



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

**METODOLOGÍA PARA UNA AUDITORÍA O DIAGNÓSTICO
DE VULNERABILIDADES EN SEGURIDAD CONTRA
INCENDIOS EN EDIFICIOS RESIDENCIALES**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL

STEFFI JULY HESS ALBORNOZ

PROFESOR GUÍA:
MIGUEL ÁNGEL PÉREZ ARIAS

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
JORGE PULGAR ALLENDES
MARÍA LYS MANTEROLA MORDOJOVICH

SANTIAGO DE CHILE

2021

**RESUMEN DE LA MEMORIA PARA
OPTAR AL TÍTULO DE:** Ingeniera Civil
POR: Steffi July Hess Albornoz
FECHA: 12/01/2021
PROF. GUÍA: Miguel Ángel Pérez Arias

**METODOLOGÍA PARA UNA AUDITORÍA O DIAGNÓSTICO DE
VULNERABILIDADES EN SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN EDIFICIOS
RESIDENCIALES**

Una industria de la construcción en constante evolución donde otros aspectos además de la seguridad contra incendios son los principales impulsores del cambio, ha traído consigo un numeroso crecimiento de edificios altos en la última década, correspondientes a aquellos donde las áreas ocupadas se encuentran a más de 23 m de altura o aproximadamente 7 pisos.

Este tipo de edificios enfrenta grandes desafíos a nivel de seguridad contra incendios, debido a que la evacuación requiere de un periodo de tiempo considerable similar en orden de magnitud a los tiempos potenciales de falla estructural, por lo que se debe desarrollar una estrategia de seguridad que incorpore estos dos componentes principales: Desempeño del edificio y Estrategia de salida.

En este trabajo se estudian los requerimientos que deben satisfacer los edificios residenciales altos, mediante una revisión de la reglamentación nacional como internacional con el fin de establecer una estrategia para estos edificios que explique cada uno de los elementos a considerar y su contribución a la seguridad contra incendios.

Luego, en base a toda la información recaudada se desarrolla una metodología de revisión del cumplimiento de las exigencias definidas en la estrategia de seguridad a través de una lista de chequeo, que permite detectar vulnerabilidades de forma simple en edificios de este tipo.

Tabla de contenido

1. Introducción	1
1.1. Objetivos y Alcances	2
1.1.1. Objetivo General	2
1.1.2. Objetivos Específicos	2
1.2. Metodología	3
2. Marco Conceptual [1].....	4
2.1. Componentes del fuego.....	4
2.1.1. Combustible	4
2.1.2. Comburente	5
2.1.3. Energía de activación.....	5
2.1.4. Reacción en cadena.....	5
2.2. Tipos de fuegos	6
2.3. Transmisión de calor.....	6
2.4. Evolución de un incendio	7
2.5. Elementos que integran una estrategia de seguridad contra incendios. 8	
2.5.1. Reacción al fuego.....	10
2.5.2. Resistencia al fuego.....	10
2.5.3. Evacuación.....	10
2.5.4. Medidas de protección contra incendios	12
2.5.5. Compartimentación y manejo de humos	12
2.5.6. Sistemas de detección de incendio	13
2.5.7. Sistemas de lucha contra incendios	13

3. Normativa Chilena.....	15
3.1. Resistencia al fuego de elementos constructivos de edificios	15
3.2. Evacuación de ocupantes.....	17
3.2.1. Carga de ocupación	17
3.2.2. Altura mínima de las vías	18
3.2.3. Dimensionado de medios de evacuación.....	18
3.2.3. Distancias de recorrido.....	21
3.2.4. Señalización de emergencia	21
3.2.5. Sistema de alumbrado de emergencia.....	23
3.2.6. Plan de emergencia	23
3.3. Propagación interior.....	23
3.4. Propagación exterior.....	24
3.5. Reacción al fuego	24
3.6. Accesos a edificios	24
3.7. Sistemas de detección de incendios.....	25
3.8. Sistemas de lucha contra incendios	25
3.8.1. Red húmeda.....	25
3.8.2. Red seca	25
3.8.3. Red inerte.....	26
3.8.4. Extintores	26
3.8.5. Rociadores automáticos	27
3.8.6. Grifos.....	27
3.8.7. Estanques de agua.....	27
3.9. Sistemas de ventilación mecánica.....	28

3.9.1. Ductos de extracción de humo	28
3.9.2. Ductos de ventilación	28
3.10. Sistema de descarga de basura	28
4. Normativa Española.....	29
4.1. Propagación Interior	29
4.1.1. Compartimentación en sectores de incendio.....	29
4.1.2. Locales y zonas de riesgo especial	32
4.1.3. Espacios Ocultos.....	32
4.1.4. Reacción al fuego.....	33
4.2. Propagación Exterior	34
4.2.1. Medianerías y fachadas	34
4.2.2. Cubiertas	36
4.3. Evacuación de ocupantes.....	38
4.3.1. Cálculo de ocupación	38
4.3.2. Elementos de evacuación	38
4.3.3. Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación	42
4.3.4. Protección de las escaleras.....	44
4.3.5. Dimensionado de los medios de evacuación	44
4.3.6. Señalización de los medios de evacuación	46
4.3.7. Evacuación de personas con discapacidad.....	46
4.4. Instalaciones de protección contra incendios	46
4.5. Intervención de bomberos	48
4.6. Resistencia al fuego de la estructura.....	49
5. Normativa Estadounidense	51

5.1. Ocupación	51
5.2. Medios de egreso	54
5.2.1. Carga de ocupación	54
5.2.2. Elementos de los medios de egreso.....	55
5.2.3. Capacidad de los medios de egreso	63
5.2.4. Cantidad de medios de egreso.....	64
5.2.5. Disposición de los medios de egreso	65
5.2.6. Distancia de recorrido hasta las salidas	67
5.2.7. Iluminación	69
5.2.8. Señalización	70
5.2.9. Plan de emergencia.....	70
5.3. Protección contra incendios.....	71
5.4. Sistemas de protección contra humo.....	75
5.5. Sistemas de detección, alarma y extinción.....	76
5.6. Acabados interiores	78
5.6.1. Acabados interiores en muros y cielorrasos.....	78
5.6.2. Acabados para pisos	81
5.6.3. Contenidos y mobiliarios	82
6. Estrategia de seguridad contra incendios para edificios altos	84
6.1. Desempeño del edificio	84
6.1.1. Rendimiento estructural.....	85
6.1.2. Compartimentación horizontal y vertical.....	85
6.1.3. Reacción al fuego.....	85
6.1.4. Propagación del humo.....	86

6.2. Estrategia de salida	86
6.2.1. Cantidad y Dimensionamiento de medios de evacuación	86
6.2.2. Distancias de recorrido.....	87
6.2.3. Señalización e iluminación de emergencia.....	87
6.2.4. Plan de emergencia.....	87
6.3. Sistemas de detección, alarma y extinción	88
6.4. Intervención de bomberos	89
7. Comparación de exigencias de las distintas normativas.....	90
7.1. Desempeño del edificio	90
7.1.1. Resistencia estructural	90
7.1.2. Propagación Interior y Exterior	91
7.1.3. Reacción al fuego.....	92
7.1.4. Propagación del humo.....	93
7.2. Evacuación	94
7.2.1. Cantidad de medios de egreso.....	94
7.2.2. Dimensionamiento de medios de egreso	94
7.2.3. Disposición de medios de egreso.....	99
7.2.4. Distancias de recorrido.....	100
7.2.5. Señalización de emergencia	101
7.2.6. Sistemas de iluminación.....	102
7.2.7. Plan de emergencia.....	103
7.3. Sistemas de detección, alarma y extinción.....	104
7.3.1. Sistemas de detección	104
7.3.2. Sistemas de alarma y notificación	105

7.3.3. Sistemas de extinción y lucha contra incendios	105
7.4. Intervención de bomberos	109
8. Metodología de revisión de edificios en altura	110
9. Conclusiones	125
10. Bibliografía	128

Índice de tablas

Tabla 1: Tipos de fuegos	6
Tabla 2: Resistencia al fuego de elementos constructivos	16
Tabla 3: Clasificación de edificios habitacionales	17
Tabla 4: Carga de ocupación	18
Tabla 5: Dimensionamiento Escaleras.....	19
Tabla 6: Distancias máximas de recorrido	21
Tabla 7: Clasificación de señalización	22
Tabla 8: Requisitos de señalización.....	22
Tabla 9: Condiciones de compartimentación en sectores de incendio	30
Tabla 10: Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio	31
Tabla 11: Clasificación de zonas de riesgo especial integrados en edificios	32
Tabla 12: Especificaciones de las zonas de riesgo especial	32
Tabla 13: Clases de reacción al fuego de los elementos constructivos	33
Tabla 14: Distancia de separación entre fachadas de edificios	34
Tabla 15: Clase de reacción al fuego de fachadas	35
Tabla 16: Distancia y altura de zonas con resistencia menor a EI 60.....	37
Tabla 17: Carga de ocupación.....	38
Tabla 18: Número de salidas de planta y longitud de recorridos de evacuación	43
Tabla 19: Protección de las escaleras	44
Tabla 20: Dimensionado de los elementos de evacuación	45
Tabla 21: Dotación de instalación de protección contra incendios.....	47
Tabla 22: Condiciones para facilitar la intervención de bomberos.....	48
Tabla 23: Resistencia al fuego de elementos estructurales.....	49
Tabla 24: Resistencia sectores de riesgo especial	49
Tabla 25: Separación mínima requerida entre ocupaciones (en horas).....	52
Tabla 26: Factores de ocupación.....	54

Tabla 27: Criterios dimensionales de escaleras.....	56
Tabla 28: Anchos mínimos de escaleras	57
Tabla 29: Dimensiones de rampas [mm]	61
Tabla 30: Factores de capacidad.....	64
Tabla 31: Cantidad mínima de medios de egreso por carga de ocupantes	65
Tabla 32: Límites de recorrido de medios de egreso	69
Tabla 33: Resistencia al fuego en horas para edificios Tipo I a V.....	72
Tabla 34: Altura y área permitida por tipo de construcción	73
Tabla 35: Protección de áreas riesgosas.....	74
Tabla 36: Exigencia al fuego según uso	78
Tabla 37: Clasificación de acabados interiores.....	78
Tabla 38: Requisito de materiales textiles y vinilo expandido	80
Tabla 39: Requisitos de plásticos celulares	81
Tabla 40: Flujo radiante crítico.....	82
Tabla 41: Requisitos de materiales de acabados de piso.....	82
Tabla 42: Requisitos de muebles tapizados	83
Tabla 43: Comparación resistencias estructurales	90
Tabla 44: Comparación de factores de carga de ocupación.....	94
Tabla 45: Distancias de recorrido por países.....	100
Tabla 46: Distancias máximas pasillos en fondo de saco	100
Tabla 47: Características de iluminación para cada país.....	102

1. Introducción

Los edificios residenciales en altura, considerando como tal los que posean 7 pisos o más, deben cumplir con una serie de exigencias de seguridad contra incendios con el objetivo de salvaguardar la vida de las personas, reducir el riesgo de incendio al mínimo, controlar su avance y expansión a otros sectores y facilitar una rápida evacuación en caso de ser necesario.

Para ello se deben considerar distintos aspectos dentro de los que se encuentran la resistencia al fuego estructural, con el fin de evitar un colapso parcial o total de la estructura que pueda ocasionar el bloqueo de las vías de evacuación, el dimensionamiento de los medios de egreso como puertas, escaleras, pasillos, etc. previniendo la creación de cuellos de botella, las distancias máximas de recorrido hasta las salidas minimizando la posibilidad de que se vean obstruidas antes de ser usadas, la iluminación y señalización de emergencia para asegurar condiciones de visibilidad e identificación del recorrido, los sistemas de detección y extinción adecuados, red húmeda, red seca, red inerte, etc.

En Chile, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) a través de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) establece los requerimientos de protección contra incendios que deben satisfacer este tipo de edificios por ley. Además, existen una serie de normas desarrolladas por el instituto nacional de normalización (INN) que pueden consultarse para una revisión más detallada de algunos puntos mencionados en la OGUC, junto con el reglamento de instalaciones domiciliarias de agua potable y de alcantarillado (RIDAA).

Sin embargo, la reglamentación chilena no dispone de una estrategia clara de seguridad a implementar en caso de incendio, sino que únicamente de requisitos mínimos que deben ser cumplidos. Por el contrario, esta estrategia se encuentra bien definida en normativas internacionales como la NFPA 101 de Estados Unidos o el Código Técnico de Edificación (CTE) de España.

En el presente informe se estudian en detalle la normativa nacional como las internacionales mencionadas anteriormente, con el fin de identificar los aspectos más relevantes incluidos en la estrategia de seguridad de cada país y organizarlos según grado de importancia. Luego, a partir del trabajo realizado se desarrolla una metodología para la revisión de edificios residenciales basada en la sumatoria de las reglamentaciones analizadas, la cual permita evaluar el grado de seguridad contra incendios del edificio entregando una calificación de desempeño que diferencie entre incumplimiento y vulnerabilidad.

1.1. Objetivos y Alcances

1.1.1. Objetivo General

El objetivo general de este trabajo de título consiste en el desarrollo de una metodología para la revisión de edificios residenciales altos basada en la sumatoria de las reglamentaciones analizadas de distintos países, la cual permita calificar el nivel o grado de seguridad contra incendios de este tipo de edificios.

1.1.2. Objetivos Específicos

Dentro de los objetivos específicos que se desprenden de este trabajo se encuentran:

- Determinar los requerimientos de protección contra incendios según reglamentación nacional e internacional, específicamente la NFPA 101 (Estados Unidos) y el Código Técnico de edificación (España).
- Establecer una estrategia de seguridad apropiada para edificios residenciales en altura, a partir del análisis efectuado de las reglamentaciones.
- Definir el grado de importancia de cada aspecto de la estrategia elaborada, de acuerdo con su impacto y aporte a la protección contra incendios.
- Establecer el procedimiento para la revisión de cada uno de los puntos definidos en la estrategia, que distinga entre incumplimiento y vulnerabilidad.

1.2. Metodología

Este documento se desarrolla de acuerdo con el siguiente plan de trabajo:

- Se realiza una revisión de la reglamentación nacional específicamente el capítulo 3 del Título 4: De la Arquitectura, de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) junto con algunas de las normas mencionadas en dicho capítulo y el reglamento de instalaciones domiciliarias de agua potable y alcantarillado (RIDAA), con la finalidad de establecer los requerimientos mínimos que deben satisfacer los edificios residenciales en Chile.
- Se analiza la reglamentación existente en países desarrollados como España y USA, por medio del Código técnico de la Edificación (CTE) y de la NFPA 101 respectivamente, identificando los aspectos más relevantes incluidos en la estrategia de seguridad de cada país.
- Se enumeran requisitos a partir del análisis realizado en los puntos anteriores, con el fin de definir una estrategia de seguridad apropiada para edificios chilenos ordenada según grado de importancia.
- Se desarrolla una metodología para evaluar el cumplimiento de los requerimientos de la estrategia de seguridad definida previamente, con el propósito de generar una herramienta de uso simple que permita detectar vulnerabilidades en edificios de este tipo.

2. Marco Conceptual [1]

El fuego se define como una reacción química sostenida caracterizada por la emisión de calor, humo, llama y gases de combustión, que requiere de la combinación apropiada de cuatro elementos para existir y mantenerse en el tiempo: combustible, comburente, energía de activación y reacción en cadena.

Mientras que un incendio corresponde a un fuego fuera de control que se propaga en el tiempo y el espacio incontroladamente, pudiendo tener consecuencias fatales para las personas y dañar severamente las estructuras.

Por estos motivos se hace necesario conocer la teoría del fuego, para idear una estrategia que permita evitar que este se origine y en caso de que se produzca controlar su avance y lograr su extinción.

2.1. Componentes del fuego

2.1.1. Combustible

Un combustible es cualquier sustancia sólida, líquida o gaseosa (o combinación de ellas) susceptible de arder en presencia de una energía de activación. Dependiendo de su grado de inflamabilidad, requerirá de distintas fuentes para que se produzca el inicio del fuego.

- **Punto de inflamación (Flash Point):** Temperatura mínima a la que un combustible puede emitir suficientes vapores, que al mezclarse con un comburente y en presencia de una fuente de ignición se enciendan e inflamen, pero no logren mantener la combustión.
- **Punto de fuego (Fire Point):** Mínima temperatura a la que un combustible puede emitir vapores suficientes capaces de inflamarse y mantener la inflamación, aunque se retire la fuente de ignición.
- **Punto de autoinflamación:** Esta definido como la temperatura mínima a la cual los vapores comienzan a arder en condiciones normales sin la necesidad de una fuente de ignición.
- **Punto de autoignición (Autoignition Point):** Temperatura mínima a la que debe calentarse un combustible en presencia de oxígeno para que se lleve a cabo la inflamación y se mantenga en el tiempo sin la necesidad de una fuente externa.

2.1.2. Comburente

Un comburente corresponde a cualquier agente oxidante capaz de hacer arder un combustible, dentro de los cuales el más común es el oxígeno presente en el aire. Sin embargo, existen materiales que poseen oxígeno dentro de su estructura molecular y otros que no lo poseen que son capaces de iniciar el proceso de combustión.

2.1.3. Energía de activación

La energía de activación es la energía mínima requerida para dar comienzo a la reacción, la cual puede ser proporcionada a través de distintas fuentes de ignición.

Esta puede tener distintos orígenes dentro de los que se encuentran:

- **Químico:** Reacciones exotérmicas que provocan calor.
- **Mecánico:** Choques o roces entre metales que generan calor y chispas proporcionando la energía para iniciar un incendio.
- **Eléctrico:** Corriente eléctrica como causante de varios incendios.
- **Nuclear:** Como causa de la fusión de núcleos de átomos distintos o por fisión del núcleo de un átomo.

2.1.4. Reacción en cadena

La reacción en cadena consiste en reacciones químicas complejas que ocasionan el auto mantenimiento de la combustión como consecuencia de la producción de calor en cantidad suficiente para mantener una emisión de gases constantes, además de la dosis de combustible capaz de liberar gases y de comburente que lo alimente.

2.2. Tipos de fuegos

Los incendios pueden clasificarse en función de la naturaleza del combustible como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1: Tipos de fuegos

Clase	Definición
A	Son los producidos en materiales combustibles sólidos comunes, tales como madera, productos textiles, papel, caucho y plásticos.
B	Fuegos en líquidos inflamables, líquidos combustibles, grasas de petróleo, alquitranes, aceites, pinturas al aceite, solventes, lacas, barnices, alcoholes y gases inflamables.
C	Son los que involucran instalaciones y equipos eléctricos energizados.
D	Fuegos en metales combustibles y sus aleaciones tales como magnesio, aluminio, titanio, circonio, sodio, litio y potasio.
K	Se producen en artefactos de cocina que involucran medios de cocción combustibles (aceites y grasas vegetales o animales).

Nota. Fuente: NCh 934 Of. 2008: Protección contra incendios – Clasificación de fuegos.

2.3. Transmisión de calor

La transmisión de calor se define como el paso de calor entre dos regiones a distinta temperatura con la finalidad de estabilizar el sistema y alcanzar el equilibrio térmico. Existen tres mecanismos de transmisión que ocurren generalmente en forma simultánea:

- **Conducción:** Corresponde a la transferencia de calor por medio del contacto molecular entre dos cuerpos. Cuando un cuerpo se calienta, sus moléculas reciben directamente el calor aumentando sus vibraciones cuando chocan entre sí y transmitiendo energía cinética – calorífica a las que la rodean sin alterar su posición inicial.
- **Convección:** Se define como el movimiento de calor a través de un fluido líquido o gaseoso, como consecuencia de la expansión de estos al elevar sus temperaturas y disminuir sus densidades que ocasiona el ascenso de nivel del volumen más caliente y el descenso del más frío.
- **Radiación:** Es el proceso de transmisión de calor por medio de ondas electromagnéticas invisibles y rectilíneas que se propagan de un cuerpo a otro tanto en un medio material como en el vacío. Por ejemplo la energía del sol que atraviesa el espacio y calienta la tierra.

2.4. Evolución de un incendio

A continuación se describen las distintas etapas de un incendio caracterizadas por la cantidad de energía generada de la combustión, las temperaturas alcanzadas, ventilación limitada y daño a la estructura.

- **Fase inicial o encendido:** Fase en la que se produce el contacto de uno o más combustibles con una fuente de ignición capaz de iniciar la combustión y ocasionar la aparición de pequeñas llamas con temperaturas bajo los 300°C y producción de humo por mala combustión.
- **Fase de incremento de temperatura:** Se produce un aumento de la temperatura, la cual puede elevarse hasta los 700°C produciendo que la cantidad de energía generada sea mayor a la energía disipada y el fuego se extienda a los materiales que lo rodean, además del inicio del debilitamiento de la estructura.
- **Fase de libre combustión (Flashover):** En esta etapa se alcanzan temperaturas superiores a 800°C, por lo que el calor se vuelve lo suficientemente intenso como para ocasionar la ignición del resto de los materiales combustibles del área produciendo un fuego totalmente desarrollado. La cantidad de energía generada sigue siendo mayor a la disipada, transfiriéndose gran parte de esta a la estructura que continúa debilitándose con posibles colapsos.
- **Fase de decaimiento:** Fase en la cual el combustible se agota, por lo que la cantidad de energía generada es menor a la energía disipada y el fuego termina apagándose. Como resultado la estructura puede quedar dañada severamente o colapsar en cualquier instante.

Cuando el fuego se produzca al interior de un recinto cerrado sin libre disposición de aire se generará un fenómeno conocido como Backdraft, el cual debido a su peligrosidad debe considerarse en las medidas de seguridad dispuestas por el cuerpo de bomberos.

- **Backdraft:** Se produce cuando en un espacio cerrado se agota el oxígeno ocasionando el fin de la combustión, permaneciendo una gran cantidad de humo y gases a altas temperaturas acumulados. Luego si se suministra nuevamente oxígeno al abrir una puerta o ventana por ejemplo, la entrada de aire generará una deflagración súbita que se trasladará a través del incendio saliendo por la abertura dando como resultado un efecto explosivo.

2.5. Elementos que integran una estrategia de seguridad contra incendios

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) detalla las condiciones de seguridad contra incendios que deben adoptar todas las edificaciones según su destino.

Es importante mencionar que estas medidas tienen como objetivo fundamental que el diseño de los edificios cumpla con los siguientes aspectos:

- Favorecer la evacuación de los usuarios de los edificios en caso de incendio.
- Reducir el riesgo de incendio al mínimo.
- Impedir la propagación del fuego de un edificio a otro, así como a otros sectores de sí mismo.
- Facilitar la extinción de los incendios.

Por lo anterior, se hace necesario definir una estrategia de seguridad o plan maestro que incorpore diversos elementos, componentes y/o sistemas redundantes de protección contra incendios que permitan alcanzar un nivel aceptable de riesgo.

Un plan maestro contra incendios deberá tomar en consideración para su creación dos aspectos fundamentales: la prevención y el control y mitigación del incendio.

1) Prevención:

En primer lugar, se tienen que evitar o controlar los factores que puedan dar origen a la emergencia, para lo cual se contemplará:

- La separación de las fuentes potenciales de calor de los posibles combustibles (materiales que se puedan incendiar) para evitar la interacción entre estos.
- La correcta instalación de artefactos y una carga adecuada de elementos eléctricos, etc.
- El cumplimiento por parte de los usuarios de las pautas establecidas por los constructores de un edificio, no sobrecargando las líneas de electricidad o introduciendo cambios en estructuras originarias, etc.

2) Control y mitigación:

Una vez producido el incendio, el plan de seguridad se enfocará en:

- La minimización de la propagación del incendio por medio de elementos constructivos como paredes, divisiones y pisos con una determinada resistencia al fuego que actúen como una barrera deteniendo su avance. Para esto, debe tenerse en cuenta también los materiales empleados y su reacción al fuego, ya que esta se relaciona con la rapidez con que se alcanza la ignición y se propaga un incendio sobre un material particular.
- La estabilidad estructural del edificio, pues las altas temperaturas pueden ocasionar el debilitamiento de la estructura provocando un colapso parcial o total de esta, bloqueando vías de evacuación y retrasando el accionar de personal de bomberos.
- El manejo de humos y gases tóxicos en los edificios, debido a que gran parte de las muertes que se producen son por intoxicación.
- La detección y alerta temprana para salvaguardar la vida de las personas permitiendo su evacuación, además de un apropiado número de salidas de emergencia y distancia hacia estas, ancho de los pasillos, sistemas de iluminación y señalización de emergencia, etc.
- La activación de mecanismos de extinción y su correcto funcionamiento, como también de sistemas de lucha contra incendios (extintores, red seca, red húmeda, red inerte, etc.)
- La disposición de un protocolo en caso de incendios que debe ser conocido por los ocupantes del edificio, además de personas capacitadas que aseguren su realización.

A continuación, se explican en detalle algunos conceptos importantes mencionados anteriormente que deben conocerse con claridad antes de elaborar una estrategia de seguridad contra incendios.

2.5.1. Reacción al fuego

La reacción al fuego se entiende como el comportamiento que presentan los materiales ante este, determinándose si son propensos o no a alimentar un incendio y favorecer su propagación, por lo que juega un papel decisivo respecto al riesgo de incendio.

Para ello se realizan distintos ensayos que buscan reproducir las condiciones de un incendio real en la medida de lo posible y evaluar el aporte que tienen los materiales al fuego al cual están expuestos.

2.5.2. Resistencia al fuego

La resistencia al fuego es la capacidad de un elemento de mantener sus propiedades en presencia de un incendio durante un tiempo determinado, permitiendo la evacuación y facilitando el trabajo de bomberos.

Los ensayos de resistencia al fuego miden principalmente características relacionadas con la capacidad portante del elemento, la integridad y el aislamiento.

- Capacidad portante del elemento: Es la capacidad del elemento constructivo de soportar la exposición al fuego en una o más caras, durante un determinado periodo de tiempo y sin pérdida de la estabilidad estructural.
- Integridad del elemento: Corresponde a la resistencia del elemento constructivo a la penetración del fuego, soportando la exposición a este en una de sus caras sin transmitirlo a la cara no expuesta por medio del paso de llamas o gases calientes.
- Aislamiento: Es la propiedad del elemento de actuar como aislante térmico, evitando que se produzcan temperaturas excesivamente elevadas en la cara no expuesta al fuego durante un determinado tiempo.

2.5.3. Evacuación

Una vía de evacuación es un camino previsto para el tránsito seguro de personas de gran importancia en caso de emergencia, ya que serán utilizadas por los habitantes del edificio para hacer abandono de este a la brevedad.

Generalmente deben reunir tres condiciones: ser inequívocas eliminando cualquier posibilidad de confusión, satisfacer exigencias de protección contra incendios y conducir a un lugar seguro.

Además, deberán contar con la señalización correcta, mantenerse limpias y libres de obstáculos que impidan el desplazamiento a través de estas y disponer de sistemas de iluminación de emergencia adecuados para la circulación de los ocupantes sin que se produzcan accidentes.

2.5.3.1. Escaleras

Todos los edificios deben contar con escaleras de emergencia que permitan una evacuación sencilla en caso de ocurrido un incendio, tomando un rol fundamental como único medio de escape.

Por esto deben ser diseñadas con materiales que retarden el fuego, estar comunicadas con todos los niveles del edificio permitiendo acceder directamente a ellas desde todas las plantas y construirse evitando la acumulación de humos y gases tóxicos.

La normativa existente define exigencias de cantidad y ancho mínimo, conforme a la carga de ocupación del edificio, además de requisitos para pasamanos, ancho de huella y contrahuella las que deben mantenerse constantes para que no ocurran tropiezos y garantizar un desplazamiento fluido a través de la escalera evitando accidentes en su interior.

2.5.3.2. Puertas

Las puertas pertenecientes a las salidas de emergencia deberán diseñarse para compartimentar y retardar la propagación del incendio, permitiendo una evacuación segura sin generar accidentes.

Estas puertas tienen que ser anchas, no abrirse en contra del sentido de evacuación y localizarse con facilidad por medio de la señalización apropiada en sus accesos, los cuales no deben presentar ningún tipo de obstrucción. Adicionalmente se deberán equipar con cerraduras antipánico y se podrán mantener semi – cerradas, pero nunca con candado, llave o algún medio que impida su fácil apertura.

2.5.3.3. Pasillos

Los pasillos que formen parte de las vías de evacuación deben mantenerse libres de obstáculos que puedan dificultar el desalojo de la edificación y satisfacer exigencias como distancia máxima a la escalera y ancho mínimo calculado a partir de la carga de ocupación de la estructura.

Además, en caso de estar protegidos contra el fuego tendrán que cumplir con resistencias estructurales en puertas, detectores de humo, iluminación, etc.

2.5.4. Medidas de protección contra incendios

Las medidas de protección se clasifican en dos tipos: Protección Pasiva y Activa.

Protección Pasiva: Consiste en la utilización de diferentes elementos constructivos que actúan como aislantes contra el fuego, protegiendo la estructura durante un determinado periodo de tiempo para así permitir la evacuación de las personas que se encuentren al interior antes de un posible colapso de esta, además de otorgar tiempo para la llegada de bomberos y combate del incendio. Dentro de los elementos constructivos se distinguen los hechos de materiales con capacidad propia de aislación, no combustibles o con efecto sublimante o intumescente.

Protección Activa: Corresponde a sensores o dispositivos de detección que se activan al entrar en contacto con determinados rangos de partículas y temperaturas del aire. Su funcionamiento consiste en la descarga de agentes extintores de fuego dentro de los que se encuentran el agua, gases, espumas o polvos químicos.

2.5.5. Compartimentación y manejo de humos

La compartimentación consiste en dividir en distintos sectores, llamados sectores de incendio, la estructura de un edificio, con el fin de impedir la propagación del fuego hacia otros lugares de este confinándolo dentro de su lugar de origen (tanto las llamas como el humo y gases tóxicos) favoreciendo su control por el personal de bomberos y la reducción de pérdidas materiales.

La sectorización es una de las herramientas más utilizadas dentro de las medidas de protección pasivas contra incendios y se lleva a cabo mediante muros, tabiques, mamparas, trasdosados, etc. resistentes al fuego que actúen como una barrera protectora entre el fuego y los elementos a resguardar.

2.5.6. Sistemas de detección de incendio

Son parte de las medidas de protección activa y están conformados por un conjunto de elementos, equipos y sistemas instalados con el fin de asegurar el reconocimiento de un incendio en su etapa inicial. Permiten advertir a los usuarios en caso de emergencia y alertar al personal entrenado para generar la alarma y que se produzca la evacuación de los ocupantes.

Están formados principalmente por detectores de incendio, pulsadores y sirena de alarma.

Detectores: Están diseñados para detectar una o más de las tres características del fuego: humo, calor y radiación (llama) y existen diferentes tipos dentro de los que se distinguen:

- Detectores de humo
- Detectores de temperatura
- Detectores de llama

2.5.7. Sistemas de lucha contra incendios

Los sistemas de lucha contra incendios integran las medidas de protección activa y pueden ser manuales o automáticos.

Manuales:

- Extintores: Elemento portátil empleado en la lucha contra el fuego, consistente en un recipiente metálico que contiene un agente extintor de incendios a presión en su interior, el cual debe liberarse y dirigirse hacia la base del fuego para lograr su extinción.
- Red húmeda: Consiste en un sistema de cañerías conectadas a la red de distribución de agua del edificio cuya función es la primera intervención en caso de incendio. Posee una salida en todos los pisos a través de una manguera semirrígida dispuesta en los gabinetes, que permite conducir agua hasta donde sea requerido para lograr la extinción del incendio. Dicha manguera tendrá un largo de 25 m y deberá ser utilizada por los usuarios del edificio en los minutos iniciales, ya que no tiene la suficiente potencia para actuar sobre un incendio desarrollado.

- Red Seca: Sistema de cañerías sin agua usado exclusivamente por personal de bomberos. Debe poseer una conexión en el primer piso o fuera de este, que permita unir el carro bomba mediante una manguera y enviar agua por medio de presión hacia los pisos superiores, la que solo será liberada dependiendo del piso afectado a través de una llave de paso.
- Red Inerte: Es un sistema de conductos eléctricos desenergizados que tiene como función otorgar electricidad al edificio. Debe poseer una entrada de alimentación en el primer piso a la cual se conectará el carro generador de bomberos y a lo menos una salida en cada piso a la que se conectarán los focos para proveer mayor visibilidad durante el siniestro.
- Grifos: Aparato hidráulico instalado en el exterior de los edificios, conectado a una red de abastecimiento de agua que provee de caudal en caso de incendio. De uso exclusivo de personal de bomberos los cuales realizan la conexión de mangueras y equipos contra incendios, además del abastecimiento de agua de los carros bomba.

Automáticos:

- Rociadores: Sistema comprendido por un conjunto de tuberías que distribuyen agua a presión hacia los aspersores, los cuales al detectar una determinada temperatura actúan descargando el agua en cantidad suficiente sobre un área específica, con el objetivo de controlar o suprimir el incendio.

3. Normativa Chilena

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones detalla en el Título 4: De la arquitectura Capítulo 3, las condiciones de seguridad que deben implementarse contra incendios, que tienen como principales objetivos favorecer la evacuación de los usuarios de los edificios, reducir el riesgo de incendio al mínimo, impedir su propagación y facilitar su extinción.

Adicionalmente existen una serie de normas desarrolladas por el Instituto Nacional de Normalización (INN) que pueden consultarse para una revisión en profundidad y con más detalle de ciertos aspectos, junto con el reglamento de instalaciones domiciliarias de agua potable y de alcantarillado (RIDAA).

A continuación, se presenta una recopilación de los requisitos mencionados en los documentos anteriores, que son exigidos como medidas de seguridad contra incendios para edificios residenciales en altura.

Considerando como tal los habitacionales destinados a la residencia de una o más familias donde se tendrán ocupantes de distintas edades familiarizados con las vías de evacuación que podrían estar durmiendo durante la emergencia y los residenciales del tipo hoteles o similares utilizados para la permanencia transitoria de usuarios que se encontrarán dormidos la mayor parte del tiempo que pasen en dicho recinto, además de desconocer las medidas de seguridad y vías de evacuación a emplear en caso de incendio.

3.1. Resistencia al fuego de elementos constructivos de edificios

El **artículo 4.3.3.** del capítulo 3 de la OGUC Marzo 2016 establece que las edificaciones que necesiten protección contra el fuego deberán proyectarse y construirse a partir de lo señalado en la tabla 2, la cual entrega cuatro tipos de clasificación, además de la resistencia al fuego de los elementos constructivos para cada una de estas.

Es importante mencionar que en caso de elementos que cumplan distintas funciones al mismo tiempo, la resistencia del elemento corresponderá al mayor valor entre las resistencias de cada una de sus funciones.

Tabla 2: Resistencia al fuego de elementos constructivos

Elementos de construcción									
Tipo	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
a	F-180	F-120	F-120	F-120	F-120	F-30	F-60	F-120	F-60
b	F-150	F-120	F-90	F-90	F-90	F-15	F-30	F-90	F-60
c	F-120	F-90	F-60	F-60	F-60	-	F-15	F-60	F-30
d	F-120	F-60	F-60	F-60	F-30	-		F-30	F-15

Donde:

Elementos verticales:

- (1): Muros verticales
- (2): Muro cortafuego
- (3): Muros caja ascensores
- (4): Muros divisores entre unidades (hasta la cubierta)
- (5): Elementos soportantes verticales
- (6): Muros no soportantes y tabiques

Elementos verticales y horizontales:

- (7): Escaleras

Elementos horizontales:

- (8): Elementos soportantes horizontales
- (9): Techumbre incluido cielo falso

Para definir el tipo de clasificación de la estructura se deberá tener en cuenta el destino de uso y número de pisos del edificio, la superficie edificada o carga de ocupación, o la densidad de carga combustible, según corresponda.

Sin embargo, en los edificios de carácter habitacional solo será necesario considerar el número de pisos de la estructura, pues la clasificación resulta independiente del tamaño de la superficie edificada, como puede revisarse en la tabla 3.

Tabla 3: Clasificación de edificios residenciales

Destino	Superficie edificada	Número de pisos						
		1	2	3	4	5	6	7 o más
Habitacional	Cualquiera	d	d	c	c	b	a	a
Hoteles o similares	Sobre 5000	c	b	a	a	a	a	a
	Sobre 1500 y hasta 5000	c	b	b	b	a	a	a
	Sobre 500 y hasta 1500	c	c	b	b	a	a	a
	Hasta 500	d	c	b	b	a	a	a

Para realizar una correcta aplicación de las tablas anteriores se deben consultar las indicaciones y aclaraciones del **artículo 4.3.5.** de la Ordenanza, en donde también se aborda el caso de edificios que presenten uso mixto señalándose que para recintos con usos distintos separados en planta se deberán cumplir los requerimientos que les corresponda a cada uno por separado, mientras que de no existir separación en planta, deberá aplicarse el estándar más exigente a todo el edificio.

3.2. Evacuación de ocupantes

Todas las edificaciones deben contar con mínimo una vía de evacuación desde cualquiera de sus puntos habitables y cumplir las condiciones básicas detalladas en la **NCh 2114 Of 1990.**

Así mismo, deberán identificarse con la señalización correcta que posibilite un desplazamiento fluido, rápido y con una mínima probabilidad de confusión, de acuerdo con los requerimientos señalados en la **NCh 2189 Of 1992.**

En lo que respecta a los ascensores, montacargas, pasillos móviles, rampas y escaleras mecánicas o cualquier dispositivo similar, estos no se considerarán como parte de las vías de evacuación.

3.2.1. Carga de ocupación

Para el dimensionamiento de las vías de evacuación se utilizará la carga de ocupación de la superficie servida por dichas vías (**Artículo 4.2.4**), entendiéndose por superficie servida aquella área que utiliza y se sirve de los sistemas de evacuación.

Tabla 4: Carga de ocupación edificios residenciales

Destino	m² x persona
Vivienda (superficie útil):	
Unidades de hasta 60 m²	15
Unidades de más de 60 m² hasta 140 m²	20
Unidades de más de 140 m²	30
Hoteles (superficie total)	18

3.2.2. Altura mínima de las vías

Las vías de escape deben cumplir con una altura mínima libre de 2,1 m medidos de forma vertical desde el piso hasta la proyección más cercana del cielo, vigas u otros elementos salientes, exceptuando las escaleras en las cuales se medirá trazando un arco de 1,8 m de radio desde la nariz de las gradas. Por último, se aceptará una altura libre mínima de 2 m en los vanos de las puertas (**Artículo 4.2.6.**).

3.2.3. Dimensionado de medios de evacuación

3.2.3.1. Escaleras

Cuando se trate de escaleras que integren una vía de evacuación, la cantidad y ancho mínimo necesario se determinará basado en la carga de ocupación del área servida como se muestra en la tabla 5 extraída a partir del **artículo 4.2.10** de la OGUC.

Además, tendrán que disponer de pasamanos al menos en un costado ubicados a una determinada altura, cumplir dimensiones límite de huella y contrahuella según lo especificado en **4.2.11.** y terminar en el piso de salida del edificio en un vestíbulo, galería o pasillo de mínimo 1,8 m de ancho (**Artículo 4.2.12.**).

Tabla 5: Dimensionamiento de escaleras

N° de Personas	Cantidad	ancho mínimo
≤ 50	1	1,10 m
51 a 100	1	1,20 m
101 a 150	1	1,30 m
151 a 200	1	1,40 m
201 a 250	1	1,50 m
251 a 300	2	1,20 m
301 a 400	2	1,30 m
401 a 500	2	1,40 m
501 a 700	2	1,50 m
701 a 1000	2	1,60 m

3.2.3.2. Zona vertical de Seguridad

En edificios de 7 pisos o más deberá existir a lo menos una zona vertical de seguridad que conecte desde el nivel superior hasta el de la calle, permitiendo a los usuarios protegerse contra los efectos del fuego, humos y gases y evacuar rápidamente del inmueble.

Además, si un edificio posee más de un subterráneo deberá disponerse de una “zona vertical de seguridad inferior” que comunique desde el último nivel subterráneo hasta un espacio libre exterior o con el nivel de acceso. **(OGUC, Artículo 4.3.7.)**

Estas zonas verticales de seguridad deberán cumplir con:

1. Una distancia máxima de 40 m desde la puerta de acceso de un departamento hasta el ingreso a una zona vertical de seguridad del mismo piso.
2. Una resistencia al fuego correspondiente a la indicada en la tabla 2 junto con un diseño que facilite el ingreso y desplazamiento de personal de bomberos.
3. Sistemas de iluminación de emergencia y presurización en caso de escaleras interiores, que actúen aun cuando el suministro normal de energía eléctrica sea interrumpido.

4. Señalización de puertas de acceso o egreso con el distintivo “SALIDA DE EMERGENCIA” por la cara correspondiente, de cierre automático y con resistencia al fuego de clase F-60.
5. En los edificios que consulten zonas verticales de seguridad, tanto superiores como inferiores, estas deberán evacuar hacia el nivel de acceso del edificio no teniendo continuidad entre ellas.

3.2.3.3. *Pasillos*

En el caso que se tengan pasillos en situación de fondo de saco con respecto a la escalera de evacuación, es decir con una sola salida de evacuación, estos deberán tener un largo máximo de 10 m exceptuando el caso en que se encuentren protegidos contra incendios (**Artículo 4.2.17**).

Para que un pasillo se considere protegido deberá satisfacer las siguientes condiciones especificadas en el punto **4.3.27**. de la OGUC:

1. Estar aislado con respecto a otros recintos mediante elementos con una resistencia al fuego no menor a F-120.
2. Las puertas deben tener una resistencia al fuego de mínimo F-30 y no ocupar una superficie mayor al 20% de la superficie de los paramentos del pasillo.
3. Contemplar detectores de humo e iluminación de emergencia.
4. No superar una longitud de 30 m.

Con respecto al ancho de los pasillos se considerará un ancho libre mínimo de medio centímetro por persona (**Artículo 4.2.18**), calculado en base a la carga de ocupación obtenida de la tabla 4 con un valor mínimo de 1.10 m.

En caso de tratarse de pasillos en situación de fondo de saco que sean parte de la ruta accesible se contemplará una superficie libre de mínimo 1.5 m de diámetro que asegure el giro en 360° de una persona en silla de ruedas.

3.2.3.4. *Puertas*

Las puertas de escape deben encontrarse libres de obstáculos que impidan ejercer un rápido uso de estas, además de evitar decoraciones que disimulen su localización.

Se les exige un ancho nominal de hoja no menor a 0.85 m y un alto no inferior a 2 m, además cuando se trate de la puerta de la escalera de evacuación correspondiente al piso de salida del edificio esta deberá tener un ancho nominal de hoja no menor a 0.9 m.

Por lo demás, el ancho libre de salida no podrá ser inferior a 0.8 m y en caso de poseer mecanismos de apertura o antipánico, estos deberán ser ubicados a una altura de 0.95 m (**Artículo 4.2.24**).

Adicionalmente, se hace relevante señalar que bajo ningún motivo el ancho mínimo requerido por las puertas podrá ser menor al ancho mínimo establecido para los pasillos que sirven a dichas puertas.

3.2.3.5. Rampas

En el caso de las rampas que integren un recorrido de evacuación, el dimensionamiento de sus anchos se realizará conforme al de los pasillos de la ruta de la cual forman parte, teniendo en consideración una pendiente máxima del 12% y mínima del 8% (**Artículo 4.2.20**).

3.2.3. Distancias de recorrido

Para minimizar la posibilidad de que los ocupantes de un edificio sufran accidentes durante el trayecto a una vía de evacuación o que estas se vean obstaculizadas antes de que puedan ser utilizadas, se hace necesario definir distancias máximas de recorrido desde el piso de salida hasta el espacio exterior y desde la puerta de los departamentos hasta una escalera ubicada en el mismo piso (**OGUC, 4.2.12 y 4.2.13**).

Tabla 6: Distancias máximas de recorrido

Ubicación	Condiciones	
Piso de salida del edificio	Primera grada escalera – espacio exterior	20 m
	Primera grada escalera – Espacio exterior con riesgo de incendio reducido	40 m
Piso distinto al de salida	Puerta departamento – Escalera de evacuación	40 m
	Puerta departamento – Escalera de evacuación (con rociadores automáticos)	60 m

3.2.4. Señalización de emergencia

Cuando se produce un incendio resulta fundamental para proteger la vida de los ocupantes del edificio, conocer y seguir un protocolo de emergencia que permita

efectuar una rápida y ordenada evacuación, sumado al uso de los sistemas de protección contra incendios.

Para ello, se deberá disponer de la señalización adecuada que indique claramente donde se ubican los equipos de protección, las vías y el recorrido a seguir.

La **NCh 2189 Of 1992** proporciona una clasificación para los edificios residenciales según el nivel de señalización necesario distinguiendo cuatro tipos: riguroso, mediano, bajo y sin exigencia, los cuales deberán satisfacer los requerimientos presentados en la tabla 8 y poseer señales de acuerdo con **NCh 2111 Of 1991**.

Tabla 7: Clasificación de señalización

Nivel de señalización	Tipo de edificio
Riguroso	a
Mediano	b
Bajo	c
Sin exigencia	d

Tabla 8: Requisitos de señalización

Requisitos	Tipo de edificio			
	a	b	c	D
Vías de evacuación señalizadas en toda su extensión de uso común.	Si	Si	Si	No
Señalización de puertas transversales a la vía de evacuación indicando el lugar al que conducen.	Si	Si	No	No
Ubicación de señalización de alarmas u otro sistema de alerta en vías de evacuación.	≤ 20 m	Próximos a ellos	No	No
Ubicación de señalización de equipos contra incendios en vías de evacuación.	≤ 20 m	Próximos a ellos	No	No
Señalización de lugares de riesgo tanto en puertas de ingreso como en su interior.	Si	-	No	No
Ubicación de distintivos de seguridad que indiquen la localización de refugios.	≥ 20 m	-	No	No

3.2.5. Sistema de alumbrado de emergencia

En todas las edificaciones de 7 pisos o superior y también las que posean locales de reunión con capacidad mayor o igual a 300 personas, se deberá disponer de sistemas de alumbrado automático de emergencia para las vías de evacuación, que sean independientes de la red pública. Además, las canalizaciones eléctricas y/o los aparatos y artefactos empleados en el sistema, deberán disponerse garantizando una resistencia a la acción del fuego de clase F-60 (**OGUC, 4.3.10**).

Complementario a lo señalado en la Ordenanza, se pueden consultar las especificaciones para alumbrado de emergencia detalladas en la **NCh Elec 4/2003**, la cual tiene como objetivo asegurar condiciones de visibilidad e identificación en las vías de salida de los lugares.

En ella se indica que las luces de emergencia auto – energizadas deberán instalarse sobre cada puerta perteneciente a una salida de emergencia, próximas a escaleras con el fin de que los escalones reciban iluminación directa, a cambios de nivel de piso, en todo cambio de dirección de la vía de escape y en toda intersección de ella con pasadas laterales (**NCh Elec 4/2003, 11.5**).

3.2.6. Plan de emergencia

El plan de evacuación tiene como objetivos:

- Establecer acciones y procedimientos que contribuyan a preservar la integridad física de los usuarios y llevar a cabo una evacuación efectiva.
- Desarrollar un sistema preventivo de detección de riesgos que pudieran ocasionar un incendio.
- Informar a los ocupantes del plan de emergencia para evitar ataques de pánico y confusiones sobre el procedimiento a seguir.

Este documento debe ser entregado al cuerpo de bomberos para notificar la situación del edificio que sirva como antecedente ante una emergencia, además de a los ocupantes de las edificaciones. Se recomienda que esté constituido por los siguientes componentes: Ficha técnica del edificio, planos de la edificación con la señalización que corresponda a las normas chilenas y una guía práctica con instrucciones de evacuación (**DDU235, Cir. 0339**).

3.3. Propagación interior

El **artículo 4.3.24**. de la OGUC establece que todo edificio se podrá subdividir en compartimentos independientes a través de muros de compartimentación que

satisfagan una resistencia estructural al fuego mayor o igual a F – 120, los cuales podrán contener puertas o tapas de registro siempre que estos cumplan un valor de resistencia de al menos F – 60 y posean cierre automático en el caso de las puertas.

3.4. Propagación exterior

Se permitirá el uso de muros cortafuego cuando no se alcance la resistencia mínima definida en la tabla 2, los cuales deberán prolongarse al menos 0,5 m por encima de la cubierta del techo más alto y 0,2 m hacia adelante de techos saledizos, aleros u otros elementos combustibles.

Sumado a lo anterior, no se permitirán elementos que atraviesen o se empotren a dichos muros rebajando su resistencia al fuego a un valor menor al establecido en la Ordenanza, con la excepción de ductos de instalaciones a los que se les exigirá al menos la mitad de la resistencia al fuego requerida para los elementos que traspasan (**OGUC, Artículo 4.3.14**).

3.5. Reacción al fuego

La normativa chilena no define requisitos y ensayos que permitan clasificar los materiales de acuerdo con su comportamiento, facilidad y velocidad de crecimiento ante la presencia del fuego. Por lo cual no es posible establecer recomendaciones de uso, prohibiciones o limitaciones de algún material en específico basado en su aporte real al incendio.

En la OGUC se señalan dos normas que estudian el comportamiento a la acción de una llama, la **NCh 1977 Of 1985** para revestimientos textiles y la **NCh 1979 Of 1987** para telas, no obstante, los métodos detallados en ellas no deben considerarse para la descripción, evaluación o reglamentación del riesgo real de un incendio.

3.6. Accesos a edificios

Los edificios con un número de pisos mayor o igual a 7 deberán disponer de un acceso desde la vía pública hasta la base de dichos edificios que cuente con una resistencia adecuada y un ancho suficiente que permita el ingreso expedito de ambulancias como también de carros bomba y/o de escalas. (**Artículo 4.3.20**.)

3.7. Sistemas de detección de incendios

Los edificios con 5 pisos o más que posean una carga de ocupación mayor a 200 personas, deberán disponer de un sistema automático que detecte oportunamente cualquier principio de incendio y uno de alarma que avise a las personas en forma progresiva y zonificada según sea conveniente. **(OGUC, Artículo 4.3.8.)**

Asimismo, en edificios que dispongan de un sistema central de aire acondicionado será importante contar con detectores de humo en los ductos principales, los cuales actúen desconectando automáticamente dicho sistema. Además, se deberá disponer de un tablero de desconexión del sistema central de aire acondicionado situado adyacente al tablero general eléctrico. **(OGUC, Artículo 4.3.13.)**

3.8. Sistemas de lucha contra incendios

3.8.1. Red húmeda

En el caso de edificios de departamentos las bocas de incendio deberán ubicarse en espacios comunes, distribuyéndose de forma que ningún punto del inmueble quede a una distancia mayor al largo de la manguera semirrígida correspondiente a 25 m. Sin embargo, de no poder cumplirse este valor se aceptarán mangueras de largo superior siempre que permitan contar con una presión de 8 m.c.a. a su salida **(RIDAA, Artículo 53 a).**

3.8.2. Red seca

En edificios de 5 pisos o más se deberá instalar un sistema de tuberías independiente de la red de distribución de agua para el consumo, de uso exclusivo del personal de bomberos, hechas de acero galvanizado ASTM A – 53, de diámetro mínimo de 100 mm, cuya capacidad deberá verificarse para un caudal total de 24 L/s con una presión de 50 m.c.a. en la boca de salida más desfavorable.

Esta red tendrá bocas de salida en todos los pisos incluyendo los subterráneos, las cuales se ubicarán en zonas comunes de fácil acceso, con señalización apropiada y a distancias no mayores a 40 m de cualquier punto de cada piso **(RIDAA, Artículo 53 b).**

3.8.3. Red inerte

En edificios de 16 o más pisos se deberá colocar un sistema de alimentación eléctrica sin tensión, para el uso exclusivo del Cuerpo de Bomberos. El punto de alimentación de este sistema deberá estar ubicado en el piso de acceso, dentro de un nicho situado en la fachada exterior del edificio, diseñado de tal modo que sólo pueda ser manipulado por bomberos.

La red eléctrica sin tensión tendrá a lo menos una salida de cada piso, ubicada en un lugar visible, que diste no más de 40 m de cualquier punto de dicho piso y con terminal de conexión de acuerdo con lo que sugiera al efecto el Cuerpo de Bomberos. Las canalizaciones eléctricas de dichos sistemas deberán ser construidas con resistencia mínima a la acción del fuego correspondiente a la clase F-120. **(OGUC, Artículo 4.3.11.)**

3.8.4. Extintores

Los extintores portátiles deben rotularse mediante marcas y etiquetas impresas en español fácilmente legibles, que otorguen como mínimo información sobre las características de fabricación del cilindro, clases de fuego que combate, instrucciones de operación, etc. de acuerdo con los apartados 5 y 6 de la **NCh 1430 Of 2008**.

Los extintores deben estar ubicados sobre muros y columnas a una altura mínima de 20 cm y a una máxima de 1.3 m, medidas desde el suelo hasta la base del extintor y emplazarse en lugares de fácil acceso que se encuentren libres de obstáculos que impidan su pronto alcance.

Además, se tiene que señalar su ubicación con símbolos identificatorios del tipo o clase de fuego que combaten con el fin de entregar a los usuarios información útil y rápida en caso de emergencia. **(NCh 1433 Of 1978)**

Los extintores deben ser sometidos a procedimientos de inspección y mantención cada cierto periodo de tiempo, con el propósito de dar una seguridad razonable y la máxima seguridad respectivamente de que su funcionamiento será en forma efectiva y segura.

La inspección se debe llevar a cabo al momento de su instalación y posteriormente a intervalos de 30 días aprox. y debe corroborar que el extintor se encuentre en el lugar designado con un fácil acceso y correcta visibilidad, que

las etiquetas de uso sean legibles, que los sellos de seguridad no presenten daño, entre otras.

Mientras que la mantención debe realizarse con una frecuencia aproximada de un año y enfocarse en examinar detalladamente los tres elementos básicos de un extintor que son sus partes mecánicas, agente de extinción y medios de expulsión (**NCh 2056 Of 1999**).

3.8.5. Rociadores automáticos

La Ordenanza exige su uso solo en edificaciones de 3 o más pisos destinadas a la permanencia de personas, en las cuales no se pueda garantizar la evacuación de los ocupantes por sus propios medios (**OGUC, 4.3.22**).

Los rociadores automáticos tendrán que estar de acuerdo con lo señalado en la **NCh 2095 Of 2000**, la cual entrega criterios de clasificación, requisitos de sus componentes, instalación, diseño, mantención, etc.

3.8.6. Grifos

Los grifos contra incendios deben ser pintados de color amarillo rey, ubicarse en la vía pública y ser de fácil acceso, pues son un elemento de suma importancia en la lucha contra el fuego.

La **NCh 1646 Of 1998** estipula los requisitos que deben cumplir en cuanto a dimensiones, materiales, señalización, etc. mientras que la **NCh 691 Of 1998** entrega información sobre la determinación del volumen de incendio y cantidad de grifos en uso simultáneo, además de la distancia máxima a la cual deben ubicarse de las edificaciones en función del tipo de estructura.

Por último, la OGUC en el punto 5 del **artículo 4.3.28**. señala que cualquier edificio con una carga de ocupación mayor a 10 m² por persona y con una superficie construida de más de 10.000 m² deberá contar con un grifo de agua contra incendio conectado a la red pública y accesible al Cuerpo de Bomberos.

3.8.7. Estanques de agua

Los sistemas de agua potable deben considerar estanques de regulación para compensar la producción y el consumo máximos diarios, además de estanques de reserva que puedan funcionar ante una emergencia como el rompimiento de tuberías, incendio o cortes de energía, etc. El cálculo de la capacidad de estos se realiza conforme a la **NCh 691 Of 1998**.

En caso de que no se pueda garantizar un adecuado y permanente abastecimiento de agua en el edificio proveniente de la red pública, podrá considerarse el uso de estanques de regulación o acumulación y regulación en conjunto ubicados en la parte baja, pisos intermedios o sobre el edificio **(RIDAA, Artículo 54).**

Por otro lado, los edificios de cuatro pisos o más deberán disponer de estanques de almacenamiento inferior o inferior y superior con una capacidad total conjunta mayor al 50% del gasto promedio diario según lo indicado en el **artículo 55** de RIDAA.

3.9. Sistemas de ventilación mecánica

3.9.1. Ductos de extracción de humo

Los conductos de extracción de humo son usados para eliminar el humo de los edificios facilitando la evacuación de emergencia de los usuarios, además de la extinción de incendios. Estos conductos deberán salir de forma vertical al exterior sobrepasando la cubierta en 1.5 m como mínimo, al menos que se trate de viviendas unifamiliares en donde dicha altura podrá ser menor. **(OGUC, Artículo 4.3.15.)**

3.9.2. Ductos de ventilación

Los ductos de ventilación ambiental con clasificación contra incendios son utilizados para evitar la propagación del fuego y el calor entre dos compartimientos. Según lo señalado en la OGUC **artículo 4.3.19.** los conductos de ventilación entre unidades funcionales independientes, salvo los de aire acondicionado, serán de material con resistencia mínima a la acción del fuego correspondiente a la mitad de la requerida para los muros exteriores de la unidad en que se ubican y no contendrán cañerías ni conducciones de instalaciones de ninguna especie.

3.10. Sistema de descarga de basura

En edificaciones que posean sistemas de conducción o descarga de basura, deberá satisfacerse que los buzones tolva y conductos sean de materiales con una resistencia al fuego mínima de F-60. Además, en caso de que se produjera un principio de incendio por un atascamiento de basura en un ducto se deberá disponer de un sistema de ventilación adecuada en la parte superior y de una lluvia de agua en la parte alta que puedan activarse desde un sector de fácil acceso en el primer piso. **(OGUC, Artículo 4.3.18.)**

4. Normativa Española

El Código Técnico de la Edificación (CTE) es un conjunto de normativas que regulan las exigencias que deben cumplir los edificios en España, con respecto a requisitos básicos de seguridad y habitabilidad de las construcciones establecidos en la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (LOE).

Se encuentra dividido en dos partes, la primera en la cual se detallan las secciones referidas a las áreas que deben regularse (seguridad y habitabilidad) y la segunda correspondiente a textos de carácter técnico que explican de forma práctica los requisitos mencionados en la primera parte del CTE, conocidos como Documentos Básicos (DB).

Dentro de los Documentos Básicos se encuentran:

- DB SE: Seguridad Estructural
- DB SI: Seguridad en caso de Incendio
- DB SUA: Seguridad de utilización y accesibilidad
- DB HE: Ahorro de energía
- DB HR: Protección frente al ruido
- DB HS: Salubridad

Complementariamente, se tienen documentos oficiales (no reglamentarios) que sirven de ayuda en la comprensión, desarrollo práctico e implementación de los Documentos Básicos entre los que se reconocen los mismos DB con comentarios, los documentos de apoyo (DA), etc.

A continuación, se señalan las especificaciones contenidas en el DB SI: Seguridad en caso de incendio que deben ser cumplidas con el fin de reducir a un nivel de riesgo aceptable el daño a los usuarios de un edificio ocasionado por un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características del proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

4.1. Propagación Interior

4.1.1. Compartimentación en sectores de incendio

Un sector de incendio corresponde a un espacio de un edificio que se encuentra separado de otras zonas de este, mediante elementos constructivos que posean cierta resistencia al fuego por un período de tiempo establecido. Su principal finalidad es lograr confinar el fuego en el interior de dicho sector, impidiendo su propagación a otra parte de la estructura o en caso de un incendio con origen externo a este, evitar que se extienda a su interior.

Los edificios residenciales deben compartimentarse en sectores de incendio teniendo en consideración los aspectos señalados en la tabla 9 (**SI 1, 1. tabla 1.1**).

Para realizar una correcta aplicación de esta, se debe revisar el concepto de “establecimiento” en el Anexo SI A Terminología del DB SI, el cual otorga la siguiente definición:

“Zona de un edificio destinada a ser utilizada bajo una titularidad diferenciada, bajo un régimen no subsidiario respecto del resto del edificio y cuyo proyecto de obras de construcción o reforma, así como el inicio de la actividad prevista, sean objeto de control administrativo. Conforme a lo anterior, la totalidad de un edificio puede ser también un establecimiento.”

Tabla 9: Condiciones de compartimentación en sectores de incendio

Uso previsto del edificio o establecimiento		Condiciones
Establecimiento integrado en un edificio de uso Residencial Vivienda Zona de uso diferente y subsidiario del principal del edificio	- Administrativo, Docente y Residencial Público - Pública concurrencia y Comercial - Residencial Vivienda	Constituirá sector de incendio si $S_c \geq 500 \text{ m}^2$ Siempre constituirá sector de incendio Siempre constituirá sector de incendio
Residencial Vivienda y Residencial Público	- Viviendas y Público	Sector de incendio con $S_c \leq 2500 \text{ m}^2$ Elementos que separan viviendas y habitaciones entre si deben ser al menos EI 60.

Donde:

S_c : Superficie construida

Al momento de realizar el cálculo de la superficie de un sector de incendio, se deben excluir los locales de riesgo especial, las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos de independencia y las escaleras compartimentadas como sector de incendio que estén contenidas en dicho sector, además en caso de que el edificio cuente con un sistema de protección automático de extinción las superficies límites indicadas en la tabla para los sectores de incendio podrán duplicarse.

En lo que respecta a la resistencia al fuego de los elementos delimitadores de los sectores de incendio, se deben cumplir las exigencias de la tabla 10 (SI 1, 1. tabla 1.2).

Tabla 10: Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio

Elemento	Uso previsto del sector	Sector bajo rasante	Sector sobre rasante en edificio con altura de evacuación (h):		
			$h \leq 15 \text{ m}$	$15 < h \leq 28 \text{ m}$	$h > 28 \text{ m}$
Paredes y techos que separan el sector del resto del edificio	Sector de riesgo mínimo	(No se admite)	EI 120	EI 120	EI 120
	Residencial Vivienda y Residencial Público	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
Puertas de paso entre sectores de incendio	Cualquiera	EI ₂ t – C ₅ siendo t: t/2 resistencia de la pared en que se encuentra. t/4 resistencia de la pared si hay vestíbulo de independencia y dos puertas.			

Sin embargo, si se escoge implementar para los elementos estructurales el tiempo equivalente de exposición al fuego, podrá implementarse ese mismo tiempo para la resistencia de los elementos delimitadores de los sectores de incendio.

En el caso de ascensores y escaleras que conecten distintos sectores de incendio o zonas de riesgo especial con el resto del edificio, estos deberán estar compartimentados siguiendo los criterios de resistencia ya mencionados.

Además, estos ascensores tendrán que disponer en sus accesos de puertas E 30 o un vestíbulo de independencia con una puerta EI₂ 30 – C5. No obstante, cuando se encuentren en zonas de riesgo especial o uso aparcamiento la utilización del vestíbulo será de carácter obligatorio.

Si se tienen dos sectores de incendio en el que el inferior corresponda a un sector de riesgo mínimo conforme a la definición presentada en el Anexo SI A Terminología, o si en caso de no serlo se decida disponer en él una puerta de acceso al vestíbulo y al ascensor con las resistencias detalladas en el apartado anterior, el sector superior no deberá cumplir con ninguna de las medidas indicadas.

4.1.2. Locales y zonas de riesgo especial

Para el caso de edificaciones de tipo residencial vivienda y público, se identifican como zonas de riesgo las correspondientes a trasteros y roperos los que serán clasificados en riesgo bajo, riesgo medio y riesgo alto en base al tamaño de su superficie construida (**SI 1, 2. tabla 2.1**).

Tabla 11: Clasificación de zonas de riesgo especial integrados en edificios

Residencial	Zona	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
Vivienda	Trasteros	$50 < S_c \leq 100 \text{ m}^2$	$100 < S_c \leq 500 \text{ m}^2$	$S_c > 500 \text{ m}^2$
Público	Roperos y custodia	$S_c \leq 20 \text{ m}^2$	$20 < S_c \leq 100 \text{ m}^2$	$S_c > 100 \text{ m}^2$

Donde:

S_c : Superficie construida

Una vez clasificados, deberán cumplir las especificaciones de resistencia, uso de vestíbulo y recorrido máximo a las salidas detalladas en la siguiente tabla (**SI 1, 2. tabla 2.2**).

Tabla 12: Especificaciones de las zonas de riesgo especial

Resistencia al fuego	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
Estructura portante	R 90	R 120	R 180
Paredes y techos	EI 90	EI 120	EI 180
Vestíbulo de independencia	-	Si	Si
Puertas de comunicación	$EI_{245} - C_5$	$2 \times EI_{245} - C_5$	$2 \times EI_{245} - C_5$
Máximo recorrido hasta alguna salida	$\leq 25 \text{ m}$	$\leq 25 \text{ m}$	$\leq 25 \text{ m}$

Por último, se agrega como comentario que los recorridos máximos establecidos podrán aumentarse en un 25% siempre y cuando se cuente con un sistema de instalación automática de extinción de incendios en dicha zona.

4.1.3. Espacios Ocultos

La compartimentación es una de las medidas de protección más importantes utilizadas contra incendios, por lo que para que cumpla su objetivo de forma eficiente debe presentar continuidad entre los espacios ocupables de la

estructura y los espacios ocultos tales como patinillos, cámaras, falsos techos, suelos elevados, etc. exceptuando los casos en que estos se encuentren compartimentados con respecto a los primeros con al menos la misma resistencia al fuego **(SI 1, 3)**.

Cuando se tengan instalaciones como tuberías, cables, conductos de ventilación, etc. que atraviesen a los elementos de compartimentación contra incendios, la resistencia al fuego de estos elementos deberá mantenerse en los puntos donde se produzca la penetración, excluyendo de esta indicación a toda perforación cuya área no sobrepase los 50 cm².

Para esto, se puede hacer uso de elementos que obstruyan de forma automática el área perforada asegurando una resistencia al fuego al menos igual a la del elemento atravesado o imponer que la resistencia estructural de los elementos que penetran en los de compartimentación tengan como mínimo una resistencia igual a la de este.

4.1.4. Reacción al fuego

Los elementos constructivos, decorativos y mobiliarios deben satisfacer las exigencias de reacción al fuego detalladas en el **apartado 4. tabla 4.1 de SI 1** que se muestran a continuación:

Tabla 13: Clases de reacción al fuego de los elementos constructivos

Situación del elemento	Revestimientos	
	De techos y paredes	De suelos
Zonas ocupables	C – s2, d0	E _{FL}
Escaleras y pasillos protegidos	B – s1, d0	C _{FL} – s1
Aparcamientos y recintos de riesgo especial	B – s1, d0	B _{FL} – s1
Espacios ocultos	B – s3, d0	B _{FL} – s2

Su implementación en revestimientos se efectúa siempre que estos superen el 5% de la superficie total del conjunto de paredes, techos o suelos del recinto analizado.

4.2. Propagación Exterior

4.2.1. Medianerías y fachadas

Los elementos verticales separadores de otro edificio deben cumplir con un requerimiento de resistencia al fuego de EI 120 como mínimo (**SI 2, 1.1**), además de esto se establecen criterios a llevar a cabo con el fin de obstaculizar la propagación del fuego a través de la fachada tanto en dirección horizontal como vertical, los que serán detallados a continuación.

4.2.1.1. Propagación horizontal

Para controlar y evitar la propagación del fuego por medio de la fachada en dirección horizontal hacia el exterior de acuerdo con lo especificado en el punto **1.2 de SI 2**, se debe satisfacer que los puntos de sus fachadas tengan al menos una resistencia EI 60 y en caso de no cumplirla, estos se separen como mínimo la distancia d establecida en la tabla 14 la cual se obtiene en base al ángulo (α) que forman los planos exteriores de dichas fachadas.

Tabla 14: Distancia de separación entre fachadas de edificios

α	0°	45°	60°	90°	135°	180°
d [m]	3	2,75	2,5	2	1,25	0,5

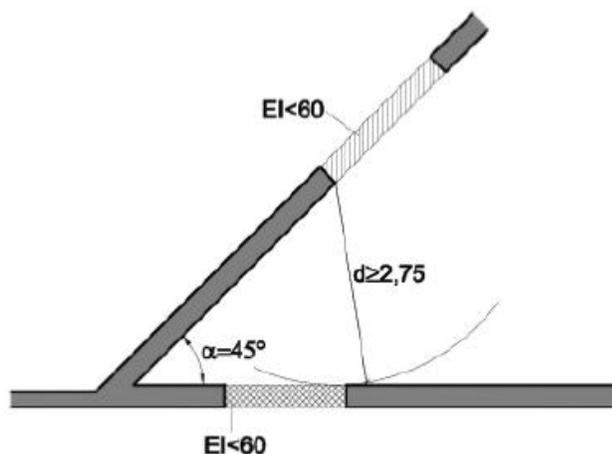


Figura 1: Ejemplo fachadas a 45°

En el caso de edificios diferentes y colindantes, la zona de la fachada del edificio considerado que tenga resistencia menor a EI 60 deberá cumplir el 50% de la distancia d hasta la bisectriz del ángulo formado por ambas fachadas.

4.2.1.2. Propagación vertical

Para controlar la propagación vertical del fuego a través de la fachada (**SI 2, 1.3**), será necesario que la fachada posea una resistencia mínima EI 60 en una franja de al menos 1 metro de altura. Por otro lado, si se tienen elementos salientes que puedan imposibilitar el avance de las llamas, la altura de esta franja podrá disminuirse como se muestra en la figura 3.

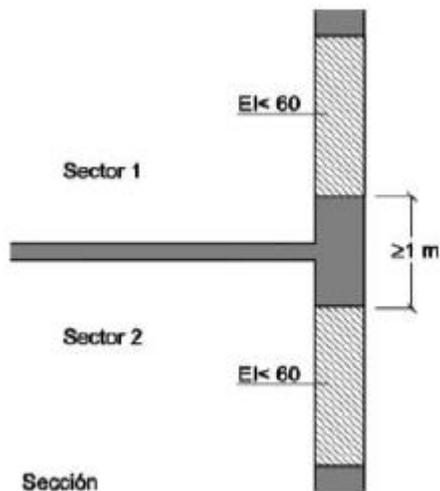


Figura 2: Encuentro forjado - fachada

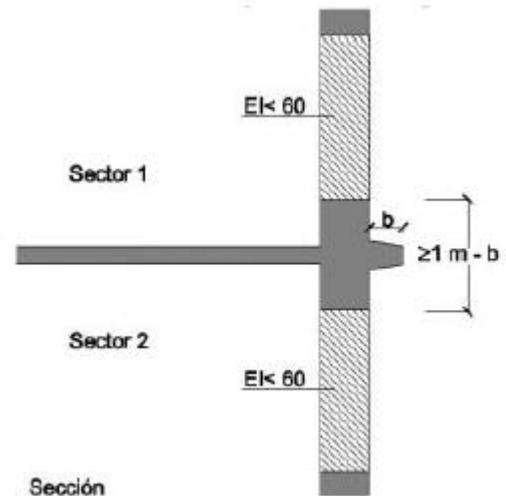


Figura 3: Encuentro forjado - fachada con saliente

4.2.1.3. Reacción al fuego de fachadas

Para los sistemas constructivos de fachada que ocupen una superficie mayor al 10% se deben aplicar en función de su altura total, las siguientes clases de reacción al fuego (**SI 2, 1.4**).

Tabla 15: Clase de reacción al fuego de fachadas

Clase	Altura total
D – s3,d0	Hasta 10 m
C – s3,d0	Hasta 18 m
B – s3,d0	Sobre 18 m

4.2.2. Cubiertas

Para limitar el riesgo de propagación exterior del fuego por medio de la cubierta, esta deberá tener una resistencia mínima REI 60 en una franja de al menos 0.5 m de anchura medida desde el edificio colindante (Fig. 4), así como en una franja de al menos 1 m de ancho situada sobre el encuentro con la cubierta de todo elemento compartimentador de un sector de incendio o de un local de riesgo especial alto (Fig. 5), de acuerdo con lo especificado en **2.1 de SI 2**.

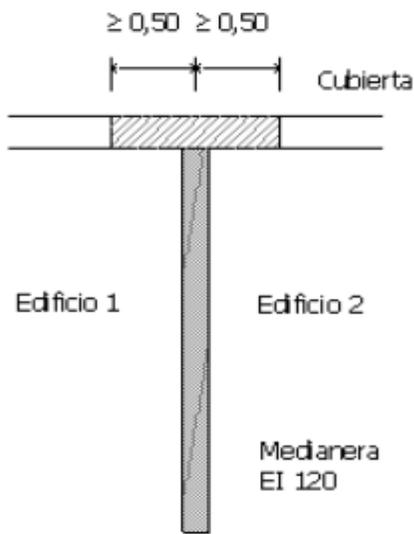


Figura 4: Franja de 0,5 m en la cubierta

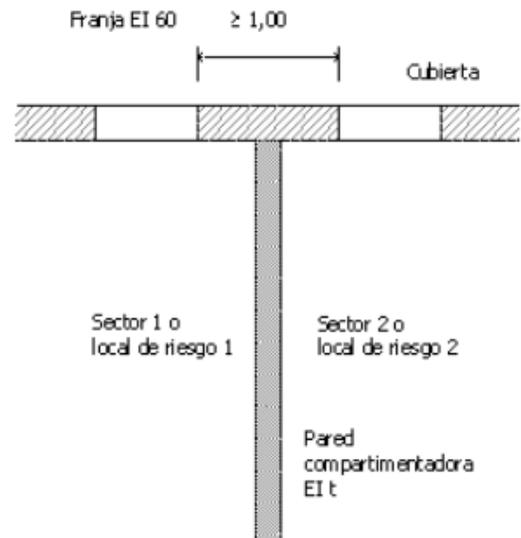


Figura 5: Franja de 1 m sobre el encuentro con la cubierta

Alternativamente a lo indicado, puede optarse por prolongar la medianera o el elemento compartimentador 0.6 m por encima del acabado de la cubierta.

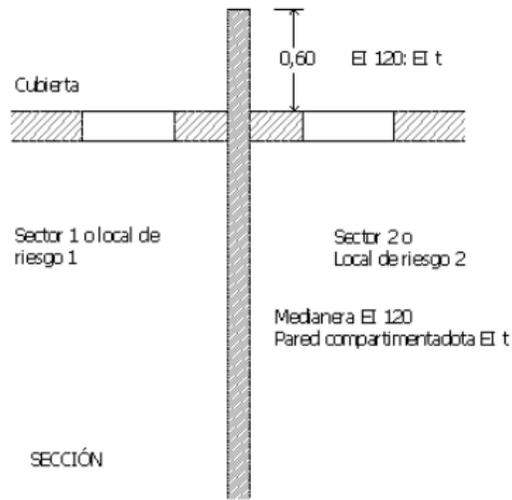


Figura 6: Prolongación de 0,6 m por encima de la cubierta

En el caso del encuentro entre una cubierta y una fachada que pertenezcan a sectores de incendio o a edificios diferentes, cualquier zona de la fachada con una resistencia menor a EI 60 deberá estar a una altura h sobre la cubierta, la que se obtiene en función de la distancia d de la fachada, en proyección horizontal, a la que esté cualquier zona de la cubierta que no alcance el valor de resistencia al fuego mencionado anteriormente (SI 2, 2.2).

Tabla 16: Distancia y altura de zonas con resistencia menor a EI 60

d [m]	$\geq 2,5$	2	1,75	1,5	1,25	1	0,75	0,5	0
h [m]	0	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5

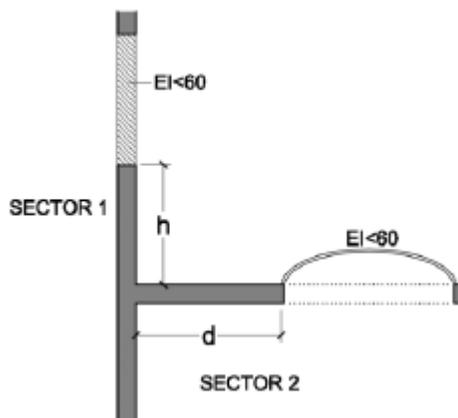


Figura 7: Encuentro cubierta - fachada

4.2.2.1. Reacción al fuego de cubiertas

Los materiales que ocupen más del 10% del revestimiento o acabado exterior de las zonas de cubierta situadas a menos de 5m de distancia de la proyección vertical de cualquier zona de fachada del mismo o de otro edificio, cuya resistencia al fuego sea menor a EI 60, incluida la cara superior de los voladizos que sobresalgan más de 1 m, habrán de pertenecer a la clase de reacción al fuego Broof (t1). **(SI 2, 2.3).**

4.3. Evacuación de ocupantes

4.3.1. Cálculo de ocupación

La densidad de ocupación de una estructura del tipo residencial vivienda y residencial público se explicita en el **apartado 2. tabla 2.1 de SI 3.**

Tabla 17: Carga de ocupación

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación [m²/persona]
Residencial Vivienda	Plantas de vivienda	20
	Zona de alojamiento	20
Residencial Público	Salones de uso múltiple	1
	Vestíbulos y zonas generales	2

Este valor puede variar siempre y cuando sea previsible una ocupación mayor o exigible una menor conforme a alguna disposición legal de cumplimiento obligatorio.

Además, en caso de existir zonas con un uso alternativo o simultáneo que supongan un aumento considerable de la ocupación en comparación con su uso normal previsto, se tendrá que considerar dicho uso en el diseño y cálculo de los elementos de evacuación o bien dejar constancia en la documentación del proyecto, así como en el Libro del edificio de que el uso previsto fue únicamente el característico de la actividad.

4.3.2. Elementos de evacuación

Consisten en los recorridos y salidas desde cualquier origen de evacuación hasta un espacio exterior seguro o a un lugar seguro en el interior del edificio y deben encontrarse adecuados al tipo de actividad, usuario, características y emplazamiento del edificio.

A continuación, se revisan conceptos importantes definidos en el Anexo SI A Terminología del DB SI, que resultan de gran utilidad para la aplicación de los apartados posteriores.

4.3.2.1. Origen de evacuación (O)

Es todo punto ocupable del recinto, exceptuando las viviendas en que se considera desde la puerta de salida a zonas de circulación al igual que en las habitaciones de hotel con densidad de ocupación máxima de 1 persona/ 5 m² y superficie menor o igual a 50 m².

4.3.2.2. Altura de evacuación (h)

La altura de evacuación es la máxima diferencia de cotas entre un origen de evacuación y la salida de edificio que le corresponda, pudiendo ser ascendente o descendente en función del sentido de evacuación.

Para su determinación se deben excluir las plantas más altas de un edificio que presenten únicamente zonas de ocupación nula.

4.3.2.3. Salidas

Salida de planta: Puede estar situada en la planta considerada o bien en una planta diferente y corresponde a alguno de los siguientes elementos:

- 1) El arranque de una escalera no protegida con un hueco de forjado $\leq 1.30 \text{ m}^2$
- 2) El arranque de una escalera compartimentada o una puerta de acceso a una escalera protegida, a un pasillo protegido o al vestíbulo de independencia de una escalera especialmente protegida.
- 3) Una puerta de paso, a través de un vestíbulo de independencia, a un sector de incendio diferente que exista en la misma planta siempre que:
 - Se tengan salidas de planta diferentes para cada sector (sector inicial y alternativo).
- 4) Una salida de edificio.

Salida de edificio: Se define como una puerta o hueco de salida a un espacio exterior seguro. Si esta se prevé para un máximo de 500 personas es posible admitirse como salida de edificio, aquella que comunique con un espacio exterior con dos recorridos alternativos hacia dos espacios exteriores seguros, uno de los cuales no exceda de 50 m.

Salida de emergencia: Salida de planta, de edificio o de recinto prevista para uso exclusivo en caso de emergencia y señalizada de acuerdo con ello.

4.3.2.4. Puertas situadas en recorridos de evacuación

Las puertas destinadas a salida de planta o de edificio y las previstas para una evacuación de más de 50 personas deberán cumplir con lo señalado en los puntos 1 al 4 extraídos del **punto 6 de SI 3**.

- 1) Ser puertas abatibles con eje de giro vertical.
- 2) Contar con un sistema de cierre que se inactive mientras exista movimiento en las zonas a evacuar.
- 3) Poseer un dispositivo de fácil y rápida apertura en el sentido de evacuación, que no requiera el uso de llave o actuar sobre más de un mecanismo, el cual puede ser de tipo manilla o pulsador conforme a la norma **UNE EN 179 - 2009**, cuando se trate de zonas ocupadas por usuarios que se encuentren familiarizados en su mayoría con dicha puerta.
- 4) Abrir en el sentido de la evacuación si está prevista para:
 - El paso de más de 200 personas en edificios de uso residencial vivienda o de 100 personas en residencial público.
 - Una evacuación de más de 50 ocupantes del recinto o espacio en que esté situada.

4.3.2.5. Escaleras

Escalera abierta al exterior: Es una escalera que dispone de huecos abiertos al exterior con una superficie mínima de $5A \text{ m}^2$ en cada planta, en donde A corresponde a la anchura del tramo de la escalera.

Si se tiene que dichos huecos comunican con un patio, las dimensiones de la proyección horizontal de este deben admitir el trazado de un círculo inscrito de $h/3$ m de diámetro, siendo h la altura del patio.

Escalera protegida: Es una escalera de trazado continuo desde su inicio hasta su desembarco en planta de salida del edificio, la cual constituye un recinto seguro para la permanencia de los ocupantes durante un determinado periodo de tiempo en caso de ocurrido un incendio.

Dentro de las condiciones que debe reunir se pueden mencionar:

- 1) Ser un recinto destinado exclusivamente a circulación y compartimentado del resto del edificio con elementos separadores EI 120.
- 3) Tener máximo dos accesos en cada planta, los que se realizan a través de puertas EI2 60 – C5 desde zonas de circulación comunes sin ocupación propia.
- 4) Contar con protección frente al humo, a través de ventilación natural, conductos independientes o un sistema de presurización.

Escalera especialmente protegida: Es una escalera que reúne las condiciones de escalera protegida y adicionalmente cuenta con un vestíbulo de independencia diferente en cada uno de sus accesos desde cada planta.

4.3.2.6. *Espacio exterior seguro*

El **Anexo SI A Terminología del DB SI** lo define como el espacio en el que se puede dar por finalizada la evacuación de los ocupantes del edificio porque:

- Permite la dispersión de las personas que abandonan el edificio de forma segura.
- Tiene una zona delante de cada salida de edificio que comunica con él, con una superficie de al menos $0,5P$ [m^2] delimitada con un radio de $0,1P$ [m] de distancia desde la salida de edificio, siendo P el número de ocupantes que se prevé utilizarán dicha salida. Si P resultara menor a 50 personas no es necesario aplicar esta condición.

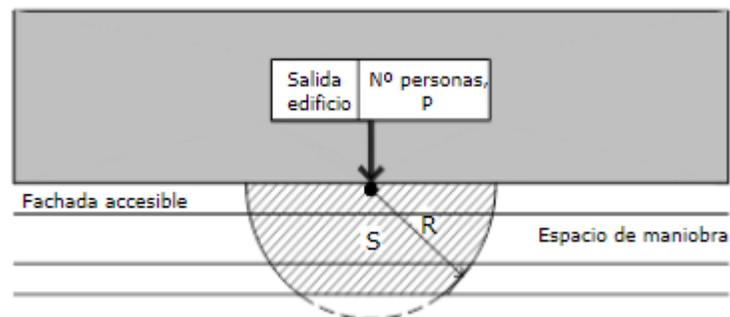


Figura 8: Superficie espacio exterior seguro

- Está comunicado con la red viaria, permitiendo la intervención de personal de bomberos y de los medios de ayuda a los usuarios.
- Permite una amplia disipación de calor, humos y gases.

Luego el documento complementario **DA DB – SI/4** presenta distintas situaciones que pueden producirse como por ejemplo desde que punto puede considerarse la salida de edificio si se tiene un espacio exterior que no cumple las condiciones para que sea seguro o que porción excluir del cómputo de la superficie de este espacio exterior cuando no se encuentre conectado a la red viaria, etc. y las medidas a tomar en cada caso para garantizar una fácil dispersión de los ocupantes.

4.3.3. Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

La **tabla 3.1 del apartado 3 de SI: Evacuación de Ocupantes** indica una serie de condiciones que deben ser satisfechas por una planta o recinto de un edificio de tipo residencial vivienda o residencial público para definir si puede tener una única salida de planta o debe contar con más de una. A continuación, se presenta una tabla resumen con los aspectos aplicables a las edificaciones residenciales.

Tabla 18: Número de salidas de planta y longitud de recorridos de evacuación

N° de salidas en plantas o recintos	Condiciones	
Una única salida de planta	Ocupación máxima	100 personas en residencial público.
		500 personas en el conjunto del edificio de viviendas.
		50 personas en zonas desde las que la evacuación hasta una salida de planta deba salvar una altura mayor que 2 m en sentido ascendente.
	Longitud máxima de los recorridos de evacuación hasta una salida de planta	25 m en general.
		50 m si es una planta con salida directa al espacio exterior seguro, con una ocupación menor a 25 personas.
Altura máxima de evacuación descendente	28 m en Residencial Vivienda.	
	La segunda planta por encima de la de salida en Residencial público.	
Más de una salida de planta	Longitud máxima de los recorridos de evacuación desde el origen hasta una salida de planta.	35 m en Residencial Viviendas y Residencial Público.
	Longitud máxima de los recorridos de evacuación desde el origen hasta un punto en el que existan al menos dos recorridos alternativos.	25 m en general
Más de una salida en la planta de salida del edificio	Ocupación del conjunto del edificio residencial viviendas	Mayor a 500 personas
	Residencial público	Cuando les sea exigible considerando la carga de ocupación

Es posible incrementar en un 25% las longitudes de los recorridos de evacuación establecidas en la tabla anterior cuando se trate de sectores de incendio protegidos con una instalación automática de extinción. Además, en caso de existir un tramo en fondo de saco su longitud no podrá superar los 25 m en general.

4.3.4. Protección de las escaleras

Las condiciones de protección que deben cumplir las escaleras previstas para evacuación en edificios residenciales se indican en la tabla 19 basada en lo mencionado en el **apartado 5, tabla 5.1 de SI 3: Evacuación de ocupantes.**

Tabla 19: Protección de las escaleras

Uso previsto	No protegida	Protegida	Especialmente protegida
Residencial Vivienda	$h \leq 14$ m	$h \leq 28$ m	En todo caso
Residencial Público	Baja más una	$h \leq 28$ m	En todo caso

4.3.5. Dimensionado de los medios de evacuación

Para dimensionar los medios de evacuación se deben seguir los criterios detallados en **4.1 de SI 3** sobre asignación de ocupantes y lo indicado en la **tabla 4.1** del mismo capítulo.

- En caso de tener una sola salida, esta se dimensionará para el número total de ocupantes. Sin embargo, cuando exista más de una se distribuirán los ocupantes a las salidas más próximas suponiéndose inutilizada una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.

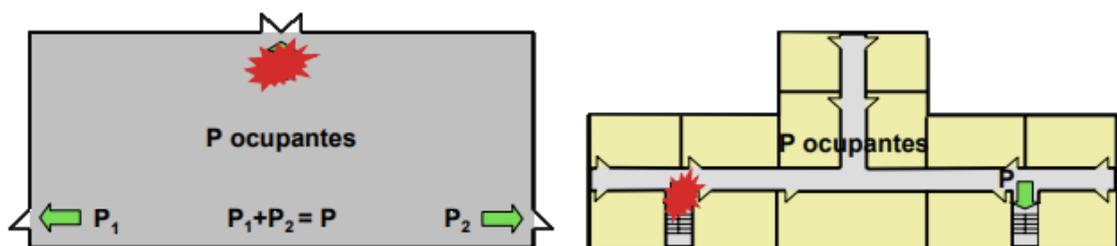


Figura 9: Criterio dimensionamiento de salidas

- Cuando se tenga más de una escalera no protegida deberá considerarse inutilizada en su totalidad una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable. Por el contrario, cuando se trate de escaleras protegidas, especialmente protegidas o compartimentadas, no será necesario suponer ninguna de ellas inutilizada en su totalidad.

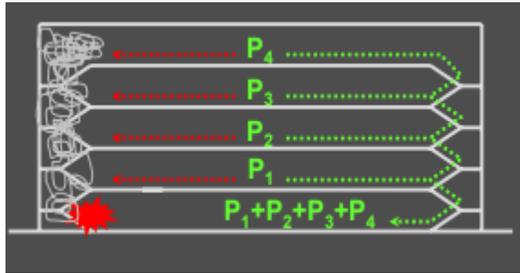


Figura 10: Criterio escalera no protegida



Figura 11: Criterio escalera protegida y especialmente protegida

- En la planta de desembarco de una escalera, se tendrá que añadir el flujo de personas que la utilizan a la salida de planta que le corresponda para determinar el ancho de esta. Para ello, se debe estimar dicho flujo en $160 A$ personas, con A la anchura en metros del desembarco de la escalera, excepto cuando el N° de personas que la utilizan en el conjunto de las plantas sea menor a $160 A$.

Tabla 20: Dimensionado de los elementos de evacuación

Tipo de elemento	Dimensionado
Puertas y pasos	$A \geq P/200 \geq 0,8 \text{ m}$
Pasillos y rampas	$A \geq P/200 \geq 1,0 \text{ m}$
Escaleras no protegidas	
- Para evacuación descendente	$A \geq P/160$
- Para evacuación ascendente	$A \geq P/(160 - 10 h)$
Escaleras protegidas	$E \leq 3S + 160A_s$
Pasillos protegidos	$P \leq 3S + 200A$

Donde:

A : Ancho del elemento.

A_s : Ancho de la escalera protegida en su desembarco en la planta de salida del edificio.

h : Altura de evacuación ascendente.

P : Número total de personas cuyo paso está previsto para el punto cuyo ancho se dimensiona.

E : Suma de los ocupantes asignados a la escalera en la planta considerada, más los de las plantas situadas por debajo o por arriba de ella hasta la planta de salida del edificio.

S : Superficie útil del recinto o bien de la escalera protegida en el conjunto de las plantas de las que provienen las P personas.

4.3.6. Señalización de los medios de evacuación

En lo que respecta a las señales de evacuación, se deben utilizar las definidas en la norma **UNE 23034-1998**, cumpliendo los siguientes criterios conforme a la **sección 7 del DB SI 3**.

- Salidas de recinto marcadas con el rótulo “SALIDA” excepto en residencial vivienda o residencial público cuando la superficie no exceda de 50 m².
- Ser visibles incluso en falla del suministro de alumbrado normal.
- Deben rotularse con la frase “Salida de emergencia” todas las salidas de uso exclusivo en situación de emergencia.
- Se deben señalar los recorridos de evacuación contemplando indicación de dirección, opciones de recorrido (en los puntos en los cuales existan alternativas) y señales con el rótulo “Sin salida” fácilmente distinguibles en puertas que no sean salida y puedan ocasionar confusión.
- Deben repartir los ocupantes de forma coherente con el cálculo y dimensionamiento de los medios de evacuación.

4.3.7. Evacuación de personas con discapacidad

Cuando los edificios residenciales de viviendas superen los 28 m de altura superior de evacuación o los residenciales públicos excedan los 14 m será necesario que las plantas en las que exista ocupación, pero no tengan una salida de edificio accesible, posean conexión a través de una salida de planta accesible a un sector de incendio alternativo o a una zona de refugio conforme a la definición del **Anexo SI A: Terminología** la cual debe diseñarse considerando una plaza para usuarios en silla de ruedas por cada 100 ocupantes o fracción. Además de disponer de un itinerario accesible entre todo origen de evacuación del sector alternativo o zona de refugio y la salida de planta según corresponda **(SI 3, 9)**.

4.4. Instalaciones de protección contra incendios

Los edificios de uso residencial deben contar con las instalaciones de protección contra incendios que se especifican en la **tabla 1.1. de SI 4** y diseñarse, mantenerse, señalizarse, etc. de acuerdo con el reglamento de instalaciones de protección contra incendios (RIPCI).

Tabla 21: Dotación de instalación de protección contra incendios

Instalaciones	Ámbito	Condiciones	
Extintores portátiles	General	Eficacia	21A – 113B
		Ubicación	En cada planta, cada 15 m desde cualquier origen de evacuación.
	Locales o zonas de riesgo especial.	Eficacia	21A – 113B
		Ubicación	Exterior Uno próximo a la puerta de acceso. Interior Desde cualquier punto a un extintor, incluido el del exterior: - De riesgo especial alto: $L \leq 10$ m - De riesgo especial medio o bajo: $L \leq 15$ m
Bocas de incendio	Zonas de riesgo especial alto (materias sólidas) en viviendas o si $S_c > 1000$ m ² o excede de 50 personas en residencial público.	Tipo 25 mm	
Columna seca	Si $h > 24$ m	Sustituible por instalación de boca de incendio si no se puede garantizar su funcionamiento.	
Detección y alarma	Si $h > 50$ m en viviendas o si $S_c > 500$ m ² en residencial público.	Transmisión de señales visuales y acústicas.	
Extinción automática	Si $h > 80$ m en viviendas o $h > 24$ m en residencial público		
	En centros de transformación (aparatos con aislamiento con punto de inflamación menor que 300°C)	Si $P > 1000$ kVA en cada aparato o $P > 4000$ kVA en el conjunto de aparatos.	
Ascensor de emergencia	En plantas con $h > 28$ m		
Hidrantes exteriores	Si $h_{descendente} > 28$ m	Al menos 1 hidrante cada 10.000 m ² de S_c	Uno más por cada 10.000 m ² o fracción
	Si $h > 6$ m		
	Si 5.000 m ² < S_c < 10.000 m ² en viviendas o si 2.000 m ² < S_c < 10.000 m ² en residenciales públicos	1 hidrante	

Donde:

h: Altura de evacuación.

$h_{descendente}$: Altura de evacuación descendente.

S_c : Superficie construida

P: Potencia instalada

L: Recorrido

4.5. Intervención de bomberos

El **DB SI 5** establece condiciones para los viales de aproximación de los vehículos de bomberos a los edificios y los espacios de maniobra disponibles, junto con disposiciones de accesibilidad por fachadas a través de huecos, que tienen como objetivo facilitar la intervención de los equipos de rescate y extinción de incendio.

Es importante que el espacio de maniobra exterior para bomberos se mantenga libre de mobiliario urbano, arbolado u obstáculos y las fachadas sin elementos que dificulten la accesibilidad al interior del edificio por medio de sus huecos.

Tabla 22: Condiciones para facilitar la intervención de bomberos

Criterio	Condiciones		
Viales de aproximación	Ancho mínimo libre	3,5 m	
	Altura mínima libre	4,5 m	
	Capacidad portante	20 kN/m ²	
Espacio abierto exterior	Ancho mínimo libre	5 m	
	Altura libre	La del edificio	
	Separación máxima de vehículo de bomberos a fachada de edificio	$h \leq 15$ m	23 m
		$h \leq 20$ m	18 m
		$h > 20$ m	10 m
	Distancia máxima hacia accesos del edificio	30 m	
	Pendiente máxima	10%	
Huecos de acceso en fachadas	Ubicación	En cada planta del edificio	
	Separación entre ellos	≤ 25 m	
	Dimensiones mínimas	Ancho: 0.8 m Alto: 1.2 m	

4.6. Resistencia al fuego de la estructura

El incremento de la temperatura producto de un incendio, afecta a la estructura del edificio ocasionando una modificación de la capacidad mecánica de los materiales y la aparición de tensiones como consecuencia de las deformaciones de los elementos.

Para el cálculo de la resistencia al fuego de los elementos estructurales existen tres alternativas:

- Curva normalizada tiempo – temperatura (UNE EN 1991-1-2:2004): Se aplica el tiempo establecido con carácter general, considerando la acción térmica normalizada, en función del uso del sector y la altura de evacuación del edificio (**tabla 3.1 y 3.2. de SI 6**).

Tabla 23: Resistencia al fuego de elementos estructurales en edificios residenciales

Uso del sector de incendio	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante con altura de evacuación (h):		
		≤ 15 m	≤ 28 m	> 28 m
Residencial Vivienda y Residencial público	R 120	R 60	R 90	R 120

Tabla 24: Resistencia sectores de riesgo especial

Zona de riesgo	Resistencia
Riesgo especial bajo	R 90
Riesgo especial medio	R 120
Riesgo especial alto	R 180

- Tiempo equivalente de exposición al fuego: Considera las características particulares del edificio (tamaño, ventilación, material estructural, medidas de lucha contra el fuego, etc.), además del valor de cálculo de la densidad de carga de fuego (**Anexo SI B: Tiempo equivalente de exposición al fuego**).

- Modelos de incendio real: Se adoptan modelos que representen de forma más ajustada la curva tiempo – temperatura del incendio real previsible, como por ejemplo curvas paramétricas, curvas para distintos tipos de fuego: localizados, no desarrollados completamente, etc. (UNE EN 1991-1-2:2004).

Por último, en lo concerniente a elementos estructurales secundarios no se les exigirá satisfacer ningún criterio de resistencia estructural al fuego cuando el colapso de estos no ocasione peligro a los ocupantes ni comprometa la estabilidad global de la estructura.

5. Normativa Estadounidense

La NFPA (National Fire Protection Association) es una organización reconocida a nivel mundial fundada en el año 1896 en Estados Unidos, que se dedica al desarrollo de códigos y normas de protección contra incendios y seguridad humana, además de recomendaciones de prevención y control de estos.

La NFPA 101 es el documento normativo más utilizado en Latinoamérica y en otras regiones del mundo para definir una protección contra incendios adecuada que permita salvaguardar vidas y bienes de los efectos del fuego, además de garantizar un rápido retorno a las actividades.

Su principal objetivo es proporcionar los requisitos mínimos para el diseño, operación y mantenimiento de edificios y estructuras que permitan asegurar la vida de las personas en caso de incendio, ofreciendo un ambiente razonablemente seguro para los ocupantes que no estén directamente relacionados con el desarrollo inicial del fuego y mejoras en la capacidad de supervivencia de los ocupantes que si lo estén.

Para ello se basa en un diseño que mantenga la integridad estructural del edificio durante cierto periodo, otorgando el tiempo suficiente para la evacuación de los usuarios, además de sistemas efectivos de detección, alarma y extinción que logren mitigar el riesgo para el cual fueron instalados.

Para iniciar la labor de diseño o verificación se debe definir el tipo de ocupación presente en el edificio o estructura, la cual puede clasificarse en reuniones públicas, educacional, guardería, para el cuidado de la salud, detención y correccional, residencial, mercantil, negocios, industrial, etc.

En el presente capítulo se hará una revisión de los requisitos contenidos en esta norma que deben satisfacer los edificios residenciales de tipo apartamentos, entendiéndose por ellos los que contienen tres o más unidades de vivienda con instalaciones independientes de cocina y baño, los cuales resultan ser muy similares a los de hoteles y dormitorios.

5.1. Ocupación

Un uso de tipo residencial se define como una ocupación que provee acomodaciones para dormir con fines diferentes que los de cuidado de la salud o detención y correccional. Dentro de este se distinguen las viviendas unifamiliares y bifamiliares, casas de huéspedes o pensión, hotel, dormitorio y edificio de apartamentos.

Los edificios de apartamentos incluyen las casas de apartamentos, viviendas, apartamentos con jardín o cualquier otra estructura que cumpla con su definición.

Cuando una estructura posea dos o más clases de usos, se conocerá como ocupación múltiple la que a su vez se clasificará en ocupaciones mixtas y ocupaciones separadas de acuerdo con **6.1.14**. Los espacios de ocupación mixta corresponden a recintos donde se produce una ocupación entremezclada de forma no simultánea o donde el acceso a salida de una ocupación atraviesa otra ocupación. En estos casos el diseño, los medios de egreso y sistemas de protección deben cumplir con los requisitos de seguridad contra incendios más exigentes de los usos involucrados. Mientras que cuando se tengan recintos independientes entre sí con distintos usos (ocupación separada), cada uno de estos deberá satisfacer los requisitos que le correspondan según su ocupación, además de estar completamente separados entre sí mediante conjuntos de montaje resistentes al fuego según lo dispuesto en las **tablas 6.1.14.4.1. (a) y (b) del capítulo 6: Clasificación de ocupación.**

Tabla 25: Separación mínima requerida entre ocupaciones (en horas)

Ocupación	Viviendas uni-bifamiliares	Pensión	Hoteles y dormitorios	Edificio de apartamentos	Mercantil	Negocios
Reuniones (hasta 300)	2	2	2	2	2	1
Reuniones (300 a 1000)	2	2	2	2	2	2
Reuniones (sobre 1000)	2	2	2	2	2	2
Viviendas uni-bifamiliares	-	1	1	1	2	2
Pensión	1	-	1	1	2	2
Hoteles y dormitorios	1	1	-	1	2	2
Edificio de apartamentos	1	1	1	-	2	2

Si el edificio se encuentra protegido en su totalidad por un sistema de rociadores automáticos debidamente verificado, se podrán disminuir en 1 hora los tiempos especificados en la tabla anterior, con la salvedad de que ningún tiempo podrá ser inferior a 1 hora.

Se permitirá para usos múltiples que las unidades de viviendas se ubiquen por encima de una ocupación no residencial según lo mencionado en **30.1.2.3.**, siempre y cuando se cumpla una de las siguientes condiciones:

- Unidades de vivienda residenciales junto a sus salidas separadas de la ocupación no residencial a través de barreras estructurales con una resistencia al fuego mínima de 1 hora.
- Ocupación no residencial protegida en su totalidad por un sistema de rociadores automáticos debidamente verificado.

Adicionalmente a la diferenciación por ocupación, los edificios y estructuras se clasifican según el riesgo de contenidos al cual se encuentran expuestos los usuarios, el cual se relaciona con el peligro relativo al inicio, propagación del incendio, el correspondiente a la emanación de humos y gases tóxicos junto a la amenaza potencial de explosión.

La NFPA 101 define tres grados de riesgo que pueden presentarse en las edificaciones:

Riesgo leve: Son aquellos con un nivel de combustibilidad tan bajo que no puede ocurrir una auto propagación del fuego.

Riesgo ordinario: Hace referencia a los contenidos que presentan la posibilidad de arder con una rapidez moderada o que generan un volumen de humo considerable.

Riesgo elevado: Son aquellos contenidos que tienen la posibilidad de arder con extrema rapidez o de hacer explosión.

Los contenidos de las ocupaciones de tipo residencial deben clasificarse como riesgo ordinario según lo señalado en el apartado **30.1.5** de esta norma, por otro lado, en caso de existir espacios de usos múltiples con diferentes grados de riesgo en sus distintas partes, predominará la exigencia más alta de riesgo al menos que dichas partes se encuentren separadas o protegidas.

5.2. Medios de egreso

Un medio de egreso es un recorrido continuo y sin obstrucciones desde cualquier punto de un edificio hasta la vía pública, conformado por el acceso a salida, la salida y la descarga de salida.

El acceso a salida es la parte del medio de egreso que conduce a la salida, la salida es la porción separada de otros espacios del edificio mediante elementos constructivos que provee un trayecto protegido hacia la descarga de salida, mientras que esta última corresponde a la sección del medio de egreso entre el término de la salida y la vía pública.

La NFPA 101 establece como requisito fundamental que la seguridad humana no dependa de un único medio de protección, sino que se provea como mínimo un medio adicional para cubrir los casos en que el bloqueo de un único medio como consecuencia del fuego o humo coloque en peligro la vida de los ocupantes que intenten utilizarlo. Dichos medios deberán disponerse de forma que se minimice el riesgo de que ambos resulten inutilizados por efectos de la misma situación de emergencia, además de mantenerse libres de cualquier tipo de obstrucción, ser accesibles garantizando un nivel razonable de protección para ocupantes con problemas de movilidad y estar marcados en toda su extensión indicando el recorrido hasta una zona segura.

5.2.1. Carga de ocupación

La carga de ocupación corresponde a la cantidad total de personas que pueden ocupar un edificio o parte de este en cualquier momento y se determina en base a los factores de carga de ocupantes de la **tabla 7.3.1.2. del capítulo 7**.

Tabla 26: Factores de ocupación

Uso	Ocupación [m ² /persona]
Hoteles y dormitorios	18,6
Edificios de apartamentos	18,6
Asilos y centros de acogida grandes	18,6

Para obtener la carga de ocupantes se debe dividir el área de piso asignada para ese uso por el factor de carga correspondiente. Luego la carga de ocupantes será el mayor valor obtenido entre el procedimiento descrito y el máximo número probable de personas que haga uso del espacio considerado (**apartado 30.1.7.**).

$$\text{Carga de ocupación} \leq \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{\text{Área de piso}}{\text{Factor de ocupación}} \\ \text{Máx. número de personas} \end{array} \right.$$

Se permitirá un aumento en el valor de carga de ocupación obtenido a partir de la tabla 26 siempre y cuando se cumplan todos los requisitos definidos en la norma para este tipo de edificios para el valor de carga incrementada **(7.3.1.3.1.)**.

5.2.2. Elementos de los medios de egreso

5.2.2.1. Puertas

Las puertas deben ser diseñadas y construidas de forma tal que el recorrido de egreso sea directo y fácilmente reconocible. Además, deberán satisfacer un ancho mínimo de 81 cm, con la excepción de puertas que sirvan de acceso a un edificio o parte de él que no requieran ser accesibles para personas con impedimentos severos de movilidad, donde se aceptará un ancho de a lo menos 71 cm y en caso de servir de acceso a habitaciones con un área menor a 6,5 m² de 61 cm como mínimo **(7.2.1.2.3.2.)**.

Las hojas de las puertas en un medio de egreso deberán dejar sin obstrucción por lo menos la mitad del ancho requerido de un pasillo, corredor, pasadizo o descanso durante su abatimiento, y cuando se encuentren completamente abiertas no deberán proyectarse más de 18 cm en el ancho requerido de dichos elementos en base a lo señalado en el apartado **7.2.1.4.3.1.**

Adicionalmente, deberán garantizar una fácil apertura desde el lado de salida siempre que el edificio este ocupado **(7.2.1.5.1.)** y si existieran cerraduras, estas no tendrán que requerir el uso de llaves, herramientas o conocimientos especiales para su funcionamiento desde dicho lado **(7.2.1.5.2.)**. Excluyendo las puertas con un dispositivo de cierre fácilmente identificable, que posean una llave disponible de forma inmediata en caso de que cualquier ocupante lo necesite y un cartel ubicado sobre la hoja de la puerta con el rótulo “Esta puerta debe permanecer sin llave cuando el edificio este ocupado” **(7.2.1.5.4.)**.

En edificios protegidos por un sistema automático de detección de incendios o rociadores, se podrán instalar cerraduras de egreso temporizado cuando el accionamiento de rociadores automáticos, detectores de humo o calor, la pérdida de energía en la cerradura y la aplicación de una fuerza al dispositivo produzcan su destrabamiento. Sin embargo, solo se permitirá como máximo un dispositivo de este tipo en cada recorrido de salida **(7.2.1.6.1. y 30.2.2.2.2.)**.

El uso de puertas de egreso de acceso controlado se autorizará cuando se tengan sensores de detección de ocupantes por el lado desde el cual proviene la evacuación, los cuales se encargarán de dar la señal para que se produzca el destrabamiento ante la proximidad de un usuario o una pérdida de energía por parte de este elemento **(7.2.1.6.2.)**.

En cuanto al uso de puertas giratorias como medio de egreso, estas se permitirán siempre y cuando se cumpla que sirvan como salida para el 50% de la carga de ocupación del edificio como máximo, se les adjudique una capacidad no mayor a 50 personas o una capacidad basada en el ancho mínimo libre de la abertura cuando se encuentren plegadas para diámetros no menores a 27,45 cm y sus hojas sean plegables como un libro ante una fuerza no mayor a 580 N **(7.2.1.10.)**.

También podrán emplearse puertas corredizas horizontales en medios de egreso que sean utilizables desde cualquiera de sus lados con facilidad sin requerir algún conocimiento avanzado excluyendo los espacios usados como corredores de acuerdo con lo mencionad en **7.2.1.14.** y **30.2.2.2.4.**

5.2.2.2. Escaleras

Las escaleras que integran una vía de emergencia deberán proporcionar una evacuación sencilla en caso de incendio, cumpliendo requerimientos mínimos de dimensiones de acuerdo con la carga de ocupación y uso del edificio. Además, deberán diseñarse con materiales que proporcionen una resistencia al fuego suficiente para limitar al mínimo el peligro a la vida de los ocupantes que hagan uso de estas.

La tabla 27 presenta las dimensiones mínimas requeridas por dichos elementos cuando forman parte de un medio de egreso **(Tabla 7.2.2.2.1.1. (a))**.

Tabla 27: Criterios dimensionales de escaleras

Característica	Valor [mm]
Ancho mínimo	Tabla 28
Altura máxima de las contrahuellas	180
Altura mínima de las contrahuellas	100
Profundidad mínima de la huella	280
Altura libre mínima	2030
Altura máxima entre los descansos	3660

En lo que respecta al ancho de la escalera, este se obtendrá a partir de la carga total de ocupantes de todos los pisos servidos por esta, donde para cargas menores a 50 se establecerá un ancho mínimo de 915 mm, mientras que en los casos en que se supere dicho valor se aplicará un ancho de a lo menos 1120 mm cuando la carga total de ocupantes acumulada asignada a dicha escalera sea menor a 2000 personas y de 1420 mm cuando sea mayor a 2000 personas (**7.2.2.2.1.2. y tabla 7.2.2.2.1.2.(B)**).

Tabla 28: Anchos mínimos de escaleras

Carga total de ocupantes	Carga total de ocupantes acumulada	Ancho [mm]
< 50	-	915
> 50	< 2000	1120
	> 2000	1420

Las escaleras deberán ser de construcción fija permanente y materiales no combustibles, tener descansos en las aberturas de las puertas y descansos intermedios sin reducciones en su ancho en la dirección del recorrido de egreso, el cual además no podrá ser inferior al ancho de la escalera.

Los escalones tendrán que ser sólidos, sin perforaciones y libres de bordes que puedan ocasionar tropiezos durante su utilización, con variaciones en la huella y contrahuella no mayores a 4,8 mm, a partir de lo señalado en **7.2.2.3**.

En cuanto a los pasamanos, de acuerdo con **7.2.2.4**, estos deberán ubicarse a ambos lados y dentro de los 760 mm del ancho de egreso considerado, ser continuos en la longitud total del tramo y evitar proyecciones que puedan enganchar parte de la ropa de los usuarios cuando se encuentren haciendo uso de estos. Además, tendrán que colocarse a no menos de 865 mm y más de 965 mm por encima de la superficie de los escalones, excepto cuando se encuentren integrando una baranda, donde se permitirá una altura mayor a 965 mm pero menor a 1065 mm.

Su diseño podrá ser de sección circular con un diámetro mínimo de 32 mm y máximo de 51 mm o de forma no circular con un perímetro mínimo y máximo de 100 mm y 160 mm respectivamente, con bodes redondeados para un ajuste más efectivo a la mano y su instalación tendrá que proveer un espacio libre no menor a 57 mm entre el pasamanos y la pared que garantice un agarre cómodo y seguro que actúe como soporte para la prevención de caídas.

En lo que respecta al uso de barandas, estas se exigirán en los lados abiertos de las escaleras dispuestas a una altura mayor a 760 mm medida sobre el nivel de piso y continuas en todo el largo del tramo de la escalera.

Por último, resulta importante contar con señalización al interior de la caja de escalera, que especifique el nivel de piso actual, el de descarga y la dirección de recorrido hacia este, la que debe pintarse sobre la pared o sobre un cartel firmemente asegurado a la pared con el objetivo de prevenir confusiones durante la evacuación sobre todo cuando se tengan pisos subterráneos **(7.2.2.5.4.)**.

Las escaleras exteriores deberán estar separadas del interior del edificio por una barrera con clasificación de resistencia al fuego, la cual debe extenderse 3050 mm verticalmente por sobre el nivel de terreno terminado y 3050 mm horizontalmente. Además, se permitirá que estas conduzcan a techos de otras secciones del edificio o de un edificio adyacente donde la construcción sea resistente al fuego, siempre que posean un medio de egreso continuo y seguro desde el techo **(7.2.2.6.)**.

Cuando existan aberturas en la zona de la barrera cortafuego, estas tendrán que protegerse con una resistencia al fuego de 45 min si se encuentran fuera del área de la escalera y con una resistencia de 1 h o 1,5 h cuando la abertura se ubique en el área de la escalera, si el edificio tiene hasta 3 pisos o más de 3 pisos respectivamente como se muestra en la fig.12.

Adicionalmente, las escaleras exteriores deberán ser provistas de obstrucción visual opaca de no menos de 1,22 m de altura, para evitar cualquier impedimento de uso por parte de usuarios con miedo a los lugares elevados **(7.2.2.6.2.)** y diseñarse minimizando la acumulación de agua en su superficie **(7.2.2.6.5.)**.

Complementario a esto, los recintos compartimentados que posean salidas horizontales requerirán de al menos una salida adicional que sirva para al menos el 50% de la cantidad y capacidad requerida para las salidas, la cual no debe ser de tipo horizontal **(7.2.4.2.1.)**.

Cuando alguno de los lados conectados mediante dicha salida se encuentre ocupado, las puertas usadas deberán encontrarse sin llave desde el sentido de egreso y batir en la dirección de salida. Además, se requerirá que las áreas de piso de cualquiera de esos lados sean suficientes para albergar al total de ocupantes de ambas áreas con una densidad de 0,28 m² por persona **(7.2.4.2.3. y 7.2.4.2.4.)**.

En lo que concierne a las barreras cortafuego de salidas horizontales que separan áreas o edificios, estas deberán cumplir con una clasificación de resistencia al fuego de 2 horas y proveer una separación continua hasta el nivel de terreno. Por otro lado, si terminan en muros exteriores en un ángulo menor a 180°, la barrera deberá extenderse 3050 mm a cada lado de la salida horizontal y los muros exteriores tendrán que satisfacer como mínimo una resistencia al fuego de 1 hora **(7.2.4.3.)**.

5.2.2.4. Pasadizos de salida

Los pasadizos de salida son corredores protegidos contra incendios de manera similar a una escalera de salida interior encerrada. Cuando estos sirvan de descarga del cerramiento de una escalera, deberán tener a lo menos la misma clasificación de resistencia al fuego que dicha escalera y si se encuentran sirviendo de acceso a salidas, tendrán que separarse de otras partes del edificio por muros con clasificación de resistencia al fuego mínima de 1 hora **(7.2.6.3.)**.

El ancho requerido por los pasadizos tendrá que ser el suficiente para contener la capacidad agregada requerida de todas las salidas que descargan a través de él, a menos que se trate de un pasadizo que sirva a los ocupantes del nivel de descarga de salida al exterior del edificio donde no será necesario considerar la capacidad agregada.

También, se deberá tener en cuenta que el ancho mínimo permitido para estos elementos no debe ser inferior a los 2/3 del ancho de la escalera de salida que descarga en ellos y su piso debe carecer de perforaciones que puedan ocasionar la entrada de humos y llamas que pongan en riesgo la vida de las personas y el éxito de la evacuación **(7.2.6.4.)**.

El uso más relevante de un pasadizo de salida es satisfacer el requisito de que por lo menos el 50 % de las escaleras de salida descarguen directamente al exterior de edificios de pisos múltiples, por lo que cuando no sea posible ubicar las escaleras en un muro exterior se podrá emplear un pasadizo conectado a la parte inferior de estas que sirva para el traslado seguro de los ocupantes hacia la puerta de salida exterior.

5.2.2.5. Rampas

Las rampas diseñadas para ser utilizadas como medio de egreso deben estar de acuerdo con **7.2.5.3.** siendo de construcción fija con un piso sólido y sin perforaciones, además de disponer de descansos en el extremo superior e inferior y en las conexiones con las puertas que permiten el ingreso a estas.

La pendiente del descanso debe ser como máximo 1 en 48, su ancho no menor al ancho de la rampa y en caso de existir cambios de dirección del recorrido a través de la rampa, estos tendrán que realizarse únicamente en los lugares donde existan descansos. En cuanto a la longitud, se exigirá al menos un valor de 1220 mm en la dirección del recorrido para cada descanso y de 1525 mm cuando estos se encuentren integrando una ruta accesible.

Las dimensiones de las rampas tendrán que cumplir lo dispuesto en la **tabla 7.2.5.2.(a)** de la NFPA 101, la cual se presenta a continuación:

Tabla 29: Dimensiones de rampas [mm]

Característica	Criterio dimensional
Ancho mínimo libre de toda obstrucción	1120
Pendiente máxima	1 en 12
Pendiente transversal máxima	1 en 48
Elevación máxima para un único tramo de rampa	760

Las rampas que se encuentren abiertas al vacío requerirán de barandas, paredes o superficies proyectadas que eviten caídas por parte de los usuarios mientras hacen uso de estas. También, cuando posean una elevación mayor a 150 mm, tendrán que instalarse barandas a ambos lados del recorrido a una altura mínima de 760 mm medida verticalmente desde la parte superior de la baranda hasta la superficie adyacente **(7.2.5.4.)**.

Por último, si se tratara de rampas exteriores, estas deberán diseñarse de forma que se minimice la acumulación de agua en el tramo producto de las lluvias y si su altura excediera los 11 m por encima del nivel de terreno tendrá que proveerse de una obstrucción visual opaca de al menos 1220 mm de alto que otorgue la sensación de tranquilidad y protección a las personas que sufren de temor a las alturas **(7.2.5.6.)**.

5.2.2.6. Áreas de refugio

Un área de refugio consiste en un piso de un edificio que se encuentra totalmente protegido mediante un sistema de rociadores automáticos debidamente verificados, separada del resto del edificio por medio de barreras con resistencia al fuego mínima de 1 hora **(7.2.12.3.4.)**.

Cuando se requiera un área de refugio, esta tendrá que ser accesible desde el espacio al que sirven a través de un medio de egreso accesible, además de estar comunicada con la vía pública por medio de una salida o ascensor que evite tener que retroceder por las zonas a través de las que se hizo uso para llegar a ella.

Si la salida que conecta el área de refugio con la vía pública incluye escaleras, el ancho libre de los descansos y tramos de esta escalera deberán ser a lo menos 1220 mm para permitir el traslado de una silla de ruedas mediante la acción de 3 personas **(7.2.12.2.)**.

Por otra parte, estos sectores deberán poseer en su interior un espacio de 760mm x 1220mm por cada 200 ocupantes para acomodar la silla de ruedas conforme a la carga de ocupación que sirven y mantener el ancho mínimo de 915 mm en los medios de egreso.

Para superficies de refugio menores a 93 m², se exigirá la realización de procedimientos de cálculo que demuestren que las condiciones de seguridad ligadas a temperatura, humo y gases tóxicos son sostenibles durante un periodo de 15 minutos cuando se tenga al exterior del refugio un incendio completamente desarrollado **(7.2.12.3.)**.

5.2.2.7. Ascensores

Los ascensores no deben considerarse como un componente de los medios de egreso, pero si está permitido su uso como medio de egreso accesible siempre y cuando estén de acuerdo con los requisitos de operación de emergencia para bomberos dispuestos en la ASME A17.1/CSA B44.

Debido al peligro existente por el mantenimiento de la operación de los ascensores durante un incendio, se establecieron dos fases de seguridad: Fase I – Operación de rellamada de emergencia y Fase II – Operación de emergencia desde el coche. La fase I se inicia a partir de la activación de un detector de humo en el vestíbulo o cuarto de máquinas del ascensor, ocasionando el traslado del coche al piso del nivel de salida donde permanece para su posterior uso por el cuerpo de bomberos, mientras que la fase II comienza en el momento en que bomberos utiliza la llave de desbloqueo de los carros permitiendo su conducción a una distancia de dos pisos bajo el piso de origen del siniestro, para iniciar las labores de combate y control del fuego.

5.2.3. Capacidad de los medios de egreso

Las vías de evacuación de un edificio deben tener la capacidad suficiente para albergar a todos los ocupantes y en caso de que se necesite proveer más de una vía, sus anchos y capacidades tendrán que ser suficientes para garantizar ante la pérdida u obstrucción de alguna, una capacidad restante de al menos el 50%.

Además, cuando se tengan salidas que sirvan a más de un piso, la capacidad requerida por estas en cada piso se determinará considerando únicamente la carga de ocupantes de ese piso. Sin embargo, si en un piso se produce la convergencia de usuarios provenientes de niveles superiores e inferiores a él, la capacidad del medio de egreso deberá ser como mínimo la sumatoria de las capacidades de ambos niveles. Por lo que para salidas a nivel de calle se considerará en su diseño la carga de ocupantes del piso a nivel de calle, más la capacidad de escaleras y rampas que descarguen en él (**7.3.1.** y **30.2.3.2.**).

Para el diseño de corredores deberá considerarse la carga de ocupantes del corredor dividida en el número de salidas a las que conduce, teniendo en cuenta que su capacidad no puede ser inferior a la de esas salidas y su ancho no menor a 915 mm para capacidades menores a 50 y de 1120 mm en caso contrario (**7.3.3.3,** **30.2.3.3.** y **30.2.3.4.**). Por último, para puertas deberán respetarse los valores mínimos señalados en el **punto 6.3.2.2.1.** de este documento.

Los componentes de los medios de egreso deben diseñarse en base a la carga de ocupación detallada en el **apartado 6.3.2.1.** de este informe y los factores de capacidad indicados en la **tabla 7.3.3.1.** de la NFPA 101, teniendo en cuenta que la ocupación de cada vía de evacuación se obtendrá dividiendo la carga total de ocupantes en la cantidad de salidas consideradas. Valor que ponderado por su correspondiente factor de capacidad entregará las dimensiones del componente que se diseña.

Tabla 30: Factores de capacidad

Uso	Ancho [mm/ persona]	
	Escaleras	Pasadizos y rampas
Asilos y centros de acogida	10	5
Cuidado de la salud, con rociadores	7,6	5
Cuidado de la salud, sin rociadores	15	13
Todos los demás	7,6	5

Para el caso de las escaleras de ancho mayor a 1120 mm, con factor de capacidad de 7,6 mm/ persona, la norma permitirá en el **punto 7.3.3.2.** un incremento en la capacidad de estas utilizando la siguiente ecuación:

$$C = 146.5 + \left(\frac{W_n - 44}{0.218} \right)$$

Donde:

C: Capacidad en personas

W_n : Ancho nominal de la escalera

Es importante tener en cuenta, que la eficiencia de un medio de egreso estará dada por el componente con menor capacidad que integre dicha vía, por lo que en un edificio el piso con mayor carga de ocupantes definirá el ancho mínimo del medio de egreso, el cual según lo establecido en el código de seguridad humana no podrá ser inferior a 915mm, sin embargo, en caso de existir factores más restrictivos serán estos los que controlarán el diseño.

5.2.4. Cantidad de medios de egreso

Los edificios deben disponer de al menos dos medios de egreso con el fin de prevenir situaciones de riesgo ocasionadas por la posible obstrucción de alguno de estos.

La cantidad mínima requerida desde cualquier piso quedará definida en base a la carga de ocupantes (**7.4.1.2.**), como se resume en la tabla 31:

Tabla 31: Cantidad mínima de medios de egreso por carga de ocupantes

Carga de ocupantes	Cantidad mínima
< 500	2
500 hasta 1000	3
> 1000	4

Para la determinación de la cantidad de medios de egreso por piso, deberá emplearse únicamente la carga de ocupantes del piso que se está diseñando. Sin embargo, si la cantidad de medios de egreso disminuye en la dirección del trayecto de salida deberá adoptarse la cantidad obtenida antes de ocurrida la disminución **(7.4.1.4.)**.

5.2.5. Disposición de los medios de egreso

Las salidas deben ubicarse de forma que sean claramente reconocibles y accesibles en cualquier instante y en caso contrario deben proveerse pasadizos continuos que conecten con un mínimo de dos salidas a los ocupantes del edificio mediante recorridos separados. También, deben estar apartadas entre si la distancia suficiente para reducir la posibilidad de que más de una se vea obstruida como consecuencia de una emergencia **(7.5.1.1.1. y 7.5.1.3.1.)**.

En situación que se tengan dos salidas, estas deberán disponerse según lo indicado en **7.5.1.3.2.** separadas en al menos la mitad de la longitud de la máxima dimensión diagonal del edificio o área servida, medida entre el borde más cercano de las salidas, como se muestra en las figuras 13, 14, 15 y 16.

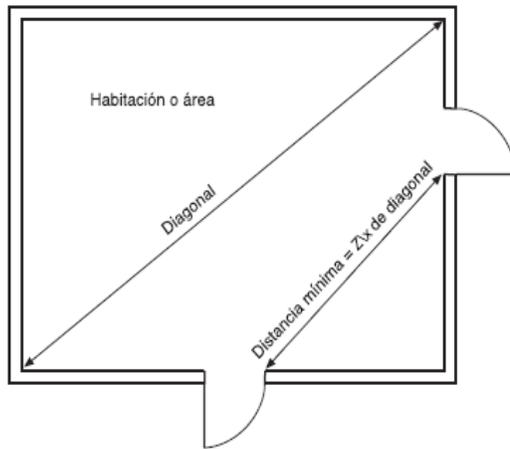


Figura 13: Regla diagonal para distancia de salida

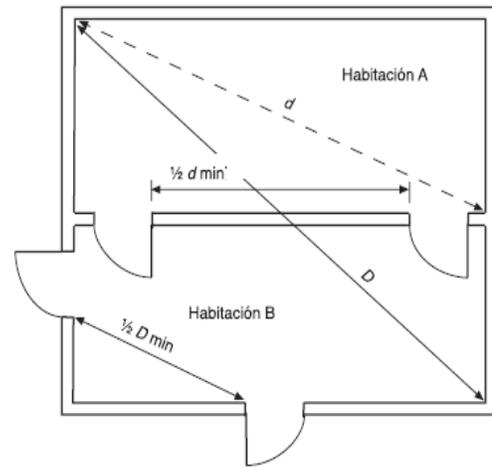


Figura 14: Regla diagonal para salidas y distancia de la puerta de acceso a la salida

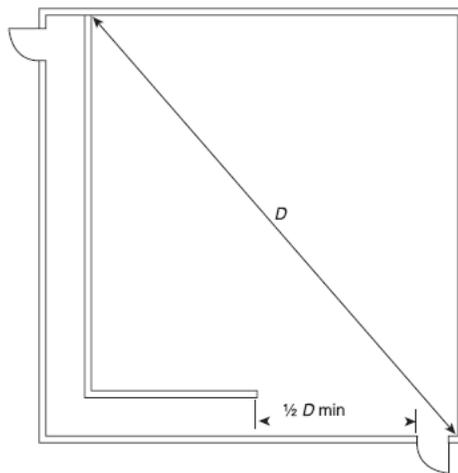


Figura 15: Regla diagonal para salidas y distancia de acceso

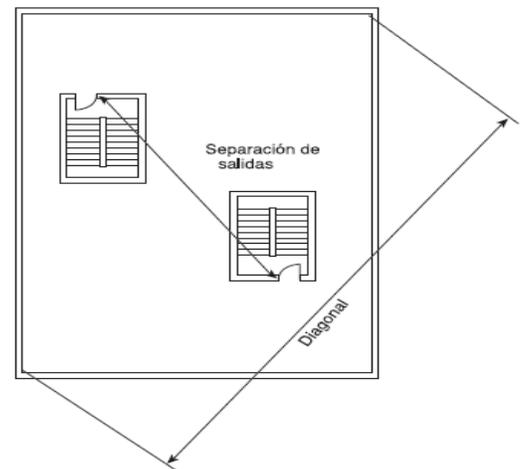


Figura 16: Separación de la salida y medición diagonal del área servida

Cuando los edificios cuenten con un sistema aprobado y supervisado de rociadores automáticos, se permitirá reducir la distancia de separación de las salidas a mínimo un tercio de la longitud de la máxima dimensión diagonal del edificio o área servida, ya que se considera que los rociadores son capaces de mantener las salidas libres de obstrucción ante un incendio (7.5.1.3.3.).

Por otro lado, cuando se necesiten más de dos salidas tendrá que cumplirse que por lo menos dos de ellas se ubiquen separadas respetando el requisito de distanciamiento explicado anteriormente y las restantes se coloquen de forma tal que si una resulta bloqueada, las otras sigan disponibles para su uso **(7.5.1.3.6.)**.

En lo concerniente a áreas accesibles destinadas para personas con impedimentos severos de movilidad, se requerirán mínimo dos medios de egreso accesibles continuos y acceso a por lo menos un área de refugio o salida accesible que provea una ruta a una descarga de salida. Además, sus salidas deberán cumplir los mismos criterios de separación ya mencionados para estas **(7.5.4.)**.

5.2.6. Distancia de recorrido hasta las salidas

La definición de distancias de recorrido apropiadas es fundamental al momento de elaborar una estrategia de seguridad contra incendios, ya que reducirá el riesgo de sufrir accidentes por parte de los usuarios antes de alcanzar una vía de evacuación y minimizará la posibilidad de que estas sean obstruidas antes de que puedan ser utilizadas.

Estas distancias deberán medirse sobre el piso a lo largo de la línea central del recorrido natural, considerando como punto de partida el punto más lejano sujeto a ocupación. En caso de que el trayecto deba salvar obstáculos o esquinas, la medición de la distancia de viaje deberá ser representada en estos sectores a través de una línea curva que deje un espacio libre de 305 mm desde la esquina u obstrucción **(7.6.1.)**.

Al momento de diseñar un edificio, es de gran importancia reconocer los posibles elementos, muebles, maquinarias o aparatos almacenados en su interior, ya que estos podrían aumentar la distancia de recorrido contemplada. Por lo que se sugiere aplicar para las salidas espaciamientos más cortos que los requeridos, disminuyendo de esta manera el riesgo de que se produzcan trayectos excesivos como consecuencia de la disposición de muebles u otros elementos.

Un recorrido común consiste en un trayecto desde un espacio, que solo permite a los usuarios desplazarse en una dirección hasta cualquiera de las salidas o hasta un punto, a partir del cual se generen dos opciones de recorrido hacia salidas separadas entre sí.

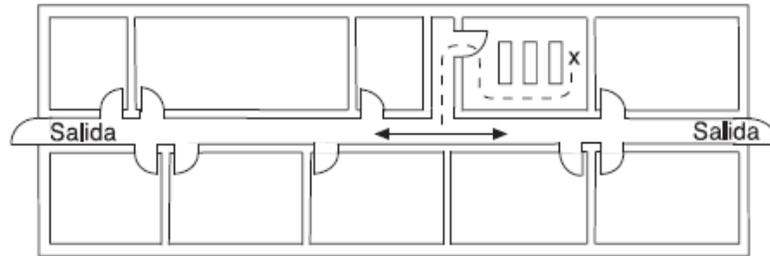


Figura 17: Recorrido común

Mientras que un corredor sin salida resulta similar a lo descrito para recorrido común, solo que puede existir sin la necesidad de que haya un recorrido desde un espacio ocupado o generarse por el ingreso de un usuario a un corredor en búsqueda de una salida y al no encontrarla retroceder hasta alcanzar una alternativa válida.

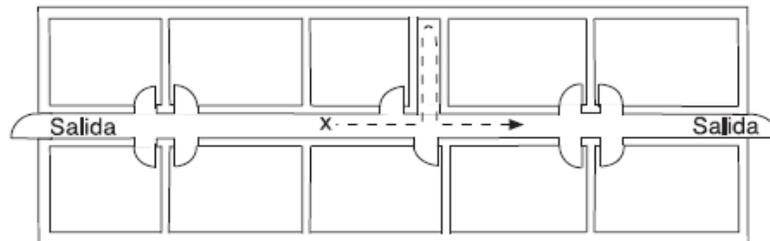


Figura 18: Corredor sin salida

Aunque la norma permite los recorridos comunes y extremos sin salida relativamente cortos, se recomienda eliminarlos cuando sea posible debido a que incrementan el riesgo de que los ocupantes queden atrapados durante un incendio como consecuencia del bloqueo de su única salida.

Cuando un edificio no se encuentre protegido en su totalidad por un sistema de rociadores automáticos, la distancia de recorrido dentro de una unidad de vivienda hasta una puerta de corredor no deberá superar los 23 m y en caso de que si cuente con protección se permitirá un valor límite de 38 m **(30.2.6.1.2. y 30.2.6.1.3.)**.

Adicionalmente, la distancia de recorrido desde la puerta de entrada a una vivienda hasta la salida más cercana deberá ser de máximo 30 m cuando no esté equipado completamente con rociadores automáticos, en cambio cuando si cumpla esta condición la distancia límite podrá ser incrementarse hasta los 61 m **(30.2.6.3.)**.

La **tabla A.7.6.** del Anexo A de la norma entrega los valores máximos de recorrido que deben satisfacer los trayectos comunes (no incluyen recorrido al interior de vivienda), los corredores sin salida y las distancias de recorrido total (considerando máximos trayectos permitidos desde interior de vivienda hasta salida) en edificios con y sin sistemas de rociadores automáticos.

Tabla 32: Límites de recorrido de medios de egreso

Tipo de ocupación	Recorrido común [m]		Corredor sin salida [m]		Distancia de recorrido [m]	
	Sin rociadores	Con rociadores	Sin rociadores	Con rociadores	Sin rociadores	Con rociadores
Viviendas	SR	SR	SR	SR	SR	SR
Pensiones	SR	SR	SR	SR	SR	SR
Hoteles y dormitorios	10.7	15	10.7	15	53	99
Apartamentos	10.7	15	10.7	15	53	99

5.2.7. Iluminación

La iluminación de los medios de egreso debe ser continua durante el tiempo requerido por las condiciones de ocupación, sin embargo existe la alternativa de emplear interruptores automáticos de iluminación mediante sensor de movimiento siempre que los controladores de los interruptores estén equipados para operar a prueba de falla, los temporizadores de iluminación estén calibrados para una duración mínima de 15 minutos y el sensor de movimiento se active ante cualquier acción por parte de los usuarios al interior del área servida por las unidades de iluminación **(7.8.1.2.)**.

Los pisos y superficies de tránsito, así como las escaleras deben cumplir con valores mínimos de iluminación definidos en el capítulo 7, **apartado 7.8.1.3.** de la NFPA 101, correspondientes a valores medidos a nivel de superficie. Además, deben disponerse de forma tal que la falla de una única unidad de iluminación no ocasione un nivel de iluminación total menor a 2,2 lux en cualquier área designada **(7.8.1.4.)**.

En cuanto a la iluminación de emergencia, esta debe proveerse de forma automática y continua por al menos 1 ½ horas en caso de falla en el sistema normal de suministro y cumplir con los valores descritos en el código de seguridad para iluminación inicial y final mínima una vez transcurridas la 1 ½ hora **(7.9.2.)**.

Mientras que el sistema de energía de reserva tendrá que ser de Tipo 60, Clase 1, Nivel 1 en base al artículo 701 de NFPA 70 y conectarse al equipamiento e iluminación de emergencia del centro de comando, al menos a un ascensor que sirva a todos los pisos, entre otros elementos indicados en **11.8.5.2.4.**

5.2.8. Señalización

El destino de uso tiene especial influencia en la necesidad de señales, ya que en el caso de edificios de apartamentos donde se supone que los residentes están familiarizados con las instalaciones de salida se requerirá un menor número de estas en comparación a recintos de reuniones, hoteles u otros sujetos a ocupación transitoria. No obstante, aun en edificios de residencia permanente será necesario colocar señales cuando se trate de salidas que no sean utilizadas de forma regular.

Las salidas deberán señalizarse mediante un cartel fácilmente visible desde cualquier dirección del acceso a salida, con la excepción de entradas principales que sirvan también como salida, debido a que resulta obvio para los ocupantes que están disponibles para dicho propósito. Además, estos carteles tendrán que ser visibles desde cualquier punto ubicado a una distancia máxima de 30 m y tener una ubicación, tamaño y color distintivo que contribuyan a su reconocimiento e impidan su confusión con decoraciones, muebles u otros elementos **(7.10.1.)**.

La ubicación de las señales tendrá que ser a una altura no mayor de 2030 mm por encima del borde superior de la abertura de egreso y a distancias horizontales no mayores que el ancho de la abertura de egreso, medidas desde el borde de esta hasta el borde más cercano de la señalización **(7.10.1.9.)**.

Complementariamente, en los puntos donde la continuidad del recorrido de egreso no resulte evidente, los componentes horizontales de este tendrán que señalizarse mediante carteles de salida o carteles direccionales con el rótulo "SALIDA" claramente legible **(7.10.2.)**.

5.2.9. Plan de emergencia

Los edificios de gran altura deben contar con un plan de emergencia que incluya:

- Procedimientos que seguir para informar sobre la emergencia.
- Respuesta de los ocupantes y del personal ante la situación de peligro.
- Procedimientos de evacuación adecuados al edificio, tomando en consideración la ocupación y el tipo de emergencia.

- Rutas de evacuación preferidas para cada evento, incluyendo el uso apropiado de ascensores.
- Diseño y conducción de los simulacros de incendio.
- Tipo y cobertura de los sistemas de protección contra incendios del edificio.

5.3. Protección contra incendios

Para limitar la propagación del fuego y restringir el movimiento del humo, se hace fundamental dividir los edificios en compartimientos formados por barreras cortafuegos con una clasificación específica de resistencia al fuego.

Estas barreras deben ser continuas entre muros o barreras cortafuego, o una combinación de estos, e incluir continuidad a través de los espacios ocultos como por ejemplo los ubicados sobre un cielo raso **(8.2.2.3.)**.

Las unidades de vivienda por su parte deberán separarse mediante muros y pisos construidos como barreras cortafuego con resistencia mínima de 1 hora y en caso de disponer de rociadores automáticos se permitirá una resistencia mínima de ½ hora.

La NFPA 220 clasifica en el **capítulo 4** los edificios en cinco tipos de construcción: Tipo I, Tipo II, Tipo III, Tipo IV y Tipo V.

- Tipo I (443 o 332): Construcciones en las que los elementos estructurales, incluyendo muros, arcos, pisos y techos son de materiales aprobados como no combustibles o con una combustibilidad limitada.
- Tipo II (222, 111 o 000): Elementos no mencionados en Tipo I, que por tanto no pueden clasificarse como tal.
- Tipo III (211 o 200): Construcciones en las que los muros exteriores o elementos estructurales que forman parte de muros exteriores son de materiales aprobados como no combustibles o de combustibilidad limitada y sus elementos estructurales interiores, muros, arcos, pisos y techos son parcial o totalmente de madera de dimensiones más pequeñas que las requeridas en el Tipo IV.
- Tipo IV (2HH): Muros exteriores, muros interiores portantes y elementos estructurales que son parte de estos de materiales no combustibles o con una combustibilidad limitada. Elementos restantes de madera sólida o laminada.

- Tipo V (111 o 000): Elementos estructurales, muros, arcos, pisos y techos parcial o totalmente de madera u otro material aprobado.

Luego utilizando dicha clasificación se puede obtener el valor de resistencia al fuego mínimo en horas que deben cumplir los elementos estructurales de acuerdo con lo señalado en la **tabla 7.2.1.1.** de la NFPA 5000, Código de seguridad y construcción de edificios.

Tabla 33: Resistencia al fuego en horas para edificios Tipo I a V

Elementos estructurales	Tipo I		Tipo II			Tipo III		Tipo IV	Tipo V	
	442	332	222	111	0	211	200	2HH	111	0
Muros portantes exteriores										
- Que sostienen más de un piso, columnas u otros muros portantes	4	3	2	1	0	2	2	2	1	0
- Que sostienen un solo piso	4	3	2	1	0	2	2	2	1	0
- Que sostienen solo un techo	4	3	1	1	0	2	2	2	1	0
Muros portantes interiores										
- Que sostienen más de un piso, columnas u otros muros portantes	4	3	2	1	0	1	0	2	1	0
- Que sostienen un solo piso	3	2	2	1	0	1	0	1	1	0
- Que sostienen solo techos	3	2	1	1	0	1	0	1	1	0
Columnas										
- Que sostienen más de un piso, columnas u otros muros portantes	4	3	2	1	0	1	0	H	1	0
- Que sostienen un solo piso	3	2	2	1	0	1	0	H	1	0
Que sostienen solo techos	3	2	1	1	0	1	0	H	1	0
Vigas, vigas maestras, cerchas y arcos										
- Que sostienen más de un piso, columnas u otros muros portantes	4	3	2	1	0	1	0	H	1	0
- Que sostienen un solo piso	2	2	2	1	0	1	0	H	1	0
- Que sostienen solo techos	2	2	1	1	0	1	0	H	1	0
Construcción de piso	2	2	2	1	0	1	0	H	1	0
Construcción de techo	2	1 ½	1	1	0	1	0	H	1	0
Muros interiores no portantes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Muros exteriores no portantes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Donde:

H: Miembros de madera pesada

Adicionalmente, la NFPA 5000 establece restricciones de altura y área de un edificio basadas en el tipo de ocupación, construcción y la existencia de un sistema de rociadores automáticos, valores que se presentan en la tabla 34 indicando el número de pisos máximo y el área en pies² (**tabla 7.4.1.**).

Tabla 34: Altura y área permitida por tipo de construcción

	Tipo I				Tipo II						Tipo III		Tipo IV		Tipo V					
	442		332		222		111		000		211		200		2HH		111		000	
Ocupación	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N
Residencial	UL	UL	UL	UL	12	11	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	3	3	2
	UL		UL		UL		24000		16000		24000		16000		20500		12000		7000	

Donde:

S: Número de pisos permitidos en edificios protegidos por un sistema de rociadores automáticos.

N: Número de pisos permitidos en edificios no protegidos por un sistema de rociadores automáticos.

UL: No limitado

Cuando dentro del edificio existan áreas consideradas riesgosas, es decir que representen un grado de riesgo mayor al de la ocupación normal, estas tendrán que protegerse mediante alguna de las siguientes opciones (**8.7.1.1.**):

- A través de un cerramiento con barreras cortafuego sin ventanas con resistencia al fuego de 1 hora
- Mediante un sistema automático de extinción
- Aplicando ambas alternativas simultáneamente en riesgo severo.

La **tabla 30.3.2.1.1.** de la NFPA 101 entrega la clasificación de protección para las áreas consideradas riesgosas dentro de un edificio de apartamentos:

Tabla 35: Protección de áreas riesgosas

Descripción	Separación
Salas de calderas y calentadores	1 hora y rociadores
Salas de casilleros para los empleados	1 hora o rociadores
Lavanderías	1 hora y rociadores
Lavanderías $\leq 9.3 \text{ m}^2$ fuera de la vivienda	1 hora o rociadores
Lavanderías $> 9.3 \text{ m}^2$ fuera de la vivienda	1 hora y rociadores
Salas de almacenamiento	1 hora o rociadores
Salas de recolección de residuos	1 hora y rociadores

Para que un recinto se considere protegido, las aberturas de puertas y conductos a través de sus pisos deben encerrarse con muros que constituyan barreras cortafuego continuas de piso a piso, o de piso a techo y cumplir con los requerimientos de resistencia al fuego de la barrera. Exceptuando las aberturas verticales que posean un área inferior a 0.01 m^2 o se encuentren en un edificio protegido en su totalidad por un sistema de rociadores automáticos **(8.6.2. y 8.6.3.)**.

La clasificación mínima de resistencia al fuego para cerramientos de aberturas de piso debe ser de 2 horas cuando estos conecten cuatro pisos o más y de 1 hora en caso contrario, además si el edificio se encuentra protegido completamente por un sistema de rociadores automáticos, los muros del cerramiento de las aberturas verticales y las puertas podrán tener como mínimo una resistencia y clasificación contra incendios de 1 hora respectivamente **(8.6.5.)**.

Con respecto a las cajas de ascensores, estas deberán estar protegidas y poseer cerramiento de acuerdo con el número de ascensores existentes en el edificio. Si se tienen tres ascensores o menos, estos podrán ubicarse dentro de la misma abertura vertical, en cambio cuando existan cuatro ascensores tendrán que dividirse de manera tal que se provean mínimo dos cerramientos de aberturas separados. Por último, si el número de ascensores es mayor a cuatro se exigirá que la cantidad ubicada al interior de una única abertura no exceda de cuatro ascensores **(8.6.8.3.)**.

5.4. Sistemas de protección contra humo

Un incendio por más pequeño que sea genera rápidamente una importante cantidad de humo que invadirá el espacio en el que se halle en muy poco tiempo. Por esto se hace de suma relevancia implementar un sistema de manejo de humos y gases tóxicos que garanticen la evacuación de los ocupantes del edificio manteniendo condiciones de temperatura y visibilidad aceptables.

Los recintos a prueba de humo deben diseñarse para proveer un sistema efectivo que limite el movimiento de los productos de combustión producidos por el fuego, para esto puede hacerse uso de ventilación natural o de ventilación mecánica por medio de un vestíbulo o la presurización de una escalera **(7.2.3.2.)**.

Además, deben encerrarse con muros con clasificación de resistencia al fuego de 2 horas desde el punto más alto hasta el más bajo y si se hace uso de un vestíbulo, este tendrá que cumplir con una resistencia al fuego de 2 horas y considerarse parte del recinto a prueba de humo **(7.2.3.3.)**.

En los cerramientos que utilicen ventilación natural con acceso por medio de un balcón exterior abierto, las puertas tendrán que ser de una clasificación de protección contra incendios mínima de 1 ½ hora y autocerrantes o con cierre automático mediante la activación de un detector de humo **(7.2.3.7.)**.

En caso de usar ventilación mecánica, deberán disponer de un vestíbulo de acceso provisto con mínimo un cambio de aire por minuto y contar con conductos herméticos separados para el ingreso y descarga de este. La entrada de suministro de aire deberá colocarse dentro de los 150 mm del nivel del piso y no ser obstruida por las puertas cuando se encuentren abiertas, además el cielo raso del vestíbulo deberá ubicarse a no menos de 510 mm por encima de la abertura de la puerta, con el objetivo de servir como una trampa de humo y calor y proveer una columna de aire de movimiento ascendente **(7.2.3.8.)**.

Los sistemas de presurización actúan generando una sobrepresión de aire en las vías de escape con la finalidad de asegurarlas contra la entrada de humo, por lo que los cerramientos que utilicen este sistema deberán diseñarse manteniendo una diferencia de presión mínima a través de la barrera de 12,5 N/m² en edificios con rociadores automáticos y de 25 N/m² en edificios sin rociadores automáticos. En cuanto a los conductos de presurización, estos deberán ubicarse en el exterior del edificio o dentro del cerramiento protegidos por una barrera resistente al fuego de 2 horas **(7.2.3.9.)**.

La activación de los sistemas de presurización y ventilación mecánica se realizará por medio de detectores de humo instalados aproximadamente dentro de los 3050 mm de cada entrada del recinto a prueba de humo y en caso de los sistemas mecánicos se permitirá además como alternativa a la ya mencionada su accionamiento por medio de controles manuales accesibles para el cuerpo de bomberos o de una señal de flujo de agua de un sistema completo de rociadores automáticos si es que el edificio se encuentra equipado con estos **(7.2.3.10.)**.

5.5. Sistemas de detección, alarma y extinción

Un sistema completo de alarma de incendio debe proveer funciones de iniciación que entreguen la señal para la activación del sistema, de notificación para advertir a los usuarios a tomar acción ante una emergencia y de control para dar la orden de salida al equipo de seguridad del edificio.

La iniciación del sistema podrá efectuarse a través de la activación manual de la alarma de incendio, por medio de detección automática o por el funcionamiento del sistema de extinción.

En edificios de tipo apartamentos, la activación de la alarma tendrá que realizarse de forma manual a menos que se encuentren completamente protegidos por un sistema de rociadores automáticos debidamente aprobado y supervisado, en cuyo caso la activación se producirá como consecuencia de la operación de estos dispositivos de extinción **(30.3.4.2.)**.

Las alarmas de humo tendrán que ubicarse al interior de cada área para dormir, inmediatamente fuera de estas y en todos los niveles de la unidad de vivienda, además en las construcciones que requieran dos o más alarmas dentro de una unidad de vivienda o conjunto de habitaciones, el funcionamiento de cualquiera de ellas tendrá que activar el sonido de alarma en todas las restantes que se encuentren dentro de la misma unidad de vivienda o conjunto de habitaciones **(30.3.4.5. y 9.6.2.10.3)**.

La notificación de los usuarios debe realizarse de forma automática a través de señales audibles y visibles, sin embargo, en áreas que no se encuentren sujetas a ocupación por parte de personas con problemas auditivos no será necesaria la implementación de estas últimas **(9.6.3.5 y 30.3.4.3.1.)**.

Adicionalmente, tendrá que proveerse de un sistema de notificación a personal de emergencia como el cuerpo de bomberos de la municipalidad o la brigada contra incendios existente, que transmita la alarma de incendio de forma automática a través de alguno de los medios permitidos en la NFPA 72 **(9.6.4.)**

junto con un sistema de comunicaciones telefónicas de dos vías para uso del personal de bomberos que opere entre el centro de comando de emergencia y los sectores detallados en **11.8.4.2.1**, cumpliendo con las especificaciones indicadas en **11.8.6.** para el centro de comandos.

La señal de alarma para evacuación general deberá operar en la totalidad del edificio, no obstante, cuando la infraestructura de este impida la evacuación simultánea de todos los ocupantes tendrá que alertarse en primer lugar a quienes se encuentren al interior de las zonas afectadas y luego a los de las zonas restantes de forma ordenada para lograr una evacuación completa (**9.6.3.6.**).

Sumado a lo anterior, se permitirá que el sistema de alarma de incendio utilice una secuencia de alarma positiva, según lo definido en la NFPA 72, a fin de retrasar la señal de alarma general por un tiempo determinado que permita la investigación de la fuente de origen. Ahora si el personal a cargo de dicha tarea no reconfigura el sistema dentro del plazo establecido o si se activa una segunda señal, el sistema de alarma de incendio ejecutará la alerta general (**9.6.3.4.**).

Las instrucciones de evacuación podrán transmitirse a viva voz o de forma automática de acuerdo con la NFPA 72, en lugares en los que exista presencia de personal capacitado que pueda brindar apoyo y además tendrá que ser posible escucharlas por sobre el ruido del ambiente (**9.6.3.9.**).

Por otro lado, tendrá que considerarse como mínimo una zona de aviso de alarma por piso, sin embargo, si el área de dicho piso supera los 2090 m² será necesario contemplar más de una zona, cuya longitud en cualquier dirección no deberá exceder los 91 m. En caso de que el edificio cuente con protección mediante rociadores automáticos, el área de la zona de alarma podrá coincidir con el área permitida para el sistema de rociadores (**9.6.7.**).

La NFPA 101 establece en el **apartado 11.8.3.1.** que los edificios de gran altura deberán estar protegidos en su totalidad por un sistema de rociadores automáticos instalados de acuerdo con la **sección 9.7** de dicha norma y la **NFPA 13**, cumpliendo adicionalmente con el **apartado 30.3.5**, los que deben poseer en cada piso una válvula de control y un sensor de flujo de agua de forma tal que operen cuando el flujo de agua sea mayor o igual al provisto por un único rociador automático (**9.6.2.8.**).

Además tendrá que disponerse de un sistema de tubería vertical Clase I capaz de reprimir rápidamente los incendios con un daño mínimo a la propiedad, de acuerdo con las indicaciones presentadas en la NFPA 14 (**11.8.3.2.**).

5.6. Acabados interiores

A lo largo de la historia, el uso de ciertos materiales en muros, pisos y cielorrasos ha sido un factor determinante en el inicio y propagación del fuego, generando terribles incendios con un gran número de personas fallecidas. Por este motivo es que se hizo necesario establecer una serie de requisitos que deben cumplir los materiales empleados, para así minimizar su contribución al fuego y el peligro a la vida de los usuarios.

La NFPA 101 define los acabados interiores como la superficie expuesta de muros, cielorrasos y pisos dentro de los edificios, estableciendo en el **capítulo 10** las exigencias que deben cumplir junto con un análisis en el punto **10.2.4.** de materiales que históricamente han contribuido a siniestros con altas tasas de mortalidad, como forma de prevenir el uso incorrecto de estos en base a las experiencias registradas.

5.6.1. Acabados interiores en muros y cielorrasos

El apartado **30.3.3.** de este código señala que los acabados interiores de muros y cielorrasos de los edificios de apartamentos deben cumplir con la tabla 36:

Tabla 36: Exigencia al fuego según uso

Uso	Revestimientos	Clase
Cerramientos de salidas	Muros y cielorrasos	A
Vestíbulos y corredores	Muros y cielorrasos	A o B
Otros espacios	Muros y cielorrasos	A, B o C

La clasificación en Clase A, Clase B o Clase C se efectuará en base a los resultados de ensayos conforme a la NFPA 255, Standard Method of Test of Surface Burning Characteristics of Building Materials, considerando los valores obtenidos de propagación de llama y desarrollo del humo (**10.2.3.4.**).

Tabla 37: Clasificación de acabados interiores

Clasificación	Propagación de llamas	Humo desarrollado
A	0 - 25	0 - 450
B	26 - 75	0 - 450
C	76 - 200	0 - 450

La norma también señala que en los lugares en los que se requieran acabados interiores Clase C estará permitido el uso de Clase A o Clase B, asimismo donde sea requisito acabados Clase B se permitirá utilizar la Clase A **(10.2.3.6.)**.

Por el contrario, si se cuenta con un sistema aprobado de rociadores automáticos de acuerdo con la **sección 9.7** de este código será posible utilizar materiales de acabados interiores de muros y techos Clase C donde se exija Clase B y materiales Clase B en cualquier lugar donde se necesite Clase A **(10.2.8.1.)**.

En ciertos casos, los productos podrán ensayarse conforme al método B del protocolo establecido en la NFPA 265, Standard Methods of Fire Test for Evaluating Room Fire Growth Contribution of Textile Coverings on Full Height Panels and Walls, teniendo que cumplir las siguientes condiciones **(10.2.3.7.1.)**:

- 1) La llama no debe propagarse al cielorraso durante la exposición de 40 kW
- 2) Durante la exposición de 150 kW, se deben cumplir los siguientes criterios:
 - La llama no debe propagarse a los extremos exteriores de la muestra sobre el muro de 2440 mm x 3660 mm.
 - No debe producirse una combustión súbita generalizada.

También, se podrá emplear la NFPA 286, Standard Methods of Fire Test for Evaluating Contribution of Wall and Ceiling Interior Finish to Room Fire Growth, para el ensayo de productos satisfaciendo que **(10.2.3.7.2.)**:

- 1) Las llamas no deben propagarse al cielorraso durante la exposición de 40 kW
- 2) Durante la exposición de 160 kW, se deben cumplir los siguientes criterios:
 - La llama no debe propagarse a los extremos exteriores de la muestra sobre el muro de 2440 mm x 3660 mm.
 - No debe producirse una combustión súbita generalizada.
- 3) La tasa pico de liberación de calor durante el ensayo no debe exceder 800 kW
- 4) Para las instalaciones nuevas, el total de humo liberado durante el ensayo no debe exceder los 1000 m².

5.6.1.1. Materiales textiles y de vinilo expandido

Los materiales textiles utilizados en muros y cielorrasos presentan el riesgo de encenderse con gran rapidez durante un incendio, por lo cual la NFPA 101 fija varios requisitos de acuerdo con el tipo de instalación efectuada.

En el caso de los recubrimientos de vinilo, cuando estos sean delgados no se producirán grandes problemas debido a que tienden a adoptar las características contra el fuego del material sobre el cual se encuentran instalados. Sin embargo, cuando se trate de recubrimientos de vinilo expandido, cuyas dimensiones son más grandes que los de vinilo común, las regulaciones del código se vuelven más estrictas.

A continuación, se presenta una tabla resumen del uso, clasificación y requisitos de aplicación de los materiales textiles y de vinilo expandido indicados en los **apartados 10.2.4.1. y 10.2.4.2.**

Tabla 38: Requisito de materiales textiles y vinilo expandido

Uso	Clase	Requisito de aplicación
Muros y cielorrasos	A	Permitidos en lugares protegidos por un sistema de rociadores automáticos
Tabiques	A	Tabiques que no excedan $\frac{3}{4}$ partes de la altura del piso al cielorraso o que no sean mayores a 2440 mm de altura.
Muros y tabiques	A	Material no se extienda a más de 1220mm por encima del piso acabado en los muros y tabiques que llegan hasta el cielo.
Muros y tabiques	-	Permitidos cuando sean ensayados de acuerdo con NFPA 265.
Muros, tabiques y cielorrasos	-	Permitidos cuando sean ensayados de acuerdo con NFPA 286.

5.6.1.2. Plástico celular o espumado

El plástico celular o espumado ha jugado un rol fundamental en varios incendios producidos a lo largo de los años debido a su combustibilidad potencial, por esto la NFPA 101 ha definido criterios exigentes en cuanto a su uso cuando estos se empleen en acabados interiores

El **apartado 10.2.4.3.** es estricto al mencionar que este material no debe utilizarse como acabado interior de muros y cielorrasos, al menos que se someta a ensayos de fuego a gran escala que sustenten sus características de combustibilidad y propagación de humo para el uso propuesto en condiciones reales de incendio. Por otro lado, también permite su uso como moldura que no exceda el 10% del área del muro o cielorraso siempre que su densidad sea mayor a 320 kg/m^3 , este limitado a un espesor de 13 mm y a un ancho de 100 mm y cumpla los requisitos

de acabados interiores Clase A o Clase B exceptuando los de índice de humo generado.

Tabla 39: Requisitos de plásticos celulares

Uso	Clase	Requisito de aplicación
Muros y cielorrasos	A, B o C	Permitidos cuando sean ensayados se acuerdo con el método B de la NFPA 286, ANSI/UL1715, ANSI/UL1040 y FM4880.
Moldura interior	A o B, sin limitación de índice de humo	<ul style="list-style-type: none"> - Moldura no exceda el 10% del área del muro o cielorraso - Densidad mínima de 320 kg/m³ - Espesor y ancho máximos de 13 mm y 100 mm respectivamente.

5.6.1.3. Recubrimientos retardadores

El **punto 10.2.6.** señala que en caso de tener superficies de muros, tabiques, columnas y cielorrasos con una clasificación de propagación de llama o desarrollo de humo mayor a la permitida, se podrán utilizar revestimientos retardadores de fuego aprobados en dichas superficies siempre que se ensayen y cumplan con los requisitos dispuestos en la norma NFPA 703, Standard for Fire Retardant Impregnate Wood and Fire Retardant Coatings for Building Materials. Estos recubrimientos deberán tener el grado de permanencia requerido y conservar su efectividad en las condiciones de servicio dispuestas para su utilización real.

5.6.2. Acabados para pisos

El punto **30.3.3.3.** especifica que los acabados interiores de pisos en cerramientos de salidas y corredores de acceso a las salidas y espacios no separados de estos por muros con resistencia al fuego según lo indicado en la sección **30.3.6.** deben ser como mínimo Clase II.

La clasificación en Clase I o Clase II se efectuará en base a los resultados de ensayos conforme a la NFPA 253, Standard Method of Test for Critical Radiant Flux of Floor Covering Systems Using a Radiant Heat Energy Source, considerando los valores obtenidos de flujo radiante crítico (**10.2.7.3.**).

Tabla 40: Flujo radiante crítico

Clase	Flujo radiante critico
I	$\geq 0.45 \text{ W/cm}^2$
II	$\geq 0.22 \text{ W/cm}^2 \wedge < 0.45 \text{ W/cm}^2$

La norma permitirá el uso de acabados de piso Clase I en los lugares en los que se requiera Clase II, mientras que cuando el edificio disponga de un sistema aprobado de rociadores automáticos de acuerdo con la **sección 9.7** de NFPA 101, se podrán utilizar acabados de piso Clase II en cualquier sector donde se necesitara Clase I y materiales sin ninguna clasificación de flujo radiante critico donde se exigiera la Clase II (**10.2.7.5.** y **10.2.8.2.**).

A continuación, se presenta una tabla resumen del uso, clasificación y requisitos de aplicación de los materiales en acabados y recubrimientos de piso.

Tabla 41: Requisitos de materiales de acabados de piso

Material	Clase	Requisito de aplicación
Acabados de alfombra o tipo alfombra	-	Permitidos cuando cumplan con ASTM D 2859.
Acabados que no fueran alfombra o tipo alfombra	I o II	Ensayados de acuerdo con NFPA 253.
Recubrimientos diferentes de alfombra	A	Permitidos cuando flujo radiante critico $\geq 0.1 \text{ W/cm}^2$
Acabados de tipo tradicional como madera y revestimientos de pisos elásticos	-	Sin requisitos

5.6.3. Contenidos y mobiliarios

El código NFPA 101 estipula requerimientos a satisfacer por los mobiliarios y contenidos de decoración usados en los edificios.

Las cortinas, cortinados y otros elementos de decoración que cuelguen sueltos tendrán que cumplir con los criterios de propagación de llama indicados en NFPA 701.

Mientras que los muebles tapizados deberán resistir la ignición por cigarrillo de acuerdo con el **apartado 10.3.2.1**.

Tabla 42: Requisitos de muebles tapizados

Uso	Clase	Requisito de aplicación
Componentes de los muebles	I	Permitidos cuando sean ensayados de acuerdo con NFPA 260
Maquetas compuestas	-	Ensayados con NFPA 261, cumpliendo con una longitud carbonizada que no exceda los 38 mm.

Adicionalmente, cuando los muebles tapizados se ensayen con la ASTM E 1537 y no se encuentren en un lugar protegido completamente por un sistema de rociadores automáticos, deberán tener tasas limitadas de liberación de calor como se indica a continuación **(10.3.3)**:

- 1) La tasa pico de liberación de calor para el mueble tapizado será como máximo 80kW.
- 2) La energía total liberada por el mueble tapizado durante los primeros 10 minutos de ensayo, será como máximo 25 MJ.

En cuanto a los colchones, estos podrán ensayarse con 16 CFR 1632 cumpliendo una longitud carbonizada que no exceda de 51 mm según lo mencionado en **10.3.2.2**. y con la ASTM E 1590 a partir de lo señalado en **10.3.4**. satisfaciendo, cuando no se encuentren en un recinto protegido en su totalidad por rociadores automáticos, tasas limitadas de liberación de calor como sigue:

- 1) La tasa pico de liberación de calor para el colchón será como máximo 100 kW.
- 2) La energía total liberada por el colchón durante los primeros 10 minutos de ensayo será como máximo 25 MJ.

Los contenidos y mobiliarios fabricados con plásticos espumados que no cuenten con protección contra la ignición tendrán que satisfacer una tasa de liberación máxima de calor de 100 kW cuando sean ensayados con ANSI/UL 1975 **(10.3.7)**.

Por último, el código prohíbe la utilización de mobiliarios o decoraciones de carácter explosivo o altamente inflamable como son los árboles de navidad que no utilicen materiales retardadores, las decoraciones de papel crepé y de plástico de piroxilina.

6. Estrategia de seguridad contra incendios para edificios altos

Los edificios altos correspondientes a aquellos que presentan zonas ocupadas a más de 23 m de altura o 7 pisos aprox. se caracterizan por grandes alturas, distancias de recorrido vertical extendidas hasta las salidas y un nivel de ocupación elevado, factores que incrementan el riesgo de incendio y agregan complejidad a la definición de las medidas de protección contra incendios.

Cuando se trata de escenarios de diseño cotidianos, los tiempos de evacuación son del orden de minutos mientras que los asociados a fallas estructurales del orden de horas, sin embargo en edificios de gran altura el escenario se vuelve más complejo ocasionando que la evacuación requiera de un periodo de tiempo considerable comparable con los tiempos de falla estructural, existiendo el riesgo de una superposición entre estos. La estrategia de seguridad contra incendios para edificios en altura debe basarse por tanto en dos componentes principales: el desempeño del edificio y la estrategia de salida.

6.1. Desempeño del edificio

El desempeño del edificio hace referencia al tiempo que la estructura puede resistir la acción del fuego y mantener en funcionamiento el sistema de compartimentación mitigando la propagación del incendio. Corresponde al aspecto más importante de la estrategia, ya que su falla inutiliza cualquier procedimiento o componente implementado para lograr una evacuación segura y exitosa, por lo que se hace primordial una adecuada descripción del incendio.

Inicialmente se identificaron dos escenarios de incendio post – flashover: el fuego con ventilación insuficiente característico de compartimentos pequeños con aberturas limitadas y el fuego sobreventilado que se produce en espacios más grandes con aberturas de mayores dimensiones, siendo el primero el más típico de la época en que se establecieron las bases del diseño prescriptivo, por lo que el otro escenario no acaparó la debida atención para su investigación.

Sin embargo, actualmente los planos de planta abiertos se han vuelto predominantes en edificios altos y como pudo evidenciarse a partir de la falla del WTC 7, la propagación de incendios completamente desarrollados a través de grandes compartimentos origina zonas de calentamiento intenso localizado y de precalentamiento lento, así como de enfriamiento que inducen un comportamiento estructural único proporcionando la gran prueba del desempeño estructural **(Adam Cowlard et al. 2013)**.

6.1.1. Rendimiento estructural

Sin importar que tan avanzados, innovadores y optimizados se encuentren los elementos de la estrategia de salida, estos pierden todo efecto si el edificio es incapaz de sostenerse. Por lo que se hace necesaria una correcta definición de la naturaleza del fuego que permita mantener la integridad estructural y preservar las medidas de protección contra incendios, utilizando metodologías más avanzadas como el modelado de los sistemas estructurales en elementos finitos que posibiliten un análisis integral para comprender el funcionamiento de la estructura bajo cargas de fuego, en lugar de la aceptación de una curva estándar de tiempo – temperatura que no es realista ni necesariamente conservadora.

6.1.2. Compartimentación horizontal y vertical

La compartimentación horizontal tiene como objetivo impedir la propagación del fuego generando grandes áreas afectadas, dificultando el control del incendio y aumentando el riesgo de propagación vertical. Mientras que la compartimentación vertical tiene como fin impedir la propagación del fuego entre pisos, hacia arriba o hacia abajo desde el piso de origen sirviendo de apoyo a la estrategia de evacuación en fases, en la cual los ocupantes que no se encuentran en los pisos directamente afectados permanecen in situ mientras se lleva a cabo la evacuación de los usuarios en riesgo.

6.1.3. Reacción al fuego

La elección de materiales de construcción juega un papel fundamental en la forma en que el fuego crece y se desarrolla, debido a que su rapidez depende en gran medida de la inflamabilidad de estos y la configuración del edificio.

Una industria de la construcción en rápida evolución donde otros aspectos son los principales impulsores de la innovación, además de la seguridad contra incendios ocasiona el uso de materiales que muchas veces presentan una carga combustible elevada, como por ejemplo la introducción de muros cortina que no solo afecta la compartimentación del edificio sino que introduce materiales inflamables en revestimientos exteriores que pueden desencadenar efectos adversos en la propagación del fuego.

6.1.4. Propagación del humo

El control del humo es de suma importancia para limitar la propagación entre plantas y mantener disponibles las vías de evacuación durante un tiempo que permita su utilización de forma efectiva por parte de los usuarios.

Para ello se debe implementar un sistema de presurización, el cual funcione en base a un rango de presiones de diseño de forma que la diferencia de presión entre el hueco de la escalera y sus alrededores se encuentre dentro de dichos límites.

La presión límite superior justifica su existencia en garantizar que las personas no tengan que luchar por abrir las puertas de acceso a las escaleras, mientras que la presión inferior en mantener el flujo de gas desde la escalera hasta su entorno, definiéndose esta última en función de las presiones y temperaturas producidas por el fuego lo que trae de vuelta la importancia de la correcta determinación de la naturaleza de este para el éxito de este componente de la estrategia de seguridad contra incendios.

6.2. Estrategia de salida

La estrategia de salida implica la definición de un tiempo de evacuación que posibilite el desalojo de todos los ocupantes de forma segura desde el edificio, el cual debe considerar los tiempos asociados a la detección, alarma, pre - movimiento y movimiento.

6.2.1. Cantidad y Dimensionamiento de medios de evacuación

Se deben adoptar estrategias que resulten en una reducción del tiempo de salida en comparación con el de falla estructural, mediante un aumento en la provisión de vías de evacuación y el ancho de estas, sin perder de vista que no producirán un impacto suficiente sobre la posible superposición de los tiempos de falla y desalojo, por lo que deberán apoyarse en los factores de desempeño estructural.

6.2.2. Distancias de recorrido

Las distancias de recorrido varían de acuerdo con el tipo de ocupación y las características constructivas del local, por lo que deben tenerse en cuenta en una fase previa de diseño para así proporcionar una solución óptima.

Las grandes alturas generan ampliaciones en los tramos de recorrido hacia un espacio exterior seguro, produciendo que los usuarios pasen un tiempo considerable al interior de las escaleras haciendo necesario que estas se designen como zonas seguras que garanticen la protección de los ocupantes mientras se desplazan en dirección a un lugar de refugio dentro o fuera del edificio.

6.2.3. Señalización e iluminación de emergencia

La señalización de emergencia se utiliza para informar y guiar a las personas ante un eventual incendio, su relevancia radica en actuar como un medio de ayuda evitando las pérdidas de tiempo como consecuencia del desconocimiento de las rutas de escape. Mientras que la iluminación de emergencia contribuye a prevenir accidentes como tropiezos en los escalones, desorientaciones por falta de visibilidad del camino a seguir, etc. además de garantizar la ejecución de las maniobras por parte de los equipos de emergencia.

Por todo lo indicado es que se hace fundamental proveer de señales de salida con iluminación en cada nivel de piso que permitan agilizar el proceso de evacuación influyendo positivamente en los tiempos de escape.

6.2.4. Plan de emergencia

Los edificios en altura requieren un plan de emergencia que establezca los medios de notificación del incendio, la respuesta de los ocupantes junto con el personal y los procedimientos de evacuación, entre otros.

En lo que respecta a la notificación de incendio, se debe considerar que la manera en que las personas responden ante esta depende de muchos factores como por ejemplo el tipo de uso de la propiedad, ya que en un edificio residencial los usuarios sienten la responsabilidad de efectuar acciones ante la amenaza a diferencia de lugares de pública concurrencia donde se espera la señal de un encargado con las indicaciones a seguir.

El procedimiento de evacuación debe definir claramente si será de tipo masivo (cuando no se puede asegurar la compartimentación), por fases (seleccionando los pisos más afectados, la cual aplica cuando se puede garantizar la compartimentación vertical) u horizontalmente progresivo (hacia un compartimento distinto, cuando resulta complejo el desplazamiento vertical de los usuarios).

En un edificio alto únicamente en casos muy específicos se procederá a realizar una evacuación simultánea de todas las personas, a pesar de que los medios de egreso se encuentren diseñados para tales propósitos sino que la estrategia se basará en una evacuación por fases priorizando las zonas directamente afectadas con el fin de maximizar el uso de las vías de escape. Sumado a lo anterior se hace relevante mencionar que en muchas situaciones desalojar a los ocupantes del edificio ni siquiera forma parte de la estrategia de seguridad.

6.3. Sistemas de detección, alarma y extinción

Cuanto más rápido sea descubierto el fuego, más fácil será controlarlo y otorgar tiempo valioso a los usuarios para que inicien la evacuación, por esto contar con un sistema de detección funcional resulta relevante para minimizar las posibilidades de que las personas sufran lesiones o queden atrapadas durante la emergencia.

En cuanto a la alarma, esta debe entregar la posibilidad de enviar mensajes de evacuación por voz a las áreas que deben ser desalojadas y mensajes de alerta a los lugares que no precisen evacuación inmediata, conforme a la estrategia por fases definida en el plan de emergencia.

Por otro lado el actuar de los sistemas de extinción automáticos incrementa los tiempos disponibles para realizar la evacuación, ya que detiene la propagación del incendio, reduce la emisión de humo, gases y disminuye la temperatura del sitio.

Sin embargo si no se dispone de un plan de evacuación debidamente estipulado y conocido por las personas del edificio tal que su accionar ante la situación de incendio sea óptimo, estos sistemas no contribuirán de la forma esperada a la estrategia de salida.

6.4. Intervención de bomberos

La NFPA 101 define los edificios altos como aquellos en los que el piso más alto ocupado se encuentra a una altura mayor a 23 m, medida desde el nivel más bajo al que pueden tener acceso los bomberos.

Los cuerpos de bomberos suelen hacer uso de sus propios equipos de extinción cuando llegan a un lugar para controlar y apagar el incendio, debido a que no confían en el funcionamiento de los sistemas de extinción existentes en el edificio.

No obstante, en edificios de gran altura se ven obligados a utilizar las instalaciones internas de este, ya que no pueden acceder con sus propios medios, por lo que se vuelve primordial que dichas instalaciones se encuentren en funcionamiento con su debida mantención.

7. Comparación de exigencias de las distintas normativas

A partir del análisis de las reglamentaciones realizado en las secciones anteriores de este documento, se procede a comparar para cada aspecto de la estrategia de seguridad en edificios altos las exigencias descritas en cada país, con el fin de definir los criterios más apropiados a implementar en la reglamentación nacional.

7.1. Desempeño del edificio

7.1.1. Resistencia estructural

A continuación se realiza una comparación de los requerimientos de resistencia al fuego por elementos dispuestos en las tres normativas considerando:

- Chile: Edificios residenciales de 7 pisos o más.
- Estados Unidos: Edificio Tipo I – 332, que no presenta límite de número de pisos ni superficie construida y Edificio Tipo II – 222, el cual aplica hasta 12 pisos sin límite de superficie construida.
- España: Edificios residenciales con altura de evacuación ≤ 28 m y > 28 m.

Tabla 43: Comparación resistencias estructurales

Elementos	Chile	USA Tipo I (332)	USA Tipo II (222)	España ≤ 28 m	España > 28 m
Elementos soportantes verticales	120	180	120	90	120
Elementos soportantes horizontales	120	180	120	90	120
Elementos no soportantes	30	0	0	0	0
Techumbre incluido cielo falso	60	90	60	30	30

De lo realizado se observa que los valores establecidos en la OGUC se corresponden con los del Tipo II (222) de la NFPA 5000, que permite un número de pisos máximo de 12. Mientras que para una cantidad superior de pisos la norma americana incrementa el requisito como medida de seguridad ante la problemática de la extensión de los tiempos de evacuación como consecuencia de las grandes alturas.

Es importante señalar que la NFPA exige el uso de rociadores automáticos para edificios en altura (sobre los 23 m), por lo que a pesar de obtener la misma resistencia entre el Tipo II (222) y la OGUC, el primero considera el uso de este sistema de extinción lo que significa que en caso contrario los requerimientos de resistencia al fuego serían más elevados.

La norma española por su parte establece una resistencia R90 para los elementos soportantes en edificios de altura de evacuación menor o igual a 28 m, valor que se encuentra por debajo de los señalados en las otras normativas, mientras que para alturas mayores a 28 m se requerirá R 120, asemejándose a lo impuesto por la OGUC.

Sin embargo, la reglamentación chilena y la española no imponen como obligatoria la instalación de rociadores automáticos en edificios residenciales altos, por lo que la NFPA es la que presenta la exigencia más elevada en cuanto a resistencia estructural, debido a que considera un sistema de rociadores junto con los valores de resistencia al fuego más altos.

Por lo tanto, se sugiere tomar en consideración lo descrito en la NFPA para una posible implementación en Chile ya que resulta más apropiado teniendo en cuenta la magnitud de las distancias de recorrido verticales que se originan como consecuencia de las grandes alturas y ocasionan que un edificio de 7 pisos no pueda tener la misma resistencia que uno de 20 pisos, debido a que el escenario de evacuación se vuelve mucho más complejo.

7.1.2. Propagación Interior y Exterior

En Chile, la Ordenanza menciona en el apartado 4.3.24 que toda edificación podrá ser subdividida en compartimentos resistentes al fuego mediante muros de compartimentación con una resistencia al fuego F- 120 o superior, sin embargo queda establecido con carácter opcional según lo estime el arquitecto o ingeniero a cargo.

En cambio, la normativa española aborda este aspecto con gran detalle en la sección 1 del DB SI, exigiendo que los edificios se compartimenten en sectores de incendio bajo las condiciones descritas para cada tipo de ocupación, entregando valores de resistencia al fuego para puertas, paredes y techos que delimitan dichos sectores incrementando la exigencia según la altura de evacuación de la estructura.

La NFPA 101 por su parte también exige la división de los edificios en compartimentos formados por barreras cortafuego, las que tendrán que ser continuas, incluyendo continuidad a través de los espacios ocultos. Dichos

requerimientos se presentan separados según el tipo de uso de la estructura, incorporando además condiciones para áreas consideradas riesgosas.

En lo que respecta a la propagación exterior del fuego, la OGUC refiere en el punto 4.3.14. que los muros cortafuego deben prolongarse como mínimo 0,5 m por encima de la cubierta más alta y 0,2 m hacia delante de techos saledizos, aleros u otros elementos combustibles, indicando que si se utiliza otra solución que asegure el cumplimiento de la resistencia al fuego no será necesario emplear esta indicación.

Por el contrario, el código español analiza este aspecto en profundidad describiendo distintos casos como son propagación a través de fachadas, cubiertas y entre fachada y cubierta, entregando soluciones a implementar para cada uno de ellos que limiten el riesgo de propagación exterior tanto horizontal como vertical.

La compartimentación de los edificios es uno de los aspectos más importantes de protección pasiva contra incendios, ya que contribuye a limitar la propagación del fuego a niveles incontrolables protegiendo la vida de los usuarios, por lo tanto se hace necesario modificar el artículo de la Ordenanza referente a este tema para que establezca como obligatoria su implementación. Para ello se sugiere adoptar las indicaciones de la norma española, ya que presenta un apropiado nivel de detalle, además de ser de fácil entendimiento y aplicación por el orden en el que se encuentran descritas las exigencias.

Asimismo, se recomienda adoptar los requerimientos de propagación exterior descritos en el DB SI de España, ya que su alcance es mucho mayor por la consideración de casos en los que puede darse la propagación del fuego.

7.1.3. Reacción al fuego

La normativa chilena no establece exigencias sobre los requerimientos que deben cumplir los materiales de revestimiento, realizando únicamente los ensayos mencionados en el artículo 4.3.2. de la OGUC los cuales son insuficientes para poder evaluar el comportamiento al fuego que estos tendrán en los escenarios empleados.

En cambio la NFPA 101 aborda en el capítulo 10 las exigencias que deben cumplir los acabados interiores, definiendo para muros y cielorrasos las clases A, B y C en base a valores de propagación de llama y desarrollo de humo y para pisos las clases I y II en función del flujo radiante crítico, indicando en cada caso los ensayos a realizar.

Por último, el DB – SI de España presenta la clasificación de reacción al fuego más compleja, ya que considera el grado de combustibilidad del material (A1, A2, B, C, D, E y F), la opacidad de humos (producción y velocidad de propagación de este; s1, s2 y s3) y la producción y caída de gotas inflamadas (si se producen o no y en el caso en que se produzcan el tiempo que tardan en apagarse; d0, d1 y d2). Además, incorpora la condición de colocación de estos materiales en obra, ya que de esto dependerá su efectividad en el uso final al que se encuentren destinados, pues tendrán que satisfacer los tres parámetros de clasificación de forma simultánea.

Por lo tanto, la clasificación española es más estricta en comparación a la estadounidense, debido a que considera la contribución de más factores a la definición del comportamiento que tendrán los revestimientos al fuego.

Sin embargo, como en Chile no se tienen los ensayos suficientes para determinar los parámetros de clasificación mencionados para los materiales se vuelve difícil implementar los requerimientos previamente descritos, por lo que el primer paso sería la elaboración de una norma que se encargue de abordar estos aspectos para luego poder adoptar las exigencias especificadas ya sea en la NFPA o en el CTE.

7.1.4. Propagación del humo

Las reglamentaciones estudiadas no abordan el tema de la compartimentación contra el humo en edificios residenciales altos, únicamente la NFPA menciona dicho requisito pero para estructuras del tipo subterráneas, cárceles y recintos médicos.

En lo que respecta a la presurización, la OGUC exige que las zonas verticales de seguridad cuenten con este sistema cuando se trate de escaleras interiores, con el fin de permitir el desalojo de los usuarios sin que se vean afectados por el humo y gases tóxicos producidos por el incendio. Mientras que el CTE establece para las escaleras protegidas y especialmente protegidas, la protección contra el humo mediante ventilación natural, ventilación mediante dos conductos independientes de entrada y salida de aire o un sistema de presión diferencial.

De forma contraria a la convención general, la NFPA no exige la presurización de escaleras de ningún tipo pero permite su utilización para reducir exigencias de construcción en los edificios de gran altura protegidos por rociadores automáticos.

7.2. Evacuación

7.2.1. Cantidad de medios de egreso

La norma chilena permite como mínimo una vía de egreso para cargas de ocupación de hasta 250 personas y dos cuando se trate de valores de hasta 1000 personas, mientras que el código español señala que cuando la ocupación sea mayor a 500 personas o la altura de evacuación descendente supere los 28 m será requerido contar con más de una salida de planta.

A su vez la NFPA establece como condición de partida que los edificios dispongan de al menos dos medios de egreso, con el objetivo de evitar impedimentos en el desarrollo de la evacuación debido a una posible obstrucción de alguno de estos. Luego, la cantidad mínima requerida en cada piso estará dada por la carga de ocupantes de cada uno de estos, tal que para valores menores a 500 se dispondrá de dos medios de egreso, entre 500 a 1000 ocupantes de tres medios y sobre 1000 personas se exigirá un mínimo de cuatro medios de egreso por piso. Adicionalmente menciona que en caso de obtenerse como consecuencia del cálculo una reducción del número de vías de egreso en la dirección del trayecto de salida tendrá que adoptarse la cantidad obtenida antes de dicha disminución.

Por consiguiente la norma americana resulta mucho más completa, ya que considera un mínimo de 2 medios de egreso aumentando el nivel de seguridad y anteponiéndose al problema que ocasionaría a la estrategia de evacuación del edificio la obstrucción de un único medio de egreso.

7.2.2. Dimensionamiento de medios de egreso

Carga de ocupantes

Al comparar los factores de carga de ocupación de edificios de tipo residencial utilizados por cada uno de los países para el dimensionamiento de los medios de egreso, considerando en el caso de Chile el correspondiente a viviendas con superficies mayores a 140 m², se obtienen los siguientes valores:

Tabla 44: Comparación de factores de carga de ocupación

Chile	España	Estados Unidos
30	20	18,6

Luego para una misma superficie, la NFPA entregará la mayor carga de ocupantes y por tanto la mayor cantidad probable de ocupantes presentes en todo momento.

Criterios de dimensionamiento

Para el diseño de las vías de evacuación, la Ordenanza señala en el artículo 4.2.5. que el ancho mínimo de cualquier tramo de una vía se calculará en base a la carga de ocupación de la superficie que sirve dicha sección, permitiéndose anchos variables a lo largo de su extensión siempre y cuando se cumpla con los valores mínimos. Además, en caso de convergencia de un piso superior y uno inferior en un piso intermedio, este tendrá que dimensionarse sumando las cargas de ocupación de ambos pisos.

El Código técnico de edificación, en cambio especifica criterios a seguir para la asignación de usuarios consistentes en suponer inutilizada una salida cuando exista más de una en el edificio para efectos del cálculo del ancho mínimo, considerar inutilizada parcialmente una escalera protegida, especialmente protegida o compartimentada de acuerdo con la definición entregada en el Anexo A: Terminología del DB – SI o inutilizada en su totalidad una de ellas cuando se trate de escaleras no protegidas y no compartimentadas.

Por último, la NFPA exige que cuando exista más de un medio de egreso estos se diseñen para que ante la pérdida de alguno de ellos, quede disponible no menos del 50% de la capacidad requerida y las salidas que sirven a más de un piso se calculen en base a la carga de ocupantes de cada piso individualmente, siempre que la capacidad no disminuya en dirección del egreso. Además, si se produce convergencia de un medio de egreso superior e inferior en un piso, la capacidad debe ser no menor que la suma de las capacidades de ambos pisos.

A partir de lo descrito, se concluye que tanto el CTE como la NFPA exponen criterios adecuados para el dimensionamiento de las vías de evacuación proporcionando un grado de seguridad adicional, ya sea utilizando la hipótesis más desfavorable como indica la norma española o el aseguramiento de una capacidad mínima del 50% en caso de falla de un medio de egreso como menciona la norma estadounidense.

Escaleras

La Ordenanza presenta una tabla en el artículo 4.2.10. con la cantidad y anchos mínimos que deben tener las escaleras de acuerdo con la carga de ocupación, si tomamos como ejemplo un número de personas entre 700 y 1000, se requerirán 2 escalas con un ancho mínimo de 1,6 m cada una.

En cambio, usando la tabla 7.3.3.1. de la NFPA 101 para el dimensionamiento de escaleras en la que se impone un factor de carga de 7,6 mm/persona, se obtendrá para un ancho de 1,6 m un total de 210 personas.

$$\frac{1600 \text{ [mm]}}{7.6 \left[\frac{\text{mm}}{\text{persona}} \right]} = 210 \text{ personas}$$

Realizando el mismo procedimiento con el CTE, tomando el caso de una escalera no protegida de evacuación descendente con un ancho de 1,6 m se tendrá la siguiente capacidad:

$$P \leq 160A = 160 \cdot 1,6 = 256 \text{ personas}$$

Luego, se observa que la OGUC permite entre 350 a 500 personas para una escalera de 1,6 m, muy por encima del total de 210 personas que admite la NFPA y de las 256 personas que establece el CTE.

Por lo que se concluye que la capacidad de las escaleras presentada por la OGUC resulta ser insuficiente para permitir una evacuación expedita de los ocupantes, a diferencia de las otras dos normativas que entregan valores de capacidad más estrictos, por esto se recomienda la adopción de los criterios de dimensionamiento empleados por alguna de estas.

Escaleras exteriores

El artículo 4.2.16. de la OGUC menciona que se podrán autorizar escaleras auxiliares de evacuación exterior, cuando se realicen obras de rehabilitación en la estructura debido a que las escaleras interiores no cumplan con las condiciones establecidas para escaleras de la Ordenanza, las cuales podrán ser de estructura metálica si protección contra incendios.

A su vez, la NFPA 101 permite la utilización de escaleras exteriores de evacuación separadas del interior del edificio por barreras con la resistencia al fuego requerida para escaleras de cerramiento, exigiendo determinadas resistencias para las aberturas ubicadas debajo de estas dependiendo de su área de localización.

Por lo que se decide incluir en la metodología de revisión el criterio definido en la NFPA para las características que deben cumplir este tipo de escaleras, pues resulta mucho más preciso y detallado sirviendo como vía de egreso adicional en caso de que en un edificio residencial de varios pisos las escaleras interiores estén inaccesibles como consecuencia de la emergencia.

Pasillos y rampas

El ancho mínimo que deberán cumplir los pasillos según lo indicado en la Ordenanza se calcula a partir de la carga de ocupantes, considerando 0,5 cm/ persona con un límite inferior de 1,1 m. Por lo que por ejemplo para una capacidad de 300 personas se necesitará un ancho de 1,5 m.

Utilizando la fórmula definida en la norma española para el dimensionamiento de pasillos para la misma capacidad se obtiene un ancho de:

$$A \geq \frac{P}{200} = \frac{300}{200} = 1,5 \text{ m}$$

Luego realizando el cálculo con el factor de ocupación de la NFPA 101 correspondiente a 5mm/ persona para un total de 300 usuarios resulta un ancho requerido de 1,5 m.

Por lo tanto, las tres reglamentaciones en estudio otorgan resultados iguales para un mismo número de usuarios, produciéndose la misma situación con el diseño de rampas, ya que se emplean las mismas fórmulas y criterios dispuestos en cada normativa para pasillos.

Puertas

En lo que concierne al diseño de puertas tendrán que cumplir con un ancho mínimo libre de 0,8 m, el cual no podrá ser inferior al de los pasillos que sirven a estas puertas según se indica en la Ordenanza. Además de satisfacer un ancho nominal de hoja de al menos 0,85 m y una altura mínima de 2 m.

La norma española utiliza la misma fórmula antes descrita para pasillos, para el cálculo de puertas fijando un valor inferior límite de 0,8 m. Mientras que el código estadounidense emplea el mismo factor de capacidad de pasillos para el dimensionamiento de estas, con un mínimo de 0,81 m.

De manera que se obtienen valores muy similares a partir de lo establecido en las tres reglamentaciones.

Zona vertical de seguridad

Para edificios de 7 pisos o más, se exige en Chile la existencia de al menos una zona vertical de seguridad que conecte desde el nivel superior hasta el de la calle, y una zona inferior en el caso de tener más de un subterráneo las que deben encontrarse incomunicadas entre sí para evitar confusiones durante la evacuación.

Este requisito tiene como fin otorgar un medio de evacuación seguro, protegido contra los efectos del fuego y libre de humo y gases tóxicos, por lo que se justifica su incorporación en la metodología propuesta.

Espacio exterior seguro

A pesar de que la Ordenanza solicita que las vías de evacuación diseñadas terminen en un espacio exterior comunicado con la vía pública, no especifica las condiciones que debe satisfacer para ser considerado un sector seguro, dando lugar a diversas interpretaciones.

No obstante, el código español de seguridad en caso de incendio si entrega una definición más completa y exacta junto con los requisitos que debe cumplir para que una vez alcanzado por los usuarios, pueda considerarse que la evacuación ha llegado a su fin. Por esto se decide adoptar esta definición para incluirla en la propuesta de metodología de revisión de edificios.

Áreas de refugio

La OGUC indica que cuando se tengan edificios de 10 pisos o más con una sola escalera de evacuación, esta tendrá que terminar en el nivel de cubierta en una terraza de evacuación de determinadas dimensiones, siendo este el único lugar de evacuación protegido que se menciona como exigencia en el documento.

Por el contrario, la norma española establece la necesidad de contar con un área de refugio cuando se trate de edificios residenciales con altura de evacuación superior a 28 m, la cual tendrá que ubicarse en toda planta de ocupación no nula que no disponga de alguna salida de edificio accesible y tener una plaza para usuarios en silla de ruedas por cada 100 ocupantes o fracción de dimensiones 1,2 m x 0,8 m.

El código de seguridad humana por su parte indica que deben permitirse las áreas de refugio protegidas totalmente mediante un sistema de rociadores automáticos, que tengan un espacio de 0,76 m x 1,22 m por cada 200 ocupantes o fracción para acomodar la silla de ruedas y encontrarse comunicadas con la vía pública a través de una salida o ascensor, contando además con un sistema de comunicación a dos vías para el contacto entre el refugio y el punto central de control.

Disponer de un área de refugio en edificios en altura resulta sumamente importante en caso de que no pueda llevarse a cabo la evacuación de los ocupantes o cuando existan personas con problemas de movilidad o en silla de ruedas que por su condición no puedan descender con rapidez del recinto, ya que estos podrán refugiarse en dichos sectores mientras esperan las instrucciones del cuerpo de bomberos, por lo que se sugiere incorporar obligatoriamente estas zonas en la reglamentación nacional.

7.2.3. Disposición de medios de egreso

El artículo 4.2.10. de la OGUC señala que cuando se requieran dos o más escaleras en cada piso, estas deberán ubicarse de forma tal que constituyan dos vías de escape alternativas, independientes y aisladas y en caso de tratarse de escaleras contiguas, sus puertas de acceso tendrán que separarse a lo menos una distancia de 3 m.

Mientras que la NFPA indica que si se tienen dos salidas, estas deberán apartarse la distancia suficiente para evitar que más de una se vea obstaculizada como consecuencia del incendio, definiendo dicha distancia como al menos la mitad de la longitud de la máxima dimensión diagonal del edificio o área servida, medida entre el borde más cercano de las salidas.

En base a lo mencionado, se considera que la forma de determinar la mínima distancia de separación propuesta por la NFPA resulta mucho más completa, debido a que toma en consideración el tamaño y dimensiones de la superficie que se sirve de dicho medio de egreso imponiendo que a superficies de mayores dimensiones el distanciamiento sea mayor, logrando de esta forma una mejor

distribución espacial de los medios de evacuación que permita repartir de manera adecuada a los ocupantes y disminuir el riesgo de que ambas se vean afectadas poniendo en peligro a los usuarios al interior del recinto.

7.2.4. Distancias de recorrido

Al comparar las distancias de recorrido máximas medidas desde la puerta de ingreso al departamento hasta la salida más cercana considerando la situación en la que se tiene como mínimo dos salidas de egreso, se obtienen los siguientes datos para edificios sin rociadores automáticos y los que cuentan con este sistema.

Tabla 45: Distancias de recorrido por países

	Chile	España	Estados Unidos
Sin rociadores	40	35	30
Con rociadores	60	44	61

Así se observa que la norma estadounidense es la que presenta la mayor exigencia en el caso sin rociadores, permitiendo hasta un máximo de 30 m mientras que cuando se disponga de este sistema de extinción se alcanzará un máximo de 61 m asemejándose a lo impuesto en Chile.

Por otro lado, las tres normativas establecen una longitud de tramo máximo para pasillos en situación de fondo de saco, definiendo adicionalmente la NFPA una diferenciación entre el concepto de recorrido común y corredor sin salida, pero fijando el mismo valor límite para ambos casos en edificios de apartamentos.

La tabla 46 muestra la comparación entre las distancias máximas permitidas en los tres países de estudio considerando edificios sin instalación de rociadores automáticos.

Tabla 46: Distancias máximas pasillos en fondo de saco

Chile	España	Estados Unidos
10	25	10.7

El valor máximo para pasillos en situación de fondo de saco es prácticamente igual en Chile como en Estados Unidos, mientras que en España se permite una longitud de hasta 25 m.

Sin embargo, en Chile se acepta un incremento de esta longitud alcanzando los 30 m como máximo cuando el pasillo se encuentre protegido, es decir, con

elementos de resistencia F – 120, detectores de humo, entre otros. Por su parte la reglamentación estadounidense acepta el aumento hasta un valor límite de 15 m en caso de que el edificio disponga de un sistema de rociadores automáticos.

Complementariamente a las longitudes límites revisadas, la NFPA introduce una condición adicional a las de la OGUC y el DB – SI fijando distancias de recorrido máximas para los trayectos desde el interior de las unidades de vivienda hasta la puerta del corredor las que corresponden a 23 m cuando no se cuente con rociadores automáticos y 38 m cuando se tenga instalado dicho sistema de extinción.

Esta última condición no es tomada en cuenta por la OGUC y el DB – SI, ya que en ellos solo se limita la distancia desde la puerta de la vivienda a la salida más cercana, misma situación para los pasillos en fondo de saco, generando un problema pues el recorrido al interior de la vivienda ocasiona una ampliación del trayecto de evacuación y por tanto una extensión del tiempo utilizado en esta, afectando el éxito de la estrategia de salida. Además, el requisito de que las distancias se midan únicamente desde la puerta da lugar a escenarios donde al no satisfacerse el valor límite se decide colocar una puerta antes para estar dentro del rango indicado en la normativa, lo que claramente no soluciona la problemática del recorrido de evacuación excesivo.

Luego la NFPA 101 es la que aborda el tema de forma más detallada y precisa, por lo que se recomienda adoptar dichas indicaciones para una modificación de los criterios impuestos en Chile.

7.2.5. Señalización de emergencia

La NCh 2189 proporciona una clasificación de nivel riguroso para edificios residenciales de 7 pisos o más, exigiendo vías de evacuación señalizadas en toda su extensión, señalización en puertas laterales a la vía indicando a donde se dirigen para evitar confusiones, señalización de lugares riesgosos y de zonas donde se encuentren los sistemas de alerta y equipos contra incendios.

El Código técnico de edificación también menciona recorridos de evacuación señalizados indicando claramente la dirección, alternativas de trayecto para prevenir retrasos, rótulos “Sin Salida” en puertas a las que les corresponda, etc. Añadiendo que dichas señales deben ser visibles aunque falle el alumbrado del edificio y repartir a los usuarios coherentemente con el cálculo y dimensionamiento, aspecto sumamente relevante a tener presente al momento de definir las posiciones de los carteles o letreros, ya que favorecerá la evacuación disminuyendo la posibilidad de colapso de vías o formación de cuellos de botella.

Por último, el Código de Seguridad Humana requiere salidas señalizadas mediante carteles fácilmente visibles desde cualquier punto ubicado a una distancia máxima de 30 m, colocados a una altura determinada con tamaños y colores que los distinguan de cualquier decoración.

Por consiguiente, el nivel de señalización que deben poseer las vías de evacuación en Chile es muy similar a lo requerido en los otros países estudiados, sin embargo se considera beneficioso agregar el requisito de que las señales repartan a los ocupantes coherentemente con el cálculo y dimensionamiento, pues si bien es algo elemental al momento de hacer la planificación, incorporarlo en la propuesta le otorgará mayor visibilidad previniendo que se pase por alto.

7.2.6. Sistemas de iluminación

Iluminación de emergencia

Las tres normativas revisadas mencionan la necesidad de un sistema de alumbrado de emergencia automático, especificándose en la NCh Elec 4/2003 y el DB – SUA la instalación de estos sobre cada puerta, cerca de escaleras iluminando los escalones, en cada cambio de nivel de piso, cambio de dirección de vía de escape, etc.

Al comparar las características mínimas que debe cumplir la iluminación según lo dispuesto en las tres normativas revisadas se obtiene:

Tabla 47: Características de iluminación para cada país

Aspectos	Chile	España	Estados Unidos
Tipo de iluminación	Automático	Automático	Automático
Iluminación inicial mínima	1 lux a nivel de suelo en zona central.	1 lux a nivel de del eje central.	1,1 lux a lo largo del camino de egreso.
Tiempo mínimo de duración	1,5 horas	1 hora	1,5 horas
Declinación iluminación mínimo aceptable	80% parámetros de funcionamiento.	70% de su valor nominal.	0,65 lux en cualquier punto.
Tiempo de recuperación	50% de iluminación en 5 seg. y 100% en 60 seg.	50% de iluminación en 5 seg. y 100% en 60 seg.	No indicado.

Luego a partir de lo realizado, se puede concluir que la normativa chilena no presenta diferencias significativas con las demás reglamentaciones siendo muy similar a lo descrito en el DB – SUA de España.

Energía de Reserva

La energía de reserva es exigida por la NFPA para edificios de gran altura con el objetivo de proporcionar energía para la continuidad del servicio en el edificio, esta es entregada a través de grupos electrógenos.

Este sistema debe conectarse al menos a un ascensor que sirva a todos los pisos, equipamiento e iluminación del centro de comandos y otros elementos especificados en 11.8.5. de NFPA 101.

7.2.7. Plan de emergencia

La circular N°0339 “Permisos, recepciones, plan de evacuación” indica como principales objetivos de un plan de emergencia establecer procedimientos que permitan una evacuación efectiva con mínima posibilidad de daño a las personas, proporcionar un sistema preventivo de detección de riesgos e informar a todos los usuarios del edificio de lo descrito en dicho plan, con el fin de evitar pérdidas de tiempo valioso por el desconocimiento de las medidas a seguir.

Estos planes son elaborados por profesionales del área como arquitectos, constructores, ingenieros y prevencionistas para ser entregados al cuerpo de bomberos los que realizarán su inspección con el fin de verificar su correcto funcionamiento, permitiéndoles además conocer las instalaciones para saber la forma en que deben actuar ante una emergencia.

Sin embargo en muchas ocasiones bomberos no posee conocimientos tan completos de las disposiciones detalladas en la OGUC, lo que dificulta y genera deficiencias en dicha labor haciendo fundamental llevar a cabo tareas formativas al interior de la institución para instruirlos con los conocimientos técnicos suficientes certificados ya sea por la Academia Nacional de Cuerpo de Bomberos u otro organismo competente o establecer otra autoridad que posea el manejo apropiado para encargarse de la revisión de los planes.

La NFPA presenta objetivos similares exigiendo también la definición de los procedimientos de evacuación que indiquen las rutas de preferencia a utilizar, junto con la condición de uso de los ascensores del recinto. Además del detalle del diseño y conducción de los simulacros de incendio a realizar que ayuden a preparar a los usuarios y personal del lugar ante la situación de emergencia, junto con las acciones y roles a tomar por cada uno de ellos.

Estos planes deben ser presentados a la Autoridad Competente (AC) para su posterior revisión, entendiéndose por esta una organización, oficina o individuo responsable de hacer cumplir los requerimientos del código o norma.

Por lo que ambos países presentan requerimientos similares y complementarios entre sí que pueden ser incluidos en la propuesta de metodología de revisión de edificios altos, pero se debe tener en cuenta que las organizaciones encargadas de la verificación de las exigencias tengan un manejo íntegro de los códigos de diseño contra incendios para que el resultado del análisis sea satisfactorio.

7.3. Sistemas de detección, alarma y extinción

7.3.1. Sistemas de detección

La OGUC exige un sistema automático de detección cuando se trate de edificios de 5 pisos o más con carga de ocupación por sobre las 200 personas, junto con detectores de humo instalados en los ductos principales de aire acondicionado que actúen desconectando automáticamente el sistema.

Por su parte el DB SI señala que se deberá proveer de un sistema de detección en los edificios residenciales cuya altura de evacuación supere los 50 m, el cual deberá cumplir lo establecido en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios. En dicho documento no se indica un tipo de detector a utilizar, sino que se menciona que la elección de este deberá ser de acuerdo con su rapidez de funcionamiento en las condiciones ambientales de las áreas en las que se ubiquen, por lo que deben estudiarse las circunstancias propias de cada caso.

La norma americana es más precisa en este sentido, imponiendo como exigencia para los edificios de apartamentos que se instalen alarmas de humo conectadas directamente a una fuente eléctrica (no operadas por baterías) al interior de cada área para dormir, corredores que conectan las habitaciones y en cada nivel de la residencia. Además de detectores de humo en vestíbulos y sala de máquinas de ascensores, en cuanto al uso de detectores de humo en ductos de calefacción, ventilación y aire acondicionado podrá ser requerido dependiendo del tamaño del sistema.

Si bien, siempre es importante realizar un estudio en profundidad que permita optar por el sistema de detección que más se ajuste a las características del recinto se considera apropiado adoptar las condiciones descritas en la NFPA para proporcionar un nivel de seguridad mínimo base a este tipo de estructuras.

7.3.2. Sistemas de alarma y notificación

Al hacer una comparación de las tres normativas revisadas se observa que la NFPA 101 presenta una mejor definición de los aspectos a considerar en los sistemas de alarma y notificación, ya que indica el tipo de señales a utilizar para alertar a los ocupantes, el procedimiento para notificar a personal de bomberos junto con el equipo necesario para que estos puedan comunicarse y el requisito de una señal de alarma que pueda entregar avisos zonificados, aspecto muy relevante en edificios de gran altura donde el plan de emergencia contempla una evacuación por fases priorizando los pisos directamente afectados.

Sumado a esto, establece la forma en que deben entregarse las instrucciones de evacuación junto con las características que deben cumplir las zonas de aviso de alarma por piso y la importancia de la presencia de personal capacitado que pueda brindar apoyo, por lo tanto proporciona un conjunto de requerimientos mucho más completo que las otras reglamentaciones.

7.3.3. Sistemas de extinción y lucha contra incendios

En Chile el reglamento de instalaciones domiciliarias de agua potable y de alcantarillado (RIDAA) está encargado de especificar las características que deben cumplir los sistemas de red húmeda y seca instalados en los edificios, sin embargo no define requisitos como inspección, mantención y pruebas a realizar para asegurar un buen funcionamiento de estos en caso de incendio.

Esta situación trae consigo que con el transcurso de los años las tuberías presenten fugas, oxidación, problemas de presión, entre otros, ocasionando una operación deficiente que no es advertida como consecuencia de la falta de fiscalización.

Por esto, personal de bomberos no confía en este tipo de sistemas de lucha dispuestos en los edificios prefiriendo no utilizarlos, lo que provoca el desperdicio de mecanismos que serían de gran apoyo a la eficacia del procedimiento de extinción pero que al no contar con la adecuada mantención representan un riesgo a la estrategia de seguridad.

Por lo que se vuelve relevante implementar algún tipo de certificación sobre estas redes mediante algún sello que indique si el sistema es seguro y confiable, si presenta ciertas deficiencias mínimas a subsanar o si es completamente vulnerable, los que deban revisarse y actualizarse cada cierto periodo de tiempo para entregar un grado de confiabilidad al cuerpo de bomberos de que pueden hacer uso de estas instalaciones.

Red húmeda

El reglamento de instalaciones domiciliarias de agua potable y de alcantarillado (RIDAA) señala que los edificios de apartamentos deben disponer de bocas de incendio ubicadas en espacios comunes, de 25 mm de diámetro y un largo no superior a 25 m, mientras que el código español solo exige su uso cuando se trate de locales de riesgo alto.

En cuanto a la NFPA 101, esta menciona en el apartado de edificios de gran altura del capítulo 11, la necesidad de un sistema de tubería vertical Clase I que proteja en su totalidad al edificio de acuerdo con lo definido en la NFPA 14. Dicho sistema de tubería vertical deberá proveer conexiones de manguera de 2,5" para suministrar agua para uso de bomberos o personal entrenado en chorros de incendio pesados.

Al comparar estos requisitos existe una diferencia fundamental consistente en que las bocas de incendio pueden ser utilizadas directamente por los ocupantes de la estructura en la fase inicial de un fuego, debido a su eficacia y facilidad de manejo, mientras que el sistema de tubería impuesto en la NFPA se destina únicamente a la labor de bomberos o brigadas capacitadas, pues el chorro producido por una manguera de tales características usualmente se controla entre 3 a 4 personas por su gran magnitud.

Disponer del sistema de tubería vertical Clase I propuesto en la norma estadounidense resulta una herramienta de gran utilidad en el combate del fuego, ya que proporciona un sistema de lucha de mayor potencia a disposición de bomberos, por lo que debe ser incluido en la estrategia de seguridad. A su vez contar con una boca de incendio proporciona un mecanismo de extinción fácil de usar, eficaz e inagotable, ya que funciona con agua de la red de abastecimiento doméstico, por lo que su instalación es muy recomendable. Por todo lo señalado, se hace conveniente incluir ambos mecanismos en edificios de gran altura.

Red seca

El documento de instalaciones de agua potable y alcantarillado (RIDAA) dispone para los edificios de 5 o más pisos, la instalación de un sistema de tuberías independiente de la red de distribución de agua domiciliaria para uso exclusivo del personal de bomberos.

Por su parte el DB SI de España establece que cuando la altura de evacuación supere los 24 m, se tendrá que proveer al edificio de una instalación de columna seca, con criterios muy similares a los de la normativa chilena detallados en profundidad en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (RIPCI).

La red seca se utiliza para entregar a bomberos una herramienta que les permita proveer con agua el piso que se necesite, con el volumen y presión necesaria para extinguir el fuego ya desatado. Por tanto, su instalación es de gran utilidad para suministrar agua evitando que se extiendan mangueras a través del edificio, escaleras y pisos, con la consiguiente pérdida de tiempo y desgaste de personal.

Red Inerte

La red inerte es mencionada únicamente en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones para edificios que tengan 16 pisos o más, la cual debe tener una entrada de alimentación en la fachada del edificio para unir el generador de los carros porta escalas de bomberos y energizar los enchufes correspondientes distribuidos en cada piso.

Por lo que es muy importante contar con ella cuando no se tiene suministro eléctrico en el edificio para proveer iluminación y electricidad a las herramientas que se requieran utilizar en el control del incendio.

Extintores

La Ordenanza define en el capítulo 3: De las condiciones de seguridad contra incendios una serie de normas INN que se deben utilizar para determinar condiciones de ubicación, señalización, junto con procedimientos de inspección y mantenimiento de extintores portátiles, sin embargo a lo largo de este capítulo no se explican o mencionan situaciones en las que se requiera su implementación en edificios.

Por el contrario, el DB SI de España fija como condición para cualquier edificio el uso de extintores portátiles, diferenciando entre sectores de uso general y locales de riesgo especial los cuales requerirán de distintas restricciones de ubicación de dichos aparatos.

Por último, la normativa estadounidense no exige la provisión de extintores portátiles en áreas riesgosas en los edificios de gran altura, debido a que impone que estos se encuentren protegidos en su totalidad por un sistema de rociadores automáticos.

Contar con un extintor contra el fuego puede producir sin duda una reducción del riesgo de incendio, ya que proporciona un mecanismo de fácil utilización por parte de las personas que podría extinguir un incendio en su fase inicial evitando su crecimiento y propagación, por lo que tenerlos a disposición siempre será un aporte a la protección contra incendios. Por tanto, se considera su inclusión en la metodología de chequeo a través de una combinación de aspectos de la reglamentación chilena y española.

Rociadores automáticos

La normativa chilena exige su uso únicamente en edificaciones de 3 o más pisos destinadas a la permanencia de personas donde no pueda garantizarse la evacuación de estas por sus propios medios, como por ejemplo sectores de enfermos en hospitales, recintos para el cuidado de personas con patologías mentales, lugares de detención o reclusión, etc. por lo que no es obligatoria su instalación en edificios altos residenciales.

Mientras que la reglamentación española establece el uso de sistemas de extinción automática de forma general en todo tipo de edificios cuya altura de evacuación supere los 80 m.

Por otro lado, la NFPA 101 de Estados Unidos es mucho más exigente en este sentido, imponiendo que todos los edificios de gran altura deban estar protegidos en su totalidad por un sistema de rociadores automáticos aprobado y supervisado, criterio mucho más adecuado considerando como se explicó en el apartado anterior que este sistema contribuye a la extinción temprana de incendios y al retraso en la propagación del fuego dentro del edificio otorgando tiempo adicional para que pueda llevarse a cabo la evacuación.

Estanques de agua

La Ordenanza establece que deben proveerse estanques de acuerdo con lo estipulado en RIDAA, en donde se indica que los edificios en altura que no tengan la posibilidad de un abastecimiento permanente desde la red pública deben contar con estanques de regulación, mientras que los edificios con 4 o más pisos deben disponer de estanques de almacenamiento. Las normativas restantes no hacen referencia a este aspecto.

Grifos

La OGUC indica que se deberá contar con un grifo contra incendios cuando el edificio tenga una carga de ocupación mayor a 10 m^2 por persona y con una superficie construida de más de 10.000 m^2 . De forma similar, el DB SI señala que cuando se tengan alturas de evacuación por sobre los 28 m se deberá considerar al menos un hidrante cada 10.000 m^2 de superficie construida y uno más por cada 10.000 m^2 o fracción.

Por el contrario, la NFPA 101 “Código de seguridad humana” no aborda este aspecto pues se centra única y exclusivamente en la protección de las personas, no incluyendo criterios de protección a la propiedad.

A partir de lo mencionado, las indicaciones del DB SI resultan mucho más precisas ya que contempla el tamaño de la superficie edificada para definir el número de hidrantes a instalar.

7.4. Intervención de bomberos

La normativa nacional establece que se debe contar con acceso desde la vía pública a la base de los edificios con la resistencia suficiente y las dimensiones apropiadas que permitan una libre circulación y maniobra del equipo de emergencia, sin embargo no entrega especificaciones de dimensiones mínimas a respetar ni condiciones de entorno y accesibilidad por fachadas, aspectos que si se definen adecuadamente y en detalle en el DB SI, por lo que resulta un criterio mucho más completo a imponer en la metodología de revisión.

8. Metodología de revisión de edificios en altura

Para la metodología de revisión de edificios residenciales altos se propone la implementación de una lista de chequeo que contenga los componentes mencionados en la estrategia de seguridad, junto con el desglose de las exigencias que se deben cumplir en cada caso, además de la indicación de la normativa correspondiente que permita consultar el detalle de lo descrito.

La elección de este método se justifica en su facilidad y rapidez de uso para poder proporcionar un servicio eficaz de detección de vulnerabilidades que permita calificar el desempeño completo de la estructura, sin perder de vista el grado de cumplimiento de cada componente.

A continuación, se presenta el modelo propuesto para ser usado en el análisis de la estructura, el cual se divide en antecedentes generales, características de construcción y diseño, chequeo de exigencias de seguridad contra incendios, recuento de puntajes y evaluación del desempeño del edificio.

El chequeo de las exigencias de seguridad detalla las condiciones más importantes que deben verificarse en cada componente de la estrategia, asignándoles un determinado puntaje, para luego en base a lo registrado proceder a contabilizar el número de puntos obtenidos para cada uno, con el fin de clasificarlos en incumplimiento cuando se obtenga menos de un 60% de aprobación, cumplimiento parcial para puntajes entre el 60% y 100% o cumplimiento total cuando se alcance el 100%.

Es importante mencionar que se escoge un límite del 60% en vez de un 50% con el objetivo de garantizar un grado de protección aceptable contra incendios, evitando que la suma de puntajes entregue un valor del 50% debido a condiciones con menor impacto presentes en cada categoría.

Posteriormente usando dichos resultados se evalúa el desempeño de la estructura, mediante una clasificación base que considere únicamente lo obtenido en los dos componentes principales de la estrategia de seguridad para edificios altos: desempeño estructural y evacuación, la cual diferencie entre vulnerabilidad cuando al menos uno de los componentes se incumpla y baja, media y alta dependiendo del cumplimiento parcial o total de estos. Por último, se lleva a cabo una clasificación complementaria de los restantes factores dividiéndolos en clase I, clase II y clase III, en orden decreciente de seguridad para proporcionar una visión simple del estado de protección otorgado por estos.

LISTA DE CHEQUEO PARA EDIFICIOS RESIDENCIALES ALTOS

ANTECEDENTES GENERALES			
Nombre del edificio		Fecha	
Destino de uso		Año de construcción	
Propietario y/o representante legal		Ciudad	
Ubicación		Comuna	

CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO			
Material de la estructura		Altura aproximada [m]	
Superficie total edificada [m ²]		Cantidad de personas	
Carga de ocupación [m ² /persona]		Número de pisos	

ASIGNACIÓN		PUNTAJE
C	“Cumple” , cuando se satisfaga por completo la exigencia detallada en cada punto.	Total de puntos definidos en el requisito
CP	“Cumple parcialmente” , aplicable cuando exista al menos un 50% de cumplimiento.	Mitad de puntos indicados en el requerimiento
NC	“No cumple” , si es que se satisface menos del 50% del requerimiento.	Sin puntaje
	No aplica	-

EXIGENCIAS DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS		NORMATIVA	C	CP	NC
1. DESEMPEÑO DEL EDIFICIO					
1.1. Resistencia Estructural (9 puntos)			PUNTAJE:		
1.1.1.	Elementos estructurales cumplen con la resistencia al fuego requerida de acuerdo con el tipo de ocupación. (3 ptos)	Tabla 7.2.1.1. (NFPA 5000)			
1.1.2.	Ductos de descarga de basura con resistencia mínima de F-60. (2 ptos)	Art. 4.3.18 (OGUC)			
1.1.3.	Ductos de ventilación con resistencia mínima correspondiente a la mitad de la requerida para los muros exteriores de la zona donde están ubicados. (2 ptos)	Art. 4.3.19 (OGUC)			
1.1.4.	Canalizaciones eléctricas con resistencia al fuego F-60. (2 ptos)	Art. 4.3.10 (OGUC)			
1.2. Propagación interior (9 puntos)			PUNTAJE:		
1.2.1.	Compartimentación en sectores de incendio de acuerdo con el tipo de uso previsto. (1 pto)	Tabla 1.1. Sección 1 (DB SI)			
1.2.2.	Resistencia al fuego de paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio. (2 ptos)	Tabla 1.2. Sección 1 (DB SI)			
1.2.3.	Escaleras y Ascensores que comuniquen sectores de incendio distintos compartimentados mediante elementos constructivos de resistencia al fuego mínima igual a la de elementos separadores de sectores de incendio. (2 ptos)	Sección 1 (DB SI)			
1.2.4.	Resistencia al fuego de locales de riesgo especial. (1 pto)	Tabla 2.2. Sección 1 (DB SI)			
1.2.5.	Continuidad de compartimentación entre espacios ocupables y espacios ocultos como patinillos, cámaras, falsos techos, etc. (1 pto)	Sección 1, apartado 3 (DB SI)			
1.2.6.	Mantenimiento de compartimentación en los puntos en que los elementos de compartimentación son atravesados por instalaciones como ductos, cables, tuberías, conductos de ventilación, basura, etc. (2 ptos)	Sección 1, apartado 3 (DB SI)			

1.3. Propagación exterior (12 puntos)		PUNTAJE:		
1.3.1. Propagación horizontal a través de la fachada				
1.3.1.1.	Puntos de la fachada con resistencia al fuego menor a EI 60 separados como mínimo la distancia d indicada en la tabla del apartado 1 de SI 2. (3 ptos)	Sección 2 (DB SI)		
1.3.2. Propagación vertical a través de la fachada				
1.3.2.1.	Fachada con resistencia mínima EI 60 en una franja de al menos 1 metro de altura, en caso de elementos salientes se permite la reducción de altura en el ancho de dicho elemento. (3 ptos)	Sección 2 (DB SI)		
1.3.3. Propagación a través de la cubierta				
1.3.3.1.	Entre edificios colindantes, cubierta con resistencia mínima REI 60 en una franja de al menos 0,5 m de ancho medida desde el edificio hacia cada lado. (2 ptos)	Sección 2 (DB SI)		
1.3.3.2.	Entre sectores de incendio, cubierta con resistencia mínima REI 60 en una franja de al menos 1 m de ancho situada sobre el encuentro de elementos compartimentadores con la cubierta. (2 ptos)	Sección 2 (DB SI)		
1.3.3.3.	Encuentro entre fachada y cubierta pertenecientes a sectores de incendio o edificios diferentes cumple que cualquier zona de fachada con resistencia menor a EI 60 se encuentre a una altura h obtenida en función de la distancia d a la que esté cualquier zona de la cubierta con resistencia menor a EI 60, según los valores de la tabla del apartado 2 de DB SI. (2 ptos)	Sección 2 (DB SI)		

2. EVACUACIÓN				
2.1. Dimensionamiento de medios de egreso (12 puntos)		PUNTAJE:		
2.1.1. Altura mínima de medios de egreso (1 punto)				
2.1.1.1.	Altura libre mínima de 2,1 m en vías de escape y de 2 m en los vanos de las puertas. (1 pto)	Art. 4.2.6. (OGUC)		

2.1.2. Escaleras (1.5 puntos)					
2.1.2.1.	Ancho de la escalera a partir del factor de carga de ocupación de la tabla 7.3.3.1. respetando los mínimos establecidos en tabla 7.2.2.2.1.1.(a) (0.8 ptos)	7.3.3. (NFPA 101)			
2.1.2.2.	Ancho mínimo de huella de 280 mm y altura de contrahuella no mayor a 180 mm ni menor a 130 mm. (0.5 ptos)	Art. 4.2.11 (OGUC)			
2.1.2.3.	Pasamanos al menos a un costado, a una altura entre 0,85 m y 1,05 m en tramos inclinados. (0.2 ptos)	Art. 4.2.11 (OGUC)			
2.1.3. Escaleras exteriores (1 punto)					
2.1.3.1.	Escaleras separadas del interior del edificio mediante una barrera cortafuego extendida 305 cm a cada lado de la escalera, tanto vertical como horizontalmente. (0.2 ptos)	7.2.2.6.3.2. (NFPA 101)			
2.1.3.2.	Aberturas en la zona de la barrera con resistencia al fuego de 45 min si se encuentran fuera del área de la escalera y con resistencia de 1 h o 1,5 h si se ubican en el área de la escalera, en edificios de hasta 3 pisos o más de 3 pisos respectivamente. (0.4 ptos)	7.2.2.6.4. (NFPA 101 y Coté and Harrington, 2009)			
2.1.3.3.	Se encuentran provistas de obstrucción visual opaca de no menos de 1,22 m de altura. (0.2 ptos)	7.2.2.6.2. (NFPA 101)			
2.1.3.4.	Están diseñadas para minimizar la acumulación de agua en su superficie. (0.2 ptos)	7.2.2.6.5. (NFPA 101)			
2.1.4. Zona vertical de seguridad (1.5 puntos)					
2.1.4.1.	Al menos una zona vertical de seguridad que conecte desde el nivel superior hasta el de la calle y una zona inferior en caso de más de un subterráneo, sin continuidad entre sí. (0.2 ptos)	Art. 4.3.7. (OGUC)			
2.1.4.2.	Distancia máxima desde el interior de un departamento hasta el ingreso a la zona vertical de 53 m en edificios sin rociadores y de 99 m en edificios con rociadores. (0.5 ptos)	Tabla A.7.6. (NFPA 101)			

2.1.4.3.	Sistema de iluminación de emergencia y presurización en caso de escaleras interiores que actúe cuando el suministro se vea interrumpido. (0.2 ptos)	Art. 4.3.7. (OGUC)			
2.1.4.4.	Puertas de acceso a la zona vertical en cada piso de cierre automático. (0.2 ptos)	Art. 4.3.7. (OGUC)			
2.1.4.5.	Señalización de puertas de acceso o egreso con el distintivo "SALIDA DE EMERGENCIA" (0.2 ptos)	Art. 4.3.7. (OGUC)			
2.1.4.6.	Tramos de escaleras rectos y huellas de peldaños y descansos antideslizantes. (0.2 ptos)	Art. 4.2.11. (OGUC)			
2.1.5. Pasillos (1.5 puntos)					
2.1.5.1.	Ancho mínimo libre de 0,5 cm/persona de acuerdo con la carga de ocupación, con un valor límite inferior de 1,1 m. (1 pto)	Art. 4.2.18. (OGUC)			
2.1.5.2.	Libres de obstáculos que disminuyan su ancho, salvo que se trate de elementos de seguridad ubicados en paredes que no reduzcan en más de 0,15 m el ancho de estos. (0.5 ptos)	Art. 4.2.19.(OGUC)			
2.1.6. Puertas (1.5 puntos)					
2.1.6.1.	Ancho mínimo de puertas no inferior al ancho mínimo de los pasillos que sirven a estas. (0.5 ptos)	Art. 4.2.23. (OGUC)			
2.1.6.2.	Ancho nominal de hoja no menor a 0,85 m y alto no inferior a 2 m. (0.2 ptos)	Art. 4.2.24. (OGUC)			
2.1.6.3.	Puertas de acceso a una escalera dejan sin obstrucción al menos un tercio del ancho libre requerido para la escalera. (0.2 ptos)	Art. 4.2.25. (OGUC)			
2.1.6.4.	Puertas libres de obstáculos que impidan su rápido uso, además de decoraciones que disimulen su localización. (0.2 ptos)	Art. 4.2.22. (OGUC)			
2.1.6.5.	Abertura en sentido de evacuación para cargas de ocupación mayores a 50 personas. (0.2 ptos)	Art. 4.2.26. (OGUC)			
2.1.6.6.	Puertas abren desde el interior sin la necesidad de llaves o mecanismos que requieran algún esfuerzo o conocimiento especial. (0.2 ptos)	Art. 4.2.27. (OGUC)			

2.1.7. Rampas (1 punto)					
2.1.7.1.	Ancho de acuerdo con el de los pasillos de la ruta que integran. (0.4 ptos)	Art. 4.2.20. (OGUC)			
2.1.7.2.	Pendiente mínima del 8% y máxima del 12%. (0.2 ptos)	Art. 4.2.20. (OGUC)			
2.1.7.3.	Longitud de tramo máxima de 9 m, con intercalación de descansos de 1,5 m como mínimo en caso de exceder dicho valor. (0.2 ptos)	Art. 4.1.7. (OGUC)			
2.1.7.4.	Cambios de dirección del recorrido de la rampa proyectados en los descansos. (0.2 ptos)	Art. 4.1.7. (OGUC)			
2.1.8. Espacio exterior seguro (1 punto)					
2.1.8.1.	Permite la dispersión de los ocupantes en condiciones de seguridad, considerando una zona delante de cada salida con una superficie de al menos 0,5P [m ²] (0.4 ptos)	Anexo A (DB SI) y DA DB SI/4			
2.1.8.2.	Está comunicado con la red viaria permitiendo la intervención de personal de bomberos y los medios de ayuda a los ocupantes. (0.4 ptos)	DA DB SI/4			
2.1.8.3.	Permite una amplia disipación del calor, humos y gases producidos por el incendio. (0.2 ptos)	Anexo A (DB SI)			
2.1.9. Área de refugio (1 punto)					
2.1.9.1.	Se encuentra protegido en su totalidad por rociadores automáticos. (0.2 ptos)	7.2.12. (NFPA 101)			
2.1.9.2.	Dispone en su interior de un espacio de 0,8 m x 1,2 m por cada 200 ocupantes para acomodar la silla de ruedas. (0.2 ptos)	7.2.12. (NFPA 101)			
2.1.9.3.	Se encuentra comunicado con la vía pública a través de una salida o ascensor sin requerir el regreso a los espacios del edificio utilizados en el trayecto de ingreso. (0.2 ptos)	7.2.12. (NFPA 101)			
2.1.9.4.	Cuenta con un sistema de comunicación a dos vías para la comunicación entre el área de refugio y un punto central de control. (0.2 ptos)	7.2.12. (NFPA 101)			
2.1.9.5.	Se encuentra identificada con un cartel con la leyenda "Área de Refugio" (0.2 ptos)	7.2.12. (NFPA 101)			

2.1.10. Ascensores (1 punto)					
2.1.10.1.	Ascensores no considerados como un componente de un medio de egreso. (0.4 pts)	9.4.1. (NFPA 101)			
2.1.10.2.	Dispuestos en conformidad con los requisitos de Operación de emergencia para Bomberos de la ASME A17.1/CSA B44. (0.6 pts)	9.4.3.1. (NFPA 101)			
2.2. Cantidad de medios de egreso (12 puntos)			PUNTAJE:		
2.2.1.	Se dispone de mínimo dos medios de egreso en cada planta del edificio. (6 pts)	7.4.1.2. (NFPA 101)			
2.2.2.	Cantidad de medios de egreso no disminuye en la dirección del trayecto de salida. (6 pts)	7.4.1.4. (NFPA 101)			
2.3. Disposición de medios de egreso (6 puntos)			PUNTAJE:		
2.3.1.	Salidas ubicadas de forma que sean claramente accesibles y reconocibles. (3 pts)	7.5.1. (NFPA 101)			
2.3.2.	Las salidas se disponen separadas como mínimo la mitad de la longitud de la máxima dimensión diagonal del edificio o área servida. (3 pts)	7.5.1. y Anexo A.7.5.1.3.2. (NFPA 101)			
2.4. Distancias de recorrido (12 puntos)			PUNTAJE:		
2.4.1.	Distancia de recorrido desde el interior de la unidad de vivienda hasta la puerta de un corredor ≤ 23 m en edificios sin rociadores automáticos y ≤ 38 m en edificios con rociadores. (4 pts)	30.2.6.1. (NFPA 101)			
2.4.2.	Distancia de recorrido total desde el interior del departamento hasta la salida ≤ 53 m en edificios sin rociadores y ≤ 99 m en edificios con rociadores. (4 pts)	Tabla A.7.6. (NFPA 101)			
2.4.3.	Longitud de trayectos comunes y corredores sin salida definidos en A.7.5.1.5. ≤ 10 m en edificios sin rociadores automáticos y ≤ 15 m en edificios con rociadores. (4 pts)	Tabla A.7.6. (NFPA 101)			
2.5. Señalización de emergencia (6 puntos)			PUNTAJE:		
2.5.1.	Señales visibles incluso en caso de fallo del suministro de alumbrado normal. (1 pts)	Sección 3 (DB SI)			

2.5.2.	Señales reparten a los ocupantes de forma coherente con el cálculo y dimensionamiento. (1 pto)	Sección 3 (DB SI)			
2.5.3.	Señales de tamaño, color y diseño fácilmente visibles que contrasten con las decoraciones, los acabados interiores u otros carteles. (1 pto)	7.10.1.8 (NFPA 101)			
2.5.4.	Recorridos de evacuación señalizados en toda su extensión de uso común, de modo que desde todo punto de la vía susceptible de ser ocupado sea visible al menos un distintivo que permita iniciar o continuar la evacuación. (1 ptos)	NCh 2189			
2.5.5.	Puertas colocadas transversalmente a la vía de evacuación disponen de señales indicando si conducen al exterior, a un lugar seguro o a uno sin salida. (1 ptos)	NCh 2189			
2.5.6.	Distintivos de seguridad indicando la localización de alarmas u otro sistema de alerta colocados en las vías e iniciándose a una distancia no mayor a 20 m. (0.5 pto)	NCh 2189			
2.5.7.	Distintivos de seguridad indicando la localización de equipos contra incendios colocados en vías de evacuación e iniciándose a una distancia no mayor a 20 m. (0.5 pto)	NCh 2189			
2.6. Sistemas de iluminación (6 puntos)			PUNTAJE:		
2.6.1. Iluminación de emergencia					
2.6.1.1.	Alumbrado automático de emergencia independiente de la red pública. (1 pto)	Art. 4.3.10 (OGUC)			
2.6.1.2.	Luces de emergencia instaladas sobre cada puerta de salida de emergencia, próximas a escaleras, cambios de nivel de piso, de dirección y en intersecciones con pasadas laterales. (1 pto)	11.5.6. (NCh Elec 4/2003)			
2.6.1.3.	Ubicación de luminarias de alumbrado de emergencia a no menos de 2 m sobre el suelo. (1 pto)	11.5.7. (NCh Elec 4/2003)			
2.6.1.4.	Sistema de iluminación cumple condiciones mínimas indicadas en la tabla N°11.26. (1 pto)	11.5.6. (NCh Elec 4/2003)			

2.6.2. Energía de reserva				
2.6.2.1.	Energía de reserva Tipo 60, Clase 1, Nivel 1 de acuerdo con NFPA 70. (1 pto)	11.8.5.2.1. (NFPA 101)		
2.6.2.2.	Sistema de energía conectado a bomba eléctrica contra incendios, equipamiento e iluminación del centro de comando de la emergencia, no menos de un ascensor que sirva a todos los pisos con energía transferible a cualquier ascensor. (1 pto)	11.8.5.2.4. (NFPA 101)		
2.7. Plan de emergencia (6 puntos)			PUNTAJE:	
2.7.1.	Se cuenta con una ficha técnica con información relevante sobre las características constructivas, elementos y equipos disponibles en la edificación. (1 pto)	DDU 235 (Cir.0339)		
2.7.2.	Se dispone de planos esquemáticos de fácil lectura que complementen a la ficha técnica, señalizados de acuerdo con las normas nacionales. (1 pto)	DDU 235 (Cir.0339)		
2.7.3.	Se provee de una guía práctica con instrucciones a seguir durante el proceso de evacuación, la cual indique respuesta de ocupantes y personal, rutas preferidas de evacuación, junto con condiciones de uso de ascensores. (2 ptos)	DDU 235 (Cir.0339) y 4.8.2. (NFPA 101)		
2.7.4.	Se especifica el procedimiento para informar sobre la emergencia. (1 pto)	4.8.2. (NFPA 101)		
2.7.5.	Se especifica el diseño y conducción de simulacros de incendio. (1 pto)	4.8.2. (NFPA 101)		

3. SISTEMAS DE DETECCIÓN, ALARMA Y EXTINCIÓN				
3.1. Sistemas de detección (10 puntos)			PUNTAJE:	
3.1.1.	Sistema de rociadores automáticos actúa como método de detección de incendios ante su operación. (3 ptos)	30.3.4.2. (NFPA 101)		
3.1.2.	Se dispone de alarmas de humo al interior de cada área para dormir, en el corredor que conecta las habitaciones y en cada nivel de residencia. (3 ptos)	9.6.2. y 30.3.4.5. (NFPA 101)		

3.1.3.	Se instalan detectores de humo en el vestíbulo de cada ascensor, en el foso y sala de máquinas asociados. (2 ptos)	9.4.3. y ASME A17.3			
3.1.4.	Se dispone de detectores de humo en ductos de calefacción, ventilación y aire acondicionado. (2 ptos)	9.2.1. (NFPA 101)			
3.2. Sistemas de alarma y notificación (10 puntos)			PUNTAJE:		
3.2.1.	Notificación de evacuación de forma automática a través de señales audibles y visibles, exceptuando áreas no sujetas a ocupación por parte de personas con problemas auditivos donde no será necesario la implementación de estas últimas. (2 ptos)	9.6.3.5. y 30.3.4.3.1. (NFPA 101)			
3.2.2.	Señal de alarma para evacuación general operativa en la totalidad del edificio, que permita emitir alertas zonificadas a los ocupantes según se requiera. (2 ptos)	9.6.3.6. (NFPA 101)			
3.2.3.	Instrucciones de evacuación o de reubicación transmitidas a viva voz o de forma automática de acuerdo con NFPA 72, en lugares en los que exista personal capacitado para brindar apoyo. (2 ptos)	9.6.3.9. (NFPA 101)			
3.2.4.	Sistema de notificación a personal de bomberos que transmita la alarma de incendio de forma automática a través de alguno de los medios permitidos en NFPA 72. (1 pto)	9.6.4. (NFPA 101)			
3.2.5.	Disposición de un centro de comando de emergencia en ubicación aprobada por el cuerpo de bomberos. (1 pto)	11.8.6. (NFPA 101)			
3.2.6.	Sistema de comunicación telefónica de dos vías para uso exclusivo del personal de bomberos que opere entre el centro de comandos y los sectores indicados en 11.8.4.2. de NFPA 101. (1 pto)	11.8.4.2. (NFPA 101)			
3.2.7.	Existencia de al menos una zona de aviso de alarma en cada piso, en caso de pisos con superficie mayor a 2090 m ² tendrá que contemplarse más de una zona cuya longitud en	9.6.7. (NFPA 101)			

	cada dirección no deberá superar los 91 m. (1 pto)				
3.3. Sistemas de extinción y lucha contra incendios (10 puntos)			PUNTAJE:		
3.3.1. Red húmeda (1.4 puntos)					
3.3.1.1.	Se dispone de una boca de incendio de diámetro mínimo de 25 mm por piso. (0.2 ptos)	Título IV, Art. 53 a (RIDAA)			
3.3.1.2.	Las bocas de incendio se distribuyen de manera que ningún punto del inmueble quede a una distancia superior a 25 m. (0.6 ptos)	Título IV, Art. 53 a (RIDAA)			
3.3.1.3.	Nicho a una altura entre 0,9 m y 1,5 m sobre el nivel de piso, con una manguera resistente a 80°C, certificada. (0.6 ptos)	Título IV, Art. 53 a (RIDAA)			
3.3.2. Tubería vertical Clase I (1.4 puntos)					
3.3.2.1.	Se proveen conexiones de manguera de 2 ½" para suministrar agua para el uso de bomberos. (0.2 ptos)	NFPA 14			
3.3.2.2.	Se ubican a no menos de 0,9 m y más de 1,5 m de altura sobre el nivel de piso. (0.4 ptos)	NFPA 14			
3.3.2.3.	Se ubican a no más de 45,7 m de separación entre ellas. (0.4 ptos)	NFPA 14			
3.3.2.4.	Flujo máximo requerido de 946 L/min. (0.2 ptos)	NFPA 14			
3.3.2.5.	Presión mínima de salida en la conexión de 100 psi (6,8 bar). (0.2 ptos)	NFPA 14			
3.3.3. Red Seca (1.4 puntos)					
3.3.3.1.	Material acero galvanizado ASTM A-53, de diámetro mínimo de 100 mm. (0.2 pto)	Título IV, Art. 53 b (RIDAA)			
3.3.3.2.	Instalación independiente de la red de distribución de agua para el consumo. (0.6 ptos)	Título IV, Art. 53 b (RIDAA)			
3.3.3.3.	Se encuentran distribuidas de manera que ningún punto del inmueble en cada piso quede a una distancia superior a 40 m de la boca de salida. (0.6 ptos)	Título IV, Art. 53 b (RIDAA)			
3.3.4. Red Inerte (1 punto)					
3.3.4.1.	Sistema de alimentación eléctrica para uso exclusivo del cuerpo de bomberos. (0.2 ptos)	Art. 4.3.11 (OGUC)			

3.3.4.2.	Punto de alimentación del sistema ubicado en el piso de acceso, dentro de un nicho manipulado solo por personal de bomberos. (0.4 ptos)	Art. 4.3.11 (OGUC)			
3.3.4.3.	Distribuida de manera que ningún punto del inmueble en cada piso quede a una distancia superior a 40 m. (0.4 ptos)	Art. 4.3.11 (OGUC)			
3.3.5. Extintores (1.4 puntos)					
3.3.5.1.	Ubicados sobre muros y columnas en lugares de fácil acceso, a una altura mínima de 20 cm y una máxima de 1,3 m medida desde el suelo a la base del extintor. (0.2 ptos)	NCh 1433			
3.3.5.2.	Señalización de su ubicación con símbolos identificatorios del tipo o clase de fuego de acuerdo con el Anexo de NCh 1433. (0.4 pto)	NCh 1433			
3.3.5.3.	Situados en cada planta, cada 15 m desde cualquier origen de evacuación. (0.4 pto)	Tabla 1.1. (DB SI 4)			
3.3.5.4.	En locales de riesgo especial, uno próximo a la puerta de acceso por el exterior y a 10 o 15 m máximo de cualquier punto del interior del recinto dependiendo del nivel de riesgo. (0.2 ptos)	Tabla 1.1. (DB SI 4)			
3.3.5.5.	Inspección al momento de su instalación y a intervalos de 30 días aprox. mientras que la mantención con una frecuencia de 1 año aprox. (0.2 ptos)	NCh 2056			
3.3.6. Rociadores automáticos (1.4 puntos)					
3.3.6.1.	Cumplen con las disposiciones detalladas en la NFPA 13. (0.8 ptos)	Apartado 9.7.1. (NFPA 101)			
3.3.6.2.	Posee en cada piso una válvula de control y un sensor de flujo de agua que se active cuando el flujo sea mayor o igual al provisto por un único rociador. (0.6 ptos)	Apartado 11.8.3. (NFPA 101)			
3.3.7. Estanques de agua potable (1 punto)					
3.3.7.1.	Estanques de regulación o acumulación y regulación ubicados en la parte baja, pisos intermedios o sobre el edificio en caso de no poder garantizarse un abastecimiento permanente de agua. (0.5 ptos)	Título V, Art. 54 (RIDAA)			

3.3.7.2.	Estanques de almacenamiento inferior o inferior y superior con capacidad total conjunta mayor al 50% del gasto promedio diario. (0.5 ptos)	Título V, Art. 55 (RIDAA)		
3.3.8. Grifos (1 punto)				
3.3.8.1.	Dimensiones, materiales y señalización. (0.4 ptos)	NCh 1646		
3.3.8.2.	Se dispone de al menos un hidrante cada 10.000 m ² de superficie construida, el que se encuentre conectado a la red pública de agua potable y accesible al cuerpo de bomberos. (0.6 ptos)	Sección 4 (DB SI)		

4. INTERVENCIÓN DE BOMBEROS				
4.1. Aproximación a los edificios (1 punto)			PUNTAJE:	
4.1.1.	Viales de vehículos con un ancho mínimo libre de 3,5 m y altura libre mínima de 4,5 m, con una capacidad portante de 20 KN/m ² . (1 pto)	Sección 5 (DB SI)		
4.2. Espacio abierto exterior (4 ptos)			PUNTAJE:	
4.2.1.	Ancho mínimo libre de 5 m y altura libre correspondiente a la del edificio. (1 pto)	Sección 5 (DB SI)		
4.2.2.	Separación máxima del vehículo de bomberos a la fachada del edificio de 10 m. (1 pto)	Sección 5 (DB SI)		
4.2.3.	Distancia máxima al acceso del edificio de 30 m. (1 pto)	Sección 5 (DB SI)		
4.2.4.	Espacio libre de mobiliario urbano, arbolado y obstáculos que impidan la maniobra. (1 pto)	Sección 5 (DB SI)		
4.3. Accesibilidad por fachadas (3 ptos)			PUNTAJE:	
4.3.1.	Huecos de acceso en cada planta separados entre sí 25 m como máximo. (1 pto)	Sección 5 (DB SI)		
4.3.2.	Ancho mínimo de 0,8 m y altura mínima de 1,2 m. (1 pto)	Sección 5 (DB SI)		
4.3.3.	Fachadas sin elementos que dificulten el acceso. (1 pto)	Sección 5 (DB SI)		

RECuento de Puntajes

Componente	Incumplimiento < 60%	Cumplimiento parcial 60% - 100%	Cumplimiento total 100%	Puntaje obtenido	Clasificación
(1) Desempeño estructural	< 18	< 30	30		
(2) Evacuación	< 36	< 60	60		
(3) Sistemas de detección, alarma y extinción	< 18	< 30	30		
(4) Intervención de bomberos	< 5	< 8	8		

Evaluación del Desempeño del Edificio

Protección Base		Observaciones
ALTA	Cumplimiento total de (1) y (2).	
MEDIA	Cumplimiento total de uno de los componentes (1) y (2)	
BAJA	Cumplimiento parcial de componentes (1) y (2).	
VULNERABLE	Incumplimiento de componentes (1) y (2) o al menos uno de ellos.	
Protección Complementaria		Observaciones
CLASE I	Cumplimiento total de (3) y (4)	
CLASE II	Cumplimiento parcial de (3) y (4) o total de uno de ellos.	
CLASE III	Incumplimiento de (3) y (4) o cumplimiento parcial de uno de ellos.	

9. Conclusiones

El análisis y comparación del marco normativo de Chile, referente a protección contra incendios para edificios residenciales altos, con respecto al de España y Estados Unidos tuvo como principal objetivo identificar las diferencias existentes en cuanto a medidas implementadas por cada uno de los países, con el fin de evaluar si la normativa nacional entrega un grado de seguridad apropiado para este tipo de edificios, obteniéndose las siguientes observaciones:

En primer lugar, la Ordenanza no establece una estrategia clara de seguridad sino que solo un conjunto de requisitos mínimos que deben ser satisfechos por ley, a diferencia de la NFPA 101 que define estrategias específicas dependiendo del destino de uso del edificio, las cuales se abordan en profundidad en cada uno de sus capítulos.

En segundo lugar, se menciona la compartimentación del edificio en sectores de incendio como una medida optativa que puede implementarse si es que así lo decide el arquitecto o ingeniero a cargo, mientras que las reglamentaciones internacionales exigen su cumplimiento como uno de los métodos principales de protección pasiva contra incendios, además en cuanto a la resistencia estructural clasifica los edificios residenciales a partir del número de pisos definiendo el valor de resistencia mínimo a imponer sobre sus elementos, considerando que un edificio de 7 pisos tendrá la misma resistencia que uno de 20 pisos, lo que claramente no es correcto debido a que este último presenta un escenario de evacuación mucho más complejo como consecuencia de las distancias de recorrido extendidas.

En tercer lugar, cuenta únicamente con ensayos insuficientes de materiales de revestimiento que no permiten evaluar el comportamiento al fuego de estos, contrario a las otras reglamentaciones que analizan el tema en detalle. También, presenta deficiencias en la cantidad de medios de egreso debido a que exige como mínimo una vía de evacuación sin considerar el peligro de que esta se vea obstruida por causa del incendio, sumado a una capacidad insuficiente de escaleras que no permite una evacuación rápida y fluida.

Por último, no establece como obligatorio el uso de rociadores automáticos en edificios en altura sino que únicamente exige su uso en edificaciones de 3 pisos o más que no puedan garantizar la evacuación de los ocupantes por sus propios medios, lo cual no es favorable pues este tipo de sistema es muy recomendable para ayudar a una rápida supresión del fuego e impedir su salida de control.

Por lo que se concluye que la normativa chilena contiene grandes falencias en cuanto a protección contra incendios, ya que carece de una estrategia de seguridad clara y específica para los diferentes tipos de edificios, además de no analizar ni profundizar en aspectos fundamentales de seguridad que si son considerados como obligatorios en normas internacionales.

En cuanto a la estrategia de seguridad para edificios altos, de la investigación realizada se reconoció que el principal problema que presentan estos edificios son las excesivas distancias de recorrido que producen tiempos de evacuación del orden de los tiempos de falla estructural, por lo que para el establecimiento de la estrategia se tomaron en cuenta dos componentes principales: el desempeño del edificio y la estrategia de salida.

El éxito de la estrategia de salida depende fuertemente del tiempo que la estructura puede resistir la acción del fuego y mantener la compartimentación, ya que sin importar que tan optimizados se encuentren los elementos de esta si el edificio es incapaz de sostenerse se volverá imposible llevar a cabo una evacuación segura y eficiente, por lo que el cumplimiento de estos factores otorgará un alto grado de protección jugando un rol importante en la propuesta de diseño para edificios en altura.

Luego, a partir de los resultados obtenidos de la comparación de las tres reglamentaciones analizadas y la estrategia de edificios establecida, se elaboró la metodología de revisión imponiendo los requerimientos más apropiados de cada normativa considerando el nivel de exigencia, facilidad y posibilidad de aplicación, además de su aporte y contribución a la protección contra incendios, escogiéndose un sistema de lista de chequeo con las condiciones a controlar junto con los documentos normativos donde consultar el detalle de lo expuesto, proporcionando un método simple que permite evaluar rápidamente el desempeño de la estructura y detectar vulnerabilidades para su posterior modificación.

Por consiguiente, se concluye que se cumplen los objetivos planteados al comienzo de este informe pues se identificaron las falencias en los criterios de la reglamentación nacional, se adoptaron los requerimientos más apropiados de las reglamentaciones internacionales y se definieron los componentes que debían formar parte de la estrategia de seguridad para edificios residenciales altos, finalizando con la creación de una herramienta de revisión de fácil aplicación que califica los edificios y otorga información sobre el grado de seguridad contra incendios alcanzado por estos.

Por último, se deja propuesto como continuación al trabajo presentado en esta memoria la puesta en práctica de la metodología diseñada para la realización de chequeos a edificios residenciales existentes, ya que esto permitirá observar la facilidad con que se pueden medir y verificar los requerimientos detallados en dicha metodología, permitiendo introducir cambios y mejoras que ayuden a un mayor entendimiento y agilidad en el proceso junto con un análisis más preciso del impacto que tienen los distintos requisitos en la estrategia de seguridad, evaluando y redefiniendo si fuese necesario los puntajes asignados a cada uno para lograr una calificación final de protección más certera que garantice de forma más completa la seguridad contra incendios.

10. Bibliografía

- [1] Academia Nacional de Bomberos de Chile (2016). El fuego y los incendios.
- [2] Adam Cowlard, Adam Bittern, Cecilia Abecassis-Empis, José Torero (2013). Fire safety design for tall buildings.
- [3] Cámara Chilena de la Construcción (2014). Manual de Seguridad contra Incendios.
- [4] Código Técnico de la Edificación (2016). DA DB – SI/4 Salida de Edificio y Espacio Exterior Seguro.
- [5] Código Técnico de la Edificación (2019). DB – SI: Seguridad en caso de Incendio.
- [6] Código Técnico de la Edificación (2019). DB – SUA: Seguridad de utilización y accesibilidad.
- [7] Cristian Maluk, Michael Woodrow, Jose Luis Torero (2017). The potential of integrating fire safety in modern building design.
- [8] Instituto Nacional de Normalización (1978). NCh 1433 Of.1978: Ubicación y señalización de los extintores portátiles.
- [9] Instituto Nacional de Normalización (1985). NCh 1977 Of.1985: Prevención de incendio en edificios – Determinación del comportamiento de revestimientos textiles a la acción de una llama.
- [10] Instituto Nacional de Normalización (1987). NCh 1979 Of.1987: Prevención de incendio en edificios – Determinación del comportamiento de telas a la acción de una llama.
- [11] Instituto Nacional de Normalización (1990). NCh 2114 Of.1990: Condiciones básicas y clasificación de las vías de evacuación según la carga de ocupantes.
- [12] Instituto Nacional de Normalización (1992). NCh 2189 Of.1992: Seguridad – Señalización de edificios.
- [13] Instituto Nacional de Normalización (1998). NCh 691 Of.1998: Agua potable – Conducción, Regulación y Distribución.

- [14] Instituto Nacional de Normalización (1998). NCh 1646 Of.1998: Grifos de incendio – Tipo de columna de 100 mm.
- [15] Instituto Nacional de Normalización (1999). NCh 2056 Of.1999: Extintores portátiles – Inspección, mantención y recarga.
- [16] Instituto Nacional de Normalización (1999). NCh 2111 Of.1999: Señales de seguridad.
- [17] Instituto Nacional de Normalización (2000). NCh 2095 Of.2000: Protección contra incendios – Sistemas de rociadores.
- [18] Instituto Nacional de Normalización (2008). NCh 1430 Of.2008: Extintores portátiles – Características y rotulación.
- [19] Instituto Nacional de Normalización (2008). NCh 934 Of. 2008: Protección contra incendios – Clasificación de fuegos.
- [20] José Luis Posada Escobar (s.a). Código Técnico de la Edificación, Requisitos Básicos – “Seguridad en caso de Incendio” (SI) “Seguridad de Utilización” (SU).
- [21] Marcial Salaverry (2008). Ing. De Incendios: Algunas respuestas simples a preguntas frecuentes.
- [22] MINVU (2010). DDU235 Cir.0339: Permisos, recepciones, plan de evacuación.
- [23] MINVU (2016). Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Santiago, Chile.
- [24] MOP (2002). Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado (RIDAA).
- [25] National Fire Protection Association (2009). NFPA 101 Life Safety Code.
- [26] National Fire Protection Association (2018). NFPA 5000 Building Construction and Safety Code.
- [27] National Fire Protection Association (2021). NFPA 220 Standard on Types of Building Construction.

[28] Pontip Stephen Nimlyat, Ahmed Umar Audu, Erekpitan Omoikhefe Ola-Adisa, Detur Gwatau (2017). An evaluation of fire safety measures in high-rise buildings in Nigeria.

[29] Superintendencia de Electricidad y Combustible (2003). NCh Elec 4/2003: Instalaciones de consumo en baja tensión.