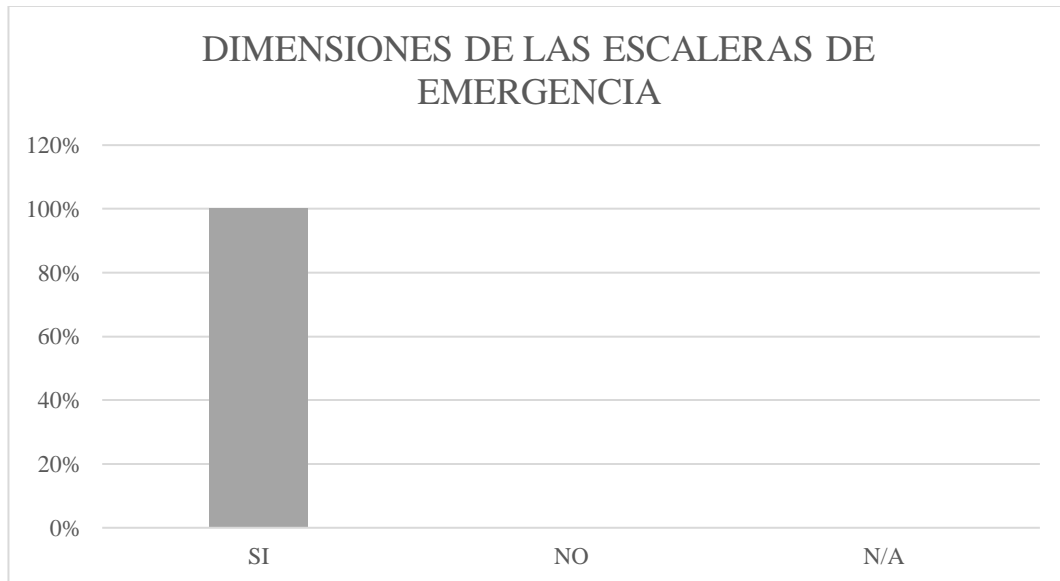
Profundidad mínima de la SI huella de escaleras existentes 0.25 m.	La profundidad de la huella es de 0.27 m
--	---

Altura libre mínima de SI escaleras existentes 1.8 m.	La altura libre es de 2.53 m
--	---------------------------------

PORCENTAJE	100%	0%	0%
-------------------	-------------	-----------	-----------

Anexo 6

Gráfico de dimensiones de las escaleras de evacuación



Anexo 7 Requerimientos de las escaleras de evacuación

REQUERIMIENTOS DE LAS ESCALERAS DE EMERGENCIA

REQUISITOS	CUMPLIMIENTO			OBSERVACIONES
	SI	NO	N/A	
Cuenta con iluminación de emergencia	SI			
Escalones y pisos de material antideslizante, sólidos y libres de proyecciones o bordes	SI			
Los escalones y descansos se encuentran libres de proyecciones o bordes	SI			
Todo cambio de nivel en descansos se encuentra señalizado		NO		No existe señalización en los cambios de niveles
El ancho de la huella se mantiene igual en todos los escalones	SI			
Se encuentran ubicadas de forma estratégica, dentro del área de construcción	SI			
PORCENTAJE	83,3%	16,7%	0,0%	

Anexo 8

Gráfico de requerimientos de las escaleras de evacuación



Anexo 9

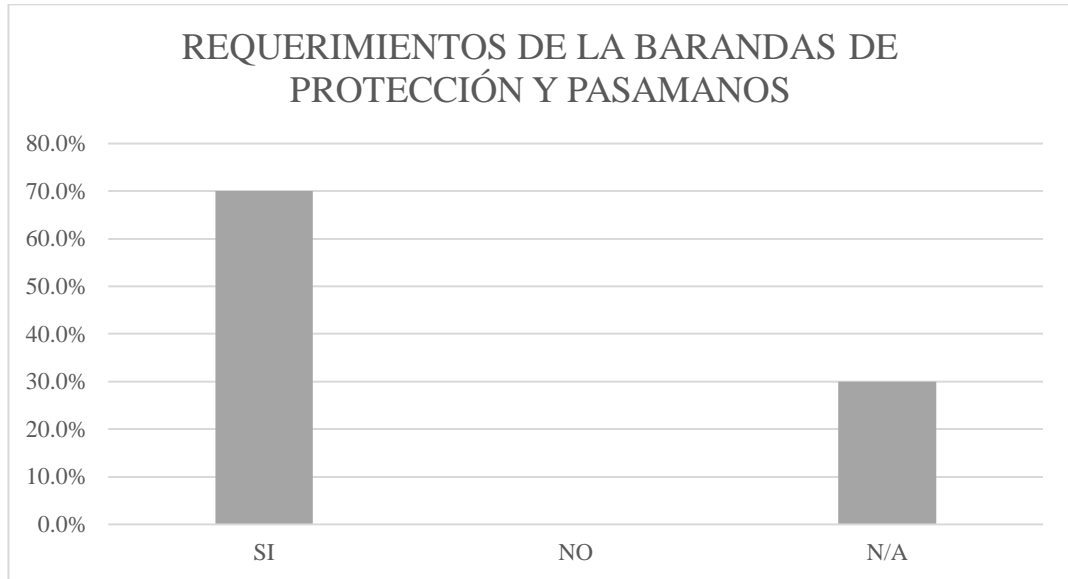
Requerimientos de las barandas de protección y pasamanos

REQUERIMIENTOS DE LAS BARANDAS DE PROTECCIÓN Y PASAMANOS				
REQUISITOS	CUMPLIMIENTO			OBSERVACIONES
	SI	NO	N/A	
Las barandas de protección, incluido el pasamanos, debe ser igual o menor de 0.9 m	SI			Las barandas de protección, incluido el pasamanos, se encuentran a 0.9 m

Pasamanos y barandas de protección no escalables por niños	SI	
Barandas de protección sin ningún punto de enganche	SI	
La separación libre de las barras de las barandas abiertas, son menor o igual a 10 cm	SI	La separación libre de las barras de las barandas abiertas es de 9 cm
Pasamanos con una proyección máxima de 11.4 centímetros desde la pared	SI	Los pasamanos tienen una proyección de 9.5 cm.
Los pasamanos son continuos y se ubican donde exista riesgo de caída	SI	
Barandas en caso de diferencias de nivel de piso, mayor o igual a 54 cm o tres escalones		N/A
Pasamanos al lado interno de las escaleras de emergencia	SI	
Escaleras o rampas de más de 2.7 metros de ancho con pasamanos intermedios		N/A
Las rampas mayores a 8% de pendiente requieren de pasamanos a ambos lados		N/A
PORCENTAJE	70,0%	0,0% 30,0%

Anexo 10

Gráfico de requerimientos de las barandas de protección y pasamanos



Anexo 11

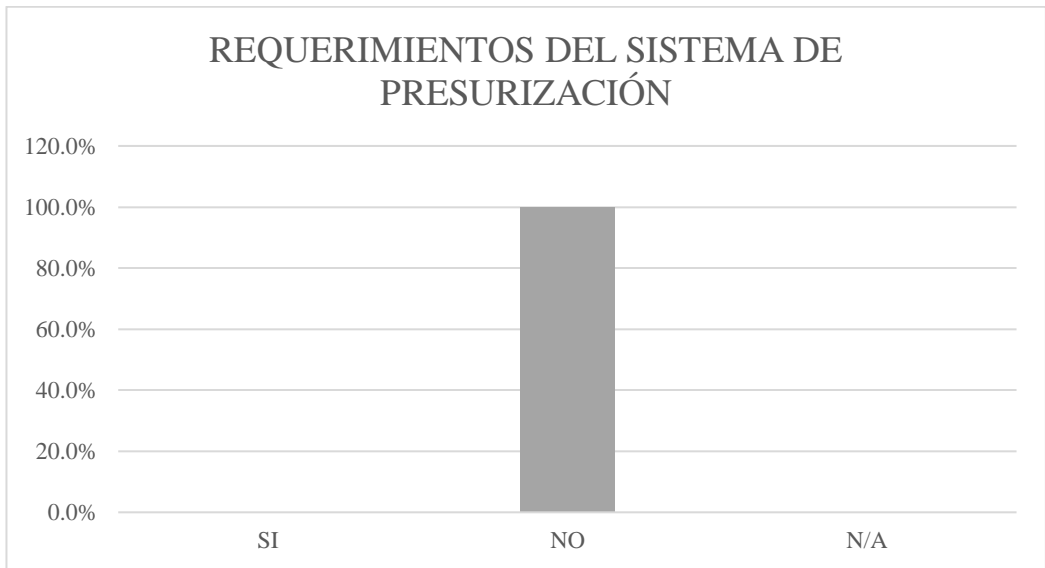
Requerimientos de sistema de presurización

REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE PRESURIZACIÓN				
REQUISITOS	CUMPLIMIENTO			OBSERVACIONES
	SI	NO	N/A	
Sistema de presurización diseñado de acuerdo a normas nacionales o internacionales		NO		Las escaleras de emergencia no cuentan con el diseño del sistema de presurización
El sistema de presurización cuenta con un certificado correspondiente a la instalación y pruebas		NO		Al no tener el diseño y la construcción del sistema de presurización,

		tampoco cuenta con un certificado de la instalación
El sistema de presurización se activa junto con el sistema de detección y alarmas de incendio	NO	El sistema de detección y alarmas de incendio no se activa con el sistema de presurización porque no tiene este último
PORCENTAJE	0,0%	100,0%
	0,0%	

Anexo 12

Gráfico de requerimientos de sistema de presurización



Anexo 13

Calificación de opciones por cada criterio

Calificación de opciones por cada criterio					
Generalidades	Clase B	Clase C	Clase D	Total	Peso relativo
Clase B		0,2	0,2	0,4	0,03
Clase C	5		0,2	5,2	0,33
Clase D	5	5		10	0,64
Total				15,6	1,00

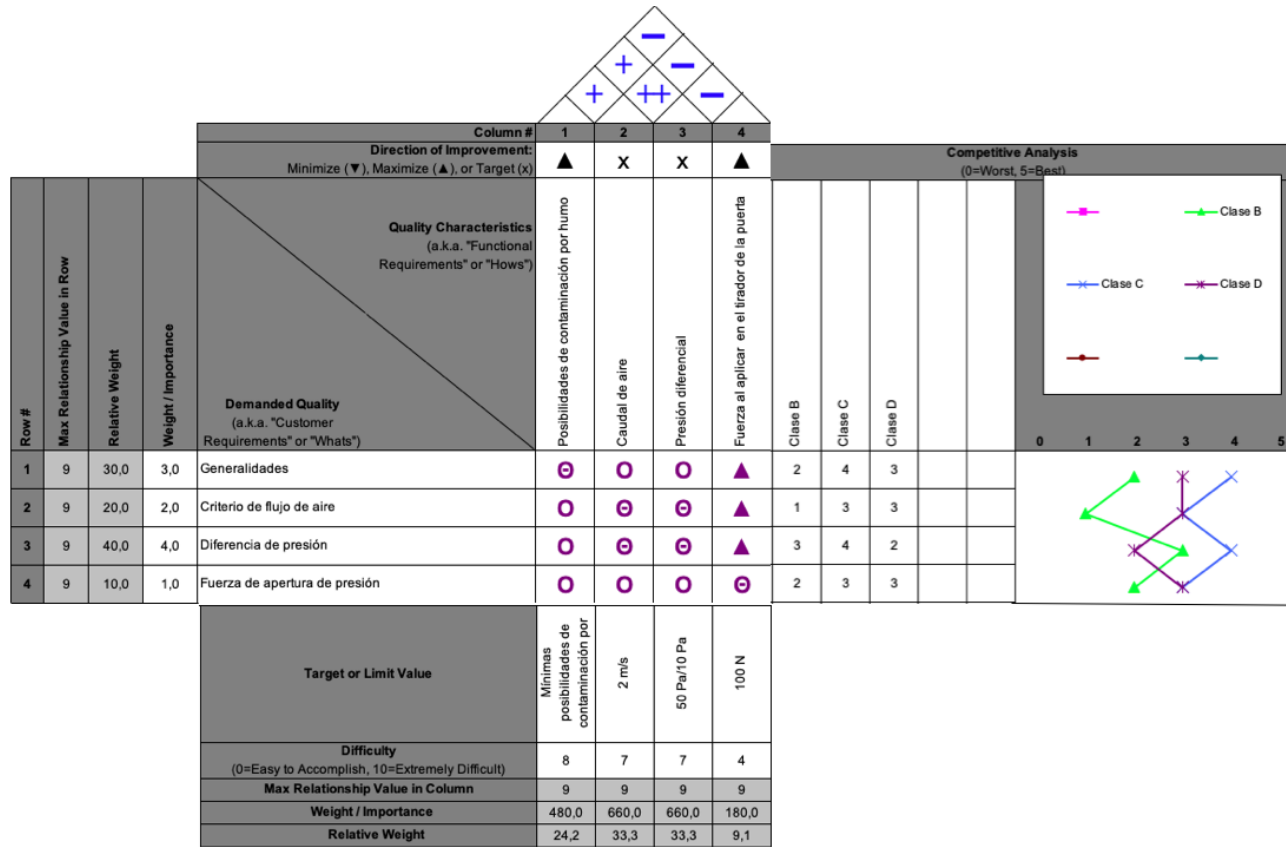
Criterio de flujo de aire	Clase B	Clase C	Clase D	Total	Peso relativo
Clase B		0,2	0,2	0,4	0,03
Clase C	5		5	10	0,64
Clase D	5	0,2		5,2	0,33
Total				15,6	1,00

Diferencia de presión	Clase B	Clase C	Clase D	Total	Peso relativo
Clase B		0,2	0,2	0,4	0,03
Clase C	5		5	10	0,64
Clase D	5	0,2		5,2	0,33
Total				15,6	1,00

Fuerza de apertura de puerta	Clase B	Clase C	Clase D	Total	Peso relativo
Clase B		5	5	10	0,64
Clase C	0,2		0,2	0,4	0,03
Clase D	0,2	5		5,2	0,33
Total				15,6	1,00

Anexo 14

Casa de la calidad



Anexo 15

KIT Sobrepresión

KIT SOBREPRESIÓN
KIT SOBREPRESIÓN

KIT SOBREPRESIÓN

El sistema de presurización de escaleras, vías de escape o de confinamiento, permite controlar de forma automática el caudal y mantener una presión diferencial de 50 Pa en una sola etapa, según norma UNE EN 12101-6-2006

KIT SOBREPRESIÓN DE ESCALERAS

- Kit sobrepresión de escaleras, formado por un cuadro de control (BOXPRES KIT) y unidades de impulsión (CJACH o CABO), para la presurización de las escaleras y rutas de escape. También disponible para impulsión por difusión (NEOLINEO) y CUBO.

KIT SOBREPRESIÓN CON VENTILADOR DE RESERVA

- Kit de sobrepresión con ventilador de reserva, formado por un cuadro de control (BOXPRES KIT B), que incorpora un sistema de conmutación automático para mantener la sobrepresión en caso de fallo del ventilador principal, y unidades de impulsión de aire con ventilador de reserva serie TWIN o CACHOPLUS.

BOXPRES

- Fácil instalación
- Solución compacta y autónoma
- Mantenimiento preventivo
- Fácil puesta en marcha
- Instalación segura y funcional

• El buen funcionamiento de los sistemas de presurización, dependiendo del buen diseño de los mismos, sino también de la buena instalación que realice el sistema, por lo que es de vital importancia contar con elemento de regulación calibrados y de precisión, que permitan simular las dos situaciones previstas en caso de incendio, de forma rápida y exacta.

• El cuadro de control BOXPRES, además de cumplir con las mismas exigencias, simplifica el mismo al trabajo del instalador.

Incluye:

- Selector de frecuencia programada a 50 Pa
- Fuente de presión diferencial
- Regulador térmico
- Led de funcionamiento
- Pulsador de chequeo

BOXPRES, es un equipo con todas sus conexiones entre sí realizadas y probadas:

- Listo para funcionar y desempeñar su función desde el control de la presión de la instalación
- Posibilidad de chequeo de la instalación para salir falso
- Solo se debe conectar líneas de alimentación, el ventilador de impulsión y la señal de incendio.

Los cuadros para equipos monofásicos incluyen:

- Regulador de tensión programada a 50 Pa
- Fuente de presión diferencial externa al equipo.

Características técnicas

Modelo	Alimentación	Salida	Unidad de impulsión	Caudal (m³/h)	Nivel sonoro (reducido) ** (dB(A))
KIT SOBREPRESIÓN BORN-1000-LED	230 Vac II	230 Vac II	NEOLINEO-200	1000	58
KIT SOBREPRESIÓN BORN-2300-LED	230 Vac II	230 Vac II	NEOLINEO-215	2300	47
KIT SOBREPRESIÓN BORN-2900-LED	230 Vac II	230 Vac II	CJACH-2900-04-1.0	2900	61
KIT SOBREPRESIÓN BORN-7100-LED	230 Vac II	230 Vac II	CJACH-65-4T-0.5	7100	55
KIT SOBREPRESIÓN BORN-7600-LED	230 Vac II	230 Vac II	CJACH-3333-6T-1.5	7600	55
KIT SOBREPRESIÓN BORN-15900-LED	230 Vac II	230 Vac II	CJACH-56-4T-1	15900	60
KIT SOBREPRESIÓN BORN-17000-LED	230 Vac II	230 Vac II	CJACH-65-4T-1.5	17000	61
KIT SOBREPRESIÓN BORN-7100-BOX	400 Vac II	400 Vac II	CJACH-65-4T-0.5	7100	55
KIT SOBREPRESIÓN BORN-7600-BOX	400 Vac II	400 Vac II	CJACH-3333-6T-1.5	7600	55
KIT SOBREPRESIÓN BORN-15900-BOX	400 Vac II	400 Vac II	CJACH-56-4T-1	15900	60
KIT SOBREPRESIÓN BORN-17000-BOX	400 Vac II	400 Vac II	CJACH-65-4T-1.5	17000	61
KIT SOBREPRESIÓN BORN-II-6240-BOX	400 Vac II	400 Vac II	TWIN-1212-6T-1.5	6240	59
KIT SOBREPRESIÓN BORN-II-9630-BOX	400 Vac II	400 Vac II	TWIN-19-15-6T-3	9630	54
KIT SOBREPRESIÓN BORN-II-15900-BOX	400 Vac II	400 Vac II	CJACHOPLUS-56-4T-1.04	15900	60
KIT SOBREPRESIÓN BORN-II-17000-BOX	400 Vac II	400 Vac II	CJACHOPLUS-65-4T-1.5-H	17000	61

SONDA TPDA SOBREPRESIÓN LOGICPLAY

SONDA TPDA MAM 523 P16

SONDA TPDA MAM 523 P14 LED

Modelo	Alimentación	Salida
BOXPRES KIT SA 230Vac	230 Vac II	230 Vac II
BOXPRES KIT UA 230Vac	230 Vac II	230 Vac II
BOXPRES KIT G 20W 230Vac	230 Vac II	230 Vac II
BOXPRES KIT L 20W 230Vac	230 Vac II	230 Vac II
BOXPRES KIT O 20W 400Vac	400 Vac II	400 Vac II
BOXPRES KIT S 20W 400Vac	400 Vac II	400 Vac II
BOXPRES KIT T 20W 400Vac	400 Vac II	400 Vac II
BOXPRES KIT II - 1 20W 400Vac	400 Vac II	400 Vac II
BOXPRES KIT II - 2 20W 400Vac	400 Vac II	400 Vac II

Dimensiones mm

CJACH

Modelo	Pa	C	Pd1
CJACH-4245-05	700	590	965
CJACH-6263	620	630	600

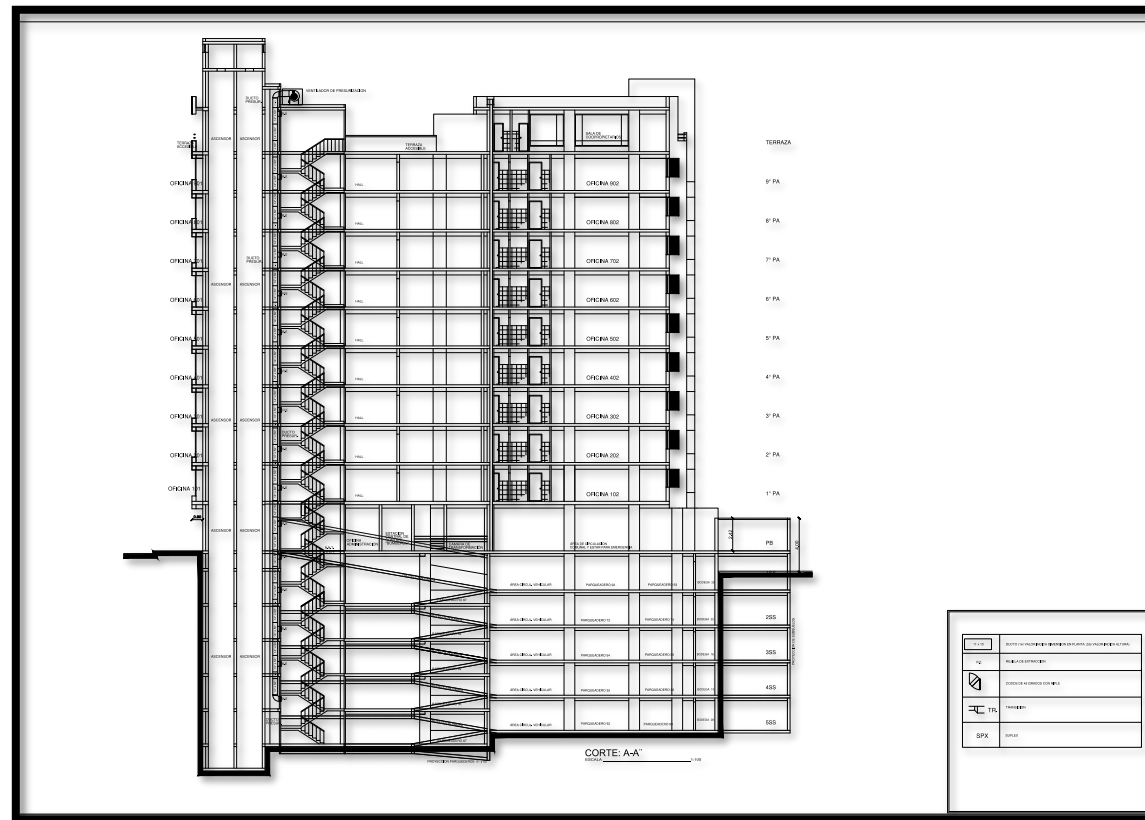
CABO

Modelo	Equip.	A	B	C	E	D1xD2	G1	L	K
CABO-3333	3012	650	690	700	80	550x630	370	350	400

124
125


Anexo 16

Plano del sistema de presurización



Anexo 17

Rejillas



L-R-A

HOW TO SELECT THE L-R-A SERIES


Step 1. Select maximum velocity for application from chart.

Step 2. Determine the CFM'S.

Step 3. Select size from performance chart for proper velocity and CFM'S.


APPLICATION	RECOMMENDED VELOCITY	
	MINIMUM MAXIMUM	
	MINIMUM	MAXIMUM
Breakfast Studios	300	500
Recording Studios		
Concerts Halls		
Residences	400	600
Apartments		
Legitimate Theaters		
Motion Picture	600	1000
Theaters Large		
Conference Rooms		
Hospitals		
Churches		
Libraries	800	1200
Private Offices		
Court Rooms		
Restaurants		
Generale Offices	1000	1500
Small Stores		
Large Stores		
Computers Rooms	1300	1800
Factories		

www.laminaire.net



L-R-A

L-R-A SERIES PERFORMANCE DATA



LISTED SIZE	EFFECT FRICTION AREA (SQ.FT.)	300 FPM											
		400 FPM	500 FPM	600 FPM	700 FPM	800 FPM	900 FPM	1000 FPM	1200 FPM	1400 FPM			
8 X 6	0.186	59	78	98	118	137	157	176	196	236	274		
10 X 6	0.329	99	132	165	197	230	263	296	329	390	461		
12 X 6	0.385	119	158	198	237	277	316	356	395	474	563		
10 X 8	0.439	132	176	220	263	307	351	395	439	527	615		
12 X 8	0.527	156	211	264	316	369	422	474	527	632	738		
10 X 10	0.549	165	220	273	325	384	439	494	549	659	769		
14 X 8	0.593	178	237	297	358	415	474	534	593	712	830		
14 X 8	0.614	184	248	307	368	430	491	553	614	737	860		
16 X 8	0.702	211	281	351	421	491	562	632	702	842	993		
12 X 12	0.790	237	308	386	474	553	632	711	790	948	1106		
16 X 12	1.053	318	421	527	632	737	842	948	1053	1264	1474		
20 X 10	1.070	329	439	549	659	769	878	987	1097	1316	1536		
18 X 12	1.185	358	474	593	711	830	949	1067	1185	1422	1659		
24 X 12	1.360	474	632	790	948	1106	1264	1422	1580	1896	2212		
18 X 18	1.776	523	711	899	1087	1245	1422	1600	1778	2124	2469		
30 X 12	1.875	693	790	988	1185	1383	1580	1778	1975	2370	2765		
24 X 18	2.370	711	948	1185	1422	1659	1896	2133	2370	2844	3318		
22 X 22	2.699	810	1090	1350	1620	1890	2160	2429	2699	3239	3779		
30 X 18	2.963	899	1195	1422	1778	2074	2370	2667	2963	3556	4148		
34 X 24	3.560	949	1284	1600	1896	2212	2508	2844	3160	3792	4424		
30 X 24	3.650	1185	1580	1975	2370	2765	3160	3556	3950	4740	5530		
36 X 24	4.740	1422	1896	2370	2844	3318	3792	4266	4740	5688	6636		
36 X 30	4.918	1651	1975	2469	2963	3457	3950	4444	4938	5926	6913		
STATIC PRESSURE		0.014	0.023	0.038	0.06	0.083	0.115	0.147	0.188	0.281	0.399		
NEGATIVE HO													
N.C.		20	25	30	35	40	45	50	55	60	65		

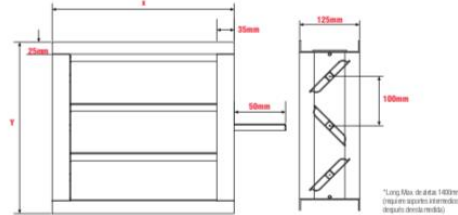
www.laminaire.net

Anexo 18

Dámpfer

Características TÉCNICAS

DIMENSIONES GENERALES



Área efectiva (ft²)	"X" LARGO DAMPER (in)										
	6	10	18	26	30	38	42	50	54	62	66
6	0.10	0.22	0.46	0.71	0.83	1.07	1.19	1.43	1.55	1.79	1.88
10	0.19	0.42	0.88	1.34	1.57	2.03	2.30	2.80	3.37	3.96	3.34
18	0.36	0.81	1.71	2.61	3.06	3.96	4.96	5.95	5.76	6.50	6.95
26	0.54	1.21	2.55	3.89	4.56	5.89	7.10	8.54	8.57	9.67	10.34
30	0.63	1.41	2.97	4.52	5.30	6.86	8.17	9.84	9.97	11.26	12.03
38	0.81	1.81	3.80	5.79	6.79	8.78	10.32	12.42	12.77	14.42	15.42
42	0.90	2.00	4.22	6.43	7.54	9.75	11.39	13.71	14.17	16.00	17.11
50	1.07	2.40	5.06	7.70	9.08	11.67	13.54	16.29	16.97	19.17	20.49
54	1.16	2.60	5.47	8.34	9.77	12.64	14.61	17.59	18.38	20.75	22.18
62	1.34	2.99	6.30	9.61	11.36	14.57	16.76	20.18	21.38	23.92	25.57
66	1.43	3.19	6.72	10.25	12.01	15.53	17.83	21.47	22.59	25.50	27.27



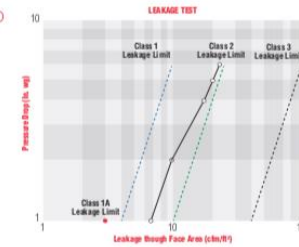
Soler y Palau S.A. de C.V. Certifica que los Dámpfer Estándar, han sido aprobados para operar con el sello de certificación AMCA. Los valores mostrados fueron obtenidos en procedimientos y pruebas de acuerdo a la publicación AMCA 511 y han cumplido con los requerimientos del programa de certificación AMCA. AMCA solo certifica datos técnicos sobre Air Performance and Air Leakage.

Soler y Palau S.A. de C.V. Certifies that the standard Damper shown herein is licensed to bear the AMCA Seal. The ratings shown are based on tests and procedures performed in accordance with AMCA Publication 511 and comply with the requirements of the AMCA Certified program. The AMCA Certified Rating Seal applies to Air Performance and Air Leakage rating only. Air Leakage is based on operation between temperatures of 0 - 40°C (32 - 100°F).

PRUEBAS DE DESEMPEÑO

DAMPFER ESTÁNDAR Control de flujo de aire.

Tipo de palas: **Opuestas.**
Orientación de las palas: **Horizontal.**
Número de Modelo: **55" x 36" x 5"**
Tamaño: **55" x 36" x 5"**
Área frontal: **13.75 in²**
Dirección del flujo: **Extracción.**
Torque aplicado: **79 lb-ft**
*Cálculo de presión probado bajo el estándar ANSI/AMCA 500-D-07, Figura 5.4.



Soler y Palau S.A. de C.V. Certifica que los Dámpfer Estándar, han sido aprobados para operar con el sello de certificación AMCA. Los valores mostrados fueron obtenidos en procedimientos y pruebas de acuerdo a la publicación AMCA 511 y han cumplido con los requerimientos del programa de certificación AMCA. AMCA solo certifica datos técnicos sobre Air Performance and Air Leakage.

Soler y Palau S.A. de C.V. Certifies that the standard Damper shown herein is licensed to bear the AMCA Seal. The ratings shown are based on tests and procedures performed in accordance with AMCA Publication 511 and comply with the requirements of the AMCA Certified program. The AMCA Certified Rating Seal applies to Air Performance and Air Leakage rating only. Air Leakage is based on operation between temperatures of 0 - 40°C (32 - 100°F).

DAMPFER ESTÁNDAR Control de Volumen.

Funcionamiento de la Ala: **Opuestas.**
Orientación de las palas: **Horizontal.**
Número de Modelo: **24" x 24" x 5"**
Tamaño: **24" x 24" x 5"**
Área frontal: **4 in²**
Dirección del flujo: **Extracción.**
Posición de las palas: **Abiertas.**
*Cálculo de presión fue probado bajo la normativa ANSI/AMCA Standard 500-D-07, Figura 5.3

