

Estudio comparativo de evaluación de riesgo de incendio aplicado a un edificio habitacional

Comparative review of fire risk evaluation applied to a residential building

Fecha de envío: 21/05/2015

Fecha de aceptación: 04/06/2015

Jorge Enrique Astete¹ | René Orlando Cárcamo²

¹ Valida Group Consultoría Limitada | jastete@validagroup.cl

² CARCAMO&CLUNES | rene.carcamo@carcamoclunes.cl

Resumen

Cuando se habla de evaluar riesgo de incendio, la práctica habitual - en Chile - consiste en calcular la carga de fuego de la instalación. Sin embargo, el tema es bastante más complejo que eso ya que existen un sin número de métodos que - con más o menos detalles - permiten obtener una estimación del nivel de riesgo de incendio. El objetivo de este artículo no es otro que proponer una guía para seleccionar un método de evaluación de riesgo de incendio, a partir de la aplicación práctica de estos métodos a un edificio habitacional, de 5 pisos sobre la rasante y un subterráneo para el estacionamiento de automóviles.

La aplicación de los métodos de evaluación de riesgos de incendio denominados MESERI, FRAME y GREENER; nos llevó a un resultado consistente y similar, que nos dice que el edificio no está lo suficientemente protegido frente al riesgo de incendio. Pero más allá del resultado puntual, concluimos que no es fácil aplicar los distintos métodos (ya que requieren conocimiento de terminología relativa a la detección y extinción de incendios) y que la elección del método está directamente relacionada con la cantidad y calidad de la información disponible

En función del nivel de complejidad, el método MESERI es el más simple de utilizar y por el contrario, el método FRAME es el más complejo; pero a la vez es el más completo, ya que entrega por separado un nivel de riesgo para el patrimonio o bienes, otro para las personas y un último para las actividades.

Finalmente, la aplicación de los distintos métodos de evaluación permite identificar las carencias y activar los mecanismos de mejora para reducir el riesgo de incendio en una instalación.

Palabras clave

Incendio, evaluación, carga de fuego, MESERI, FRAME, GREENER

Abstract

The common practice for fire risk assessment –in Chile- consists on calculating the heat load of the facility. However, the issue is more complex than that because there are many methods –with more or less detail- which allow estimating the level of fire risk. The aim of this article is to propose a guide for selecting a method for fire risk assessment, by the practical application of these methods to a residential building of 5 floors above ground and an underground parking.

The implementation of fire risk assessment methods such as MESERI, FRAME or GREENER resulted in a consistent and similar result, which reported that the building is not protected enough against the fire risk. Furthermore, is not easy to apply the different methods – as they require knowledge about fire detection and firefighting – and the method choice is strongly related to the quantity and quality of available information.

Depending on complexity level, MESERI method is the easiest for use and the FRAME method is the more complex. It is worth to mention that FRAME method is the most complete as it assesses not only the risk level for the building but also for people and activities.

Finally, the application of different assessing methods allows identifying the needs and activating improvement mechanisms in order to reduce fire risk in the building.

Keywords

Fire, assessment, heat load, MESERI, FRAME, GREENER

1. Introducción

El presente artículo viene motivado por nuestro convencimiento de que es necesario entregar a los especialistas en riesgos que trabajan día a día en primera línea, una guía que los oriente de cara a seleccionar un método adecuado para evaluar los riesgos de incendio en edificios habitacionales. Esta guía, además, ha de fijar unos criterios de actuación de costos razonables y ser de factible aplicación en Chile de una forma simple.

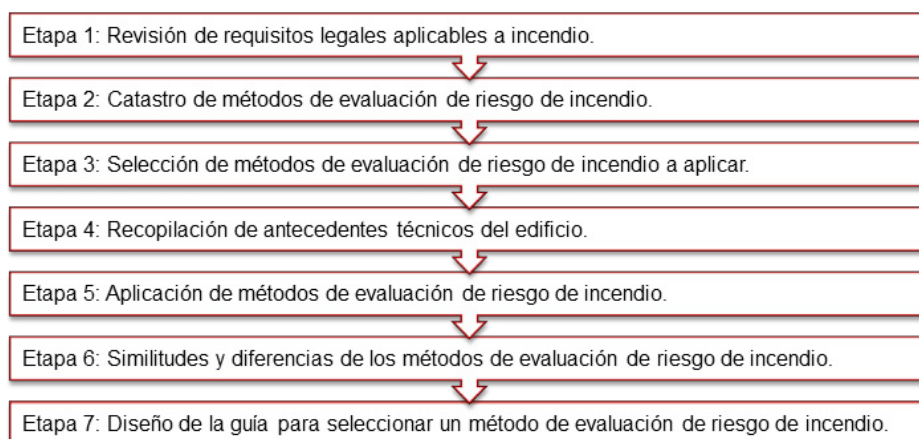
Actualmente, existen a disposición de los interesados un conjunto de métodos cuantitativos y cualitativos, pero resulta complejo decidir qué método, de entre todos ellos, utilizar. Adicionalmente, no es fácil hallar un estudio comparativo aplicado a una misma instalación que permita observar las similitudes y las diferencias y contrastar los resultados con el objeto de establecer lineamientos para la selección de un método que asegure una adecuada combinación costo - beneficio.

Por tanto, nuestro objetivo general en las siguientes páginas será el de proponer una guía que ayude a seleccionar un método de evaluación de riesgo de incendio, a partir de la aplicación de estos métodos a un edificio habitacional real.

En cuanto a los objetivos específicos, debemos determinar el estado del arte de los distintos métodos de evaluación de riesgo de incendios y establecer los criterios básicos que permitan seleccionar entre ellos el de mejor aplicación. Para llegar a esta conclusión deberemos determinar las similitudes y diferencias de los métodos de evaluación de riesgos de incendio seleccionados, contrastar los resultados y validar su coherencia. Por último, contrastados los resultados, se hará necesario aportar conclusiones y recomendaciones útiles a la hora de seleccionar y aplicar los distintos métodos de evaluación descritos.

Para alcanzar los objetivos generales y específicos descritos anteriormente se han definido y aplicado distintas etapas de actuación, según se muestra en el siguiente diagrama:

Diagrama metodología de trabajo



1.1 Revisión de requisitos legales aplicables a incendio

Al revisar la legislación chilena aplicable al tema de incendios, encontramos los siguientes cuerpos legales relevantes:

En primer lugar la Ley 20.368, que faculta a los cuerpos de bomberos para inspeccionar la seguridad de edificios. Encontramos también el DFL 458, por el que se aprueba la Ley General de Urbanismo y Construcción y el DS 549, que es un reglamento sobre las condiciones sanitarias básicas en el lugar de trabajo. De la misma manera, la DS 50 y el Decreto 66 aprueban, respectivamente, el reglamento sobre instalaciones domiciliarias de agua y el reglamento de instalaciones interiores y medidores de gas. Por su parte, el Decreto 47 fija el nuevo texto de la ordenanza general de urbanismo y construcción y la NCh es una recopilación de veinticuatro normas técnicas relacionadas con la ordenanza de urbanismo y construcción que establecen requerimientos para aspectos tales como la resistencia al fuego de las estructuras, su comportamiento respecto al fuego, la carga de combustible, la señalización, las vías de escape o el papel de los elementos de protección y combate de incendios como los rociadores automáticos, entre otros temas.

La normativa más relevante de todas es la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, la cual garantiza con sus especificaciones, que las edificaciones que se construyan en el país tendrán unas características de diseño y construcción acorde a los estándares de seguridad necesarios para cada tipo de edificación.

1.2 Catastro de métodos de evaluación de riesgo de incendio

Pese a que parece complicado realizar una evaluación de riesgos y utilizar todos los parámetros en una sola ecuación o procedimiento; los métodos cualitativos de evaluación lo logran. Estos se caracterizan, por lo general, por realizar una evaluación partiendo del riesgo de inicio de incendio y su riesgo de propagación. También se encargar de hacer énfasis en la probabilidad de que dicho incendio ocurra y si existen o no factores que hagan que este riesgo se potencie, como lo es el tetraedro del fuego (comburente, combustible, energía de activación y reacción en cadena). Los distintos métodos, al ser diferentes, consideran más o menos factores; es ahí donde están las particularidades de su aplicación o de sus resultados, puesto que algunos son más específicos que otros. Después de una acabada investigación bibliográfica, en la tabla adjunta se resumen los principales métodos para la evaluación de riesgo de incendio.

Tabla – Resumen de los principales métodos de evaluación de riesgos de incendio

Método	Autor, año y origen	Método basado	Campo de aplicación	Objetivo	Forma de realizar el cálculo
MESERI	Mapfre, 1978, España.	Original.	Industrias y edificaciones que presenten riesgo medio.	Evaluar el riesgo global de incendio de forma rápida y simple.	Mediante una ecuación bastante sencilla, que se calcula a raíz de la sumatoria de factores agravantes y reductores.
FRAME	E. de Smet, 1988, Bélgica.	Basado en el método GRETENER y Eric, y las Normas alemanas DIN 18230 y las austriacas TRBV100.	Toda clase de edificaciones e industria, de mayor o menor riesgo.	Determinar cuál es la protección más eficaz y equilibrada en cuanto al riesgo de incendio, a través de la verificación de la situación existente en la actualidad, la estimación de los daños previsibles y el análisis de las alternativas de prevención y protección.	Numérico, mediante tres ecuaciones: cálculo para el patrimonio o bienes, personas y actividades.
GRETENER	Max, 1960, Suiza.	Original.	Toda clase de edificaciones e industria.	Evaluar el riesgo de incendio mediante un sólo valor, considerando la propiedad y considerando las personas de forma indirecta.	Numérico, comparando el resultado del cálculo del riesgo de incendio aceptado con el riesgo de incendio efectivo.
Gustav Purt	Gustav Purt, 1971, Alemania.	GRETENER.	Lugares de riesgo medio.	Evaluar el riesgo de incendio mediante dos valores, el riesgo para el edificio y para el contenido, considerando indirectamente a las personas. Proponer medidas de detección y extinción orientativas.	Mediante dos ecuaciones (un cálculo para riesgo del edificio y otro para el contenido) y una gráfica que sugiere la protección a utilizar.
Eric	Sarrat y Cluzel, 1977, Francia.	GRETENER.	Toda clase de edificaciones e industria.	Evaluar el riesgo de incendio mediante dos valores, para las personas y los bienes.	Mediante dos ecuaciones y una gráfica para averiguar si se necesita más protección.
Mosler	Sin información.	Original.	Toda edificación. Es capaz de evaluar diversos riesgos, no tan sólo el de incendio.	Sirve para la identificación, análisis y evaluación de los factores que puedan influir en la manifestación y materialización de riesgos o amenazas.	Es un método semi-cuantitativo, que valora 6 factores para dar la peligrosidad de éste.
Dow	Departamento de organización de empresas, UPC, 1991, España.	FRAME.	Industrias químicas, petroquímicas.	Asociar a cada unidad de riesgo, un valor que sea capaz de comparar la peligrosidad y establecer unos criterios de puntos críticos.	Semi-cuantitativo, mediante tres ecuaciones y descripciones, otorgando una estimación global.

1.3 Selección de métodos de evaluación de riesgo de incendio

La existencia de una importante variedad de métodos no solo responde a la lógica evolución técnica y científica; sino que también es consecuencia de la elevada dificultad para evaluar el riesgo de una forma global, única y definitiva, lo que hace necesario elegir de entre los disponibles aquellos que se ajustan más a nuestras necesidades y objetivos. Bajo este prisma y tomando como base diversas consideraciones, se ha optado por seleccionar para su aplicación los métodos de evaluación de riesgos que se indican en la tabla.

Tabla de consideraciones para la selección de métodos

Consideraciones	Métodos escogidos
1.- Énfasis en la aplicación de métodos cualitativos, ya que suelen ser de menor complejidad y mejor entendimiento.	Método MESERI Método FRAME Método GREENER
2.- El método debe posibilitar la evaluación de riesgo de incendio en edificios.	
3.- Aplicación a un costo razonable.	
4.- Fácil interpretación de resultados.	
5.- Métodos probados, con resultados coherentes y cercanos a la realidad.	

1.4 Recopilación de antecedentes técnicos del edificio

El edificio analizado en este artículo tiene carácter habitacional, está construido en un terreno de 1.505 metros cuadrados y consta de un subterráneo y cinco pisos donde se construyeron 38 departamentos. A continuación se detallan las principales características del edificio habitacional, que serán claves para elaborar la evaluación del riesgo de incendio aplicando diferentes metodologías. El edificio Los Jardines II, está ubicado en la avenida Los Jardines 325, de la comuna de Ñuñoa en Santiago de Chile y su actividad principal es de uso residencial. Las características del mismo se describen en la tabla adjunta.

Tabla de Características del Edificio Los Jardines II

Descripción	Unidad	Cantidad
Área del terreno total	m2	1.505
Frente de terreno	m	30,25
Contra frente	m	29,82
Fondo medio	m	50,11
Cantidad de pisos o plantas	cu	6
Pisos sobre la rasante	cu	5
Pisos bajo la rasante	cu	1
Altura sobre la rasante	m	13,35
Altura total	m	16,05
Área construida del subterráneo	m2	1.024,6
Área construida del piso 1	m2	590,6
Área construida pisos 2 al 5 (por piso)	m2	640,89

La distribución de los departamentos e instalaciones se describe en la tabla siguiente.

Tabla de distribución de instalaciones

Descripción	Unidad	Cantidad
Departamentos en piso 1	cu	6
Departamentos en pisos 2 al 5	cu	32
Estacionamientos en el subterráneo	cu	40
Estacionamiento de visitas en piso 1	cu	4
Bodegas en el subterráneo	cu	33
Bodegas en el piso 1	cu	5
Instalaciones interiores de gas natural	cu	38

Para concluir, se recopilaron los siguientes antecedentes, necesarios para la aplicación de los métodos de evaluación de riesgo de incendio. En primer lugar, las especificaciones técnicas del edificio, así como los planos tanto de todos los pisos y construcciones complementarias como los de las instalaciones de agua potable y de emergencia, en segundo el certificado de recepción municipal, la póliza de seguro del edificio, el estudio de resistencia al fuego y, para acabar, se recopiló un set fotográfico, una encuesta a los residentes para conocer sus pertenencias y sus hábitos, así como el plan de seguridad, emergencia y evacuación del edificio.

1.5 Aplicación de métodos de evaluación de riesgo de incendio

1.5.1 Resultados del método MESERI

Para la aplicación del método MESERI se realizaron varias visitas al edificio habitacional y se consideró la información técnica recopilada. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla resultados de aplicación del método MESERI

Edificio: Los Jardines II. Dirección: Los Jardines 325, Ñuñoa, Santiago.		Puntuación	Puntos asignados
Factores de construcción	Nº de pisos del edificio		
	1 a 2.	<6.	3
	3, 4 o 5.	Entre 6 y 15.	2
	6, 7, 8 o 9.	Entre 15 y 28.	1
	10 o más.	>28.	0
	Superficie del mayor sector de incendio (m²)		
	<500.		5
	501 a 1.500.		4
	1.501 a 2.500.		3
	2.501 a 3.500.		2
3.501 a 4.500.		1	
>4.500.		0	
Resistencia al fuego de elementos constructivos			
Alta (hormigón, obra).		10	10
Media (metálica protegida, madera gruesa).		5	
Baja (metálica sin proteger, madera fina).		0	
Falsos techos			
No existen.		5	5
Incombustible.		3	
Combustible.		0	

Edificio: Los Jardines II. Dirección: Los Jardines 325, Ñuñoa, Santiago.		Puntuación	Puntos asignados	
Factores de situación	Distancia de los bomberos < 5 kilómetros. Entre 5 y 10 kilómetros. Entre 10 y 15 kilómetros. Entre 15 y 20 kilómetros. Más de 20 kilómetros.	Tiempo de llegada <5 minutos. Entre 5 y 10 minutos. Entre 10 y 15 minutos. Entre 15 y 25 minutos. >25 minutos.	10 8 6 2 0	8
	Accesibilidad del edificio Buena. Media. Mala. Muy mala.		5 3 1 0	
Factores de proceso/actividad	Peligro de activación (fuentes de ignición) Bajo. Medio. Alto.		10 5 0	5
	Carga térmica Baja (<1.000 Mj/m ²). Moderada (entre 1.000 y 2.000 Mj/m ²). Alta (entre 2.000 y 5.000 Mj/m ²). Muy alta (>5.000 Mj/m ²).		10 5 2 0	
	Inflamabilidad de los combustibles Baja. Media. Alta.		5 3 0	3
	Orden, limpieza y mantenimiento Alto. Medio. Bajo.		10 5 0	
	Almacenamiento en altura Menor de 2 metros. Entre 2 y 6 metros. Superior a 6 metros.		3 2 0	3
	Factor de concentración de valores (euros/m²) Inferior a 600. Entre 600 y 1.500. Superior a 1.500.		3 2 0	
Factores de destructibilidad	Por calor Baja. Media. Alta.		10 5 0	5
	Por humo Baja. Media. Alta.		10 5 0	
	Por corrosión Baja. Media. Alta.		10 5 0	10
	Por agua Baja. Media. Alta.		10 5 0	

Edificio: Los Jardines II. Dirección: Los Jardines 325, Ñuñoa, Santiago.		Puntuación	Puntos asignados
Factores de propagabilidad	Vertical Baja. Media. Alta.	5 3 0	0
	Horizontal Baja. Media. Alta.	5 3 0	3
Subtotal de factores generadores y agravantes(X):			82

Factores de protección	Instalaciones y equipos de protección contra incendios	Vigilancia humana				Puntos asignados
		Sin		Con		
	DetECCIÓN AUTOMÁTICA	Sin CRA 0	Con CRA 2	Sin CRA 3	Con CRA 4	0
	ROCIADORES AUTOMÁTICOS	Sin CRA 5	Con CRA 6	Sin CRA 7	Con CRA 8	0
	EXTINTORES PORTÁTILES	1		2		2
	BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS (BIE)	2		4		4
	HIDRANTES EXTERIORES	2		4		2
	Organización					Puntos asignados
	EQUIPOS DE PRIMERA INTERVENCIÓN (EPI)	2				0
	EQUIPOS DE SEGUNDA INTERVENCIÓN (ESI)	4				0
	PLAN DE AUTOPROTECCIÓN Y EMERGENCIA	2		4		0
Subtotal factores de protección (Y):						8

$\text{Valor del riesgo} = \frac{5}{129} X + \frac{5}{30} Y =$	4.51
--	------

Dónde:

Valor del riesgo	Calificación del riesgo
Inferior a 3	Muy malo.
3 a 5	Malo.
5 a 8	Bueno
Superior a 8	Muy bueno

A partir del resultado obtenido se puede concluir que la calificación del riesgo de incendio para el edificio habitacional Los Jardines II es “mala”, ya que su valor es igual a 4.51. Hay que recordar que mientras más bajo es el número obtenido, mayor es el riesgo,

Esto significa que para mejorar la calificación, se debe aumentar los factores propios

de la construcción y las instalaciones además de aumentar los factores de protección contra incendio. Ambas estrategias permitirán mejorar la calificación del riesgo, pero claramente la segunda de ellas debiese ser más económica y menos invasiva que la primera, al no afectar a elementos constructivos. De hecho, si realizamos un análisis de sensibilidad aplicando una mejora (lo que implica asignar la mayor puntuación) e implementando adecuadamente los factores de protección para los “equipos de intervención en incendios (EPI y ESI)” y el “plan de autoprotección y emergencia”, obtenemos una calificación del riesgo de incendio igual a 6.18 que se ubica en la categoría de “bueno”.

1.5.2 Resultados del método FRAME

Para la aplicación del método FRAME se realizaron varias visitas al edificio habitacional y se consideró la información técnica recopilada. A modo de ejemplo, los resultados obtenidos para el segundo piso se muestran en las siguientes tablas.

a) Resultados para el riesgo potencial del segundo piso.

Tabla resultados de aplicación del método FRAME - riesgo potencial segundo piso

Planta 2. Edificio habitacional.					
La situación de referencia suele ser la situación real.					
Símbolo	Unidad				Resultado
Qi	MJ/m ²	2. construcción incombustible con max. 10% de materiales combustibles para ventanas, aislamiento y cobertura del techo, etc.	100	0	100
Qm	MJ/m ²	13. Viviendas	500	0	500
		El valor calculado de q es =	q	=	1.30
T	INFO P	5. El contenido promedio de edificios residenciales (250°C)	250	500	250
m	INFO P	1. dimensión media calculada	1.62	0	1.62
M	INFO P	5. Clase D según EN13501 o EN12845 Cat. II: materiales combustibles	3.0		3.0
	0	El valor calculado de i es =	i	=	1.03
L	m	Determina la distancia la mas larga entre dos centros de las paredes del compartimento. Esta distancia es la longitud teórica L.		35.90	35.90
Atot	m ²	Luego determina la superficie al suelo total del compartimento		640.89	640.89
b	m	Divide esta área por la longitud teórica para obtener la anchura equivalente b.			17.85
		2. Edificio solamente accesible en su lado estrecho	estrecho		estrecho
	INFO P	El valor calculado de g es =	g	=	0.89
Qm	MJ/m ²	Esta introducido aquí el valor de Qm, la carga calorífica mobiliaria.			500
h	m	Determina la altura h en metros entre el suelo y el techo.		2.3	2.3
k		Fija el coeficiente de ventilación k de la siguiente manera:			
PASO 1	m ²	Observa todas las ventanas, vidrios sencillos, translúcidos plásticos y otros en el techo y en el tercio superior de las paredes. Indica la superficie total de estos.		58.3	17.5
PASO 2	m ²	Indica la superficie aerodinámica de los sistemas de extracción natural de humos		28.2	28.2
PASO 3	Nm ³ /h	Fija la capacidad de sistemas de extracción mecánica de humos en Nm ³ /h.		0	0
	m ²	Superficie total de compartimento	640.89	ratio	7.13%
	%	coeficiente de ventilación k, calculado con estos valores o estimación introducida.	k =		7.13%
	INFO P	El valor calculado de v es =	v	=	0.78
E	#, #	Para galerías y pisos intermedios se puede añadir una fracción decimal		1.00	1.00
	INFO P	El factor de plantas e es:	e	=	1.22
Z	#	El numero de direcciones de acceso es Z (de 1 hasta 4)		1	1
H	m	Diferencia de altura en metros (positiva o negativa)		2.48	2.48
b	m	La anchura del compartimento ya quedó definido.			17.85
	INFO P	El valor calculado de z es =	z	=	1.00
q	1.30	Valores de los Riesgos Potenciales para: Bienes (edificio y contenido) Personas (ocupantes) Actividades	P	1.14	
i	1.03		P1	1.28	
g	0.89		P2	0.88	
e	1.22				
v	0.78				
z	1.00				

b) Resultados para el riesgo admisible del segundo piso.

Tabla resultados de aplicación del método FRAME - riesgo admisible segundo piso

Edificio Los Jardines II - Planta 2. Edificio habitacional.						
Cálculo del Riesgo Admisible - La situación de referencia suele ser la situación real.						
DATA	Símbolo	Unidad				Resultado
Factor de activación			DEFINA todos las situaciones aplicables			
Actividades principales	a1		1. Actividades no industriales (viviendas, oficinas, etc.)	0.00		0.00
Sistemas de calefacción	a2		2. Transmisión del calor por sólidos o por agua.	0.00		0.00
(procesos y lugares)	a3		2. Generador en el compartimento mismo, p.e. Convectores eléctricos, radiadores con gas, estufas.	0.10		0.10
	a4		2. Fuente de energía: gas	0.10		0.10
Instalaciones eléctricas	a5		2. Conforme pero sin inspección regular	0.10		0.10
Riesgos de explosión	a6		3. Riesgo de explosión por funcionamiento anormal (Zona ATEX 12 ,NEC: CLASS I DIV.2)	0.10		0.10
Riesgo de polvo	a7		0. No aplicable	0.00		0.00
Actividades secundarias	a8		SIN trabajos secundarios de soldadura	OK		0.00
	a9		SIN trabajo mecánico secundario de madera o de plásticos	OK		0.00
Uso de productos inflamables	a10		0. Ninguno	0		0.00
Otros	a11		SIN riesgos particulares, p.e. fumadores incontrolables	OK		0.00
		INFO A	El valor del factor de activación a es:	a	=	0.40
Factor del tiempo de evacuación						
	b	m	Valor ya indicado al factor g (riesgo potencial)			17.852089
	L	m	Valor ya indicado al factor g (riesgo potencial)			35.9
Numero de ocupantes	X	Pers./m ²	09. Edificios residenciales, habitaciones, hoteles, pensiones	0.05	50	32
Total de las unidades de paso	xx	#	x es la cantidad de unidades de paso. La anchura efectiva de un paso es 60 cm, (comprobar norma y condiciones locales)	1	32.0445	1
	O		Número de salidas (puertas y escaleras) que llegan al aire libre	1	rutas:	1
Salidas al aire libre	K	#	Número calculado de rutas de salida distintas	3.74479	es:	3
Rutas de salida DISTINTAS	p	m ²	1. Personas móviles e independientes (p.e. Adultos, obreros)			1
Coefficiente de movilidad		INFO A	SIN Personas con capacidad de percepción limitada	OK		0
			Hay un plan de evacuación claro:	NOK		2
			SIN peligro de pánico	NOK		2
					p =	5
			Basado en el valor de H+ o H- indicado al factor z (riesgo potencial)		2.48	3.1
Longitud equivalente de la ruta vertical		m	Tiempo de salida calculado (FRAME)	117		
		segundos	Tiempo de salida definido con software de simulación de evacuaciones	117		
RSET		segundos	Factor del tiempo de evacuación	t	=	0.21
Factor del contenido						
Importancia funcional	c1		1. un contenido sustituible	0		0
Valor absoluto del 'contenido'			Valor actual en millones de MONEDA (p.e. EUR, USD, ARS, MXN...)	0.12	millones	EUR
Indice del costo de construcción		INFO A	Deflactor del PIB para el año de cálculo	0.6		
Corrección por inflación			Deflactor del PIB para el año de referencia 2000	4	en 2000:	0.70
Tipo de cambio		EUR	1 MONEDA = x.yz EURO	1.0000	en EURO	
Valor de referencia			Valor en EURO, con el tipo de cambio y corregido por la inflación			0.70
Factor valor monetario	c2					0.00
			Factor del contenido	c	=	0.00

Factor del ambiente					
	Qi		Valor ya indicado al factor g (riesgo potencial)		100
	M		Valor ya indicado al factor i (riesgo potencial)		3
			Factor del ambiente	r =	0.50
Factor de dependencia					
valor añadido / la cifra de ventas	d	INFO A	7. DEFINIDO por el usuario (véase a info A)	0.21	0
			Factor de dependencia	d =	0.21
Riesgos admisibles					
Factor de activación	a	0.40	El Riesgo Admisible es : Para el patrimonio A = 1.6 - a - t - c = Para las personas A1 = 1.6 - a - t - r = Para las actividades A2 = 1.6 - a - c - d = CUIDADO : Un valor de A o A1 o A2 inferior a 0.2 o tal vez negativo, indica una situación totalmente inaceptable. CAMBIA a, t, c, r o d antes de continuar.	A	0.99
Factor del tiempo de evacuación	t	0.21		A1	0.49
Factor del contenido	c	0.00		A2	0.99
Factor del ambiente	r	0.50			
Factor de dependencia	d	0.21			

c) Resultados para el para el nivel de protección del segundo piso.

Tabla resultados de aplicación del método FRAME - nivel de protección segundo piso

Planta 2. Edificio habitacional. La situación de referencia suele ser la situación real.				
Unidad				Resultado
	1. Reserva de agua para uso general, relleno automático	0		0
m ³	Cantidad estimada de agua disponible para la lucha contra el fuego	47.12	m ³	
m ³	Cantidad requerida para la extinción del incendio	150	m ³	
	Cantidad disponible como % de lo requerido	31%	4	4
mm	2. DIA100 (4")	Flujo	59.2	
	OK	total m ³ /h	118.4	
	Capacidad de suministro de la red de distribución	ADAPTADA		0
m	perímetro del compartimento(= 2 * (b+L))	107.50	m	
#	número de conexiones de 70 mm	2		
#	Número de conexiones de 80 mm	0		
#	Número de conexiones de 110 mm	0		
	Número equivalente de conexiones de 70 mm	2		
	Distancia promedio entre conexiones al perímetro del compartimento	53.75		1
m	Altura del piso H+ o H- + altura del techo	4.8		
bar	presión estática en la red requerida	4.0	bar	
bar	Presión estática disponible en la red	4.0	bar	0
	Factor de los recursos de agua	w	=	5
		W	=	0.77

	Transmisión garantizada de la señal de detección a los bomberos, directamente o por medio de una sala de control.	NOK		
	0. Ninguno	0		
	con supervisión de los circuitos electrónicos	NOK		
	con identificación del detector o de una zona pequeña (cuarto)	NOK		
	Reserva de agua inagotable (4 veces el mínimo)	NOK		
	Reserva de agua destinada a la extinción de incendios	OK		
	Reserva de agua independiente (= en propiedad)	NOK		
	1.Recurso con alimentación única para el mantenimiento de la presión y el flujo	0		
	0. Ninguna	0		
	2. SIN otro sistema de extinción automática	0		0
	4. Parque de bomberos voluntarios	2	millones	EUR
	0. No hay bomberos de empresa	0		
	Factor de protección especial	S S	= =	4 1.22
min.	Resistencia al fuego media de la estructura y de los elementos separativos (REI)	120	min.	120
min.	Resistencia al fuego media de los muros exteriores (E)	120	min.	120
min.	Resistencia al fuego media del techo (RE)	120	min.	120
min.	Resistencia al fuego media de las paredes interiores (EI)	120	min.	120
	Promedio ponderado de la resistencia al fuego	f	=	120
	Resistencia al fuego inicial (estabilidad estructural)	Fo	=	2.04
	Factor de la resistencia al fuego	F	=	2.03
	<i>Algunos datos ya son indicados al factor S</i>			
	0. Ninguno	0	Ver por	0
	con supervisión de los circuitos electrónicos	NOK	Ver por S	0
	con identificación del detector o de una zona pequeña (cuarto)	NOK	Ver por	0
	Detección parcial en zona de alto riesgo para las personas	OK		2
	información simultánea de max. 300 personas	NOK		0
	Sistema de alarma por voz (Sistemas electroacústicos de emergencia.)	NOK		0
	0. Ninguna	0		0
	1. Escaleras interiores abiertas	0		0
	0. No se puede evacuar a un compartimento vecino	0		0
	Señalización y alumbrado completo de los recorridos	OK		4
	0. Ninguna	0		0
	2. SIN otro sistema de extinción automática	0	Ver por S	0
	Sistema para el control de humo accionado por la detección automática	NOK		0
	4. Parque de bomberos voluntarios	2	Ver por S	2
	0. No hay bomberos de empresa	0	Ver por S	0
	Factor de escape	u U	= =	8 1.48

	0. Ninguna	0		0
	detección parcial en zona de alto riesgo para la actividades	NOK		0
	Rociadores locales para equipo critico	NOK		0
	Otra sistema automático para equipo critico (espuma, agua nebulizada, polvo, CO2, gas inerte)	NOK		0
	Datos financieros y económicos protegidos	NOK		0
	Repuestos protegidos	NOK		0
	Reparaciones inmediatas posibles con medios propios	NOK		0
	Traslado inmediato de la actividad posible	NOK		0
	Acuerdos de cooperación con otras empresas	NOK		0
	Distribución de la actividad en varios centros de producción	NOK		0
	Factor de salvamento	y	=	0
		Y	=	1.00
	Niveles de Protección para:			
0.77	Bienes (edificio y contenido)	D	1.27	
0.66	Personas (ocupantes)	D1	0.98	
1.22	Actividades	D2	0.62	
2.03				
1.48				
1.00				

d) Resultado final evaluación de riesgo del segundo piso.

Tabla resultados de aplicación del método FRAME - resultado final segundo piso

Identificación del edificio	Edificio Los Jardines II.	
Ubicación	Ñuñoa - Santiago.	
Dirección	Los Jardines 325.	
Ciudad- País	Santiago - Chile.	
Identificación del compartimiento y del uso / actividades presentes		
Planta 2. Edificio habitacional.		
Riesgo para	Referencia	
Patrimonio o bienes	R	0,91
Personas	R1	2.68
Actividades	R2	1.42
Riesgo Potencial	P	1.14
	P1	1.28
	P2	0.88
Riesgo Admisible	A	0.99
	A1	0.49
	A2	0.99
Nivel de Protección	D	1.27
	D1	0.98
	D2	0.62
	Fo	2.04

Finalmente y a modo de resumen, en la siguiente tabla se detallan los resultados obtenidos para cada una de las plantas.

Tabla resumen resultados de aplicación del método FRAME

Planta	Riesgo para			Riesgo inicial (Ro)
	Patrimonio o bienes (R)	Personas (R1)	Actividades (R2)	
Planta subterráneo	1.99	4.16	2.31	0.57
Planta piso 1	0.72	2.12	1.12	
Planta piso 2	0.91	2.68	1.42	
Planta piso 3	1.26	3.19	1.94	
Planta piso 4	1.36	3.49	2.08	
Planta piso 5	1.44	3.73	2.18	

Dónde:

Valor del riesgo	Calificación del riesgo
Menor o igual a 1	Seguridad suficiente y/o riesgo aceptado.
Mayor a 1	Seguridad insuficiente y/o medidas de seguridad insuficientes.

En este caso, los resultados muestran que sólo el riesgo de patrimonio para el primer y segundo piso del edificio son inferiores a 1. Es decir, presentan seguridad suficiente y/o riesgo aceptado. Por otro lado, el 88% de los resultados de los factores son superiores a 1, esto quiere decir que la seguridad y/o medidas son insuficientes. Por lo tanto, aplicando el principio de selección de la condición más crítica, podemos concluir que la calificación de riesgo de incendio para el edificio habitacional Los Jardines II es “deficiente”.

El resultado que se alcanza al aplicar el método FRAME, coincide con el método MESERI y pone de manifiesto que las mejoras deben focalizarse en los factores relacionados con el “riesgo a las personas y las actividades”.

El método FRAME ofrece la posibilidad de calcular el Riesgo Inicial (Ro). Este parámetro se utiliza durante el diseño del compartimento para obtener una primera orientación a la hora de escoger una protección de incendio efectiva. En este caso, el valor del Ro es de 0.57 lo que sugiere como suficiente una protección manual de extintores y bocas de incendios equipadas (BIE). Precisamente, el edificio Los Jardines II tiene este tipo de protección activa contra incendio.

1.5.3 Resultados del método GREENER

Para la aplicación del método GREENER se realizaron varias visitas al edificio y se consideró la información técnica recopilada. A modo de ejemplo, los resultados obtenidos para el segundo piso se muestran en la siguiente tabla:

Tabla resultados de aplicación del método GREENER - segundo piso

METODO GREENER					
Identificación del edificio:	LOS JARDINES II	Dirección:	Los Jardines 325, Ñuñoa, Santiago.		
Seguridad contra incendio	0.80	Mayor o igual a 1 seguridad suficiente. Menor a 1 seguridad insuficiente.	Tipo de edificación	Z	
R: Riesgo de incendio efectivo	1.62	Identificación de la compartimentación evaluada: m ³			
B: Exposición al riesgo de incendio	1.62	Planta nivel 2. Compartimento de uso residencial de 640 mt ² dividido en 8 departamentos. Las principales medidas de protección contra incendio son: Uso de extintores, red seca y húmeda			
Factor de evaluación				Valor Asignado	
factor q	q Carga térmica mobiliaria	Qm (MJ/m2)	401-600	1.3	
factor c	c Grado de combustibilidad	Grado	3	1.2	
factor r	r Formación de humos	Grado	3	1	
factor k	k Peligro de corrosión o de toxicidad	Peligro	Normal	1	
factor i	i Carga térmica inmobiliaria	Estructura portante	Hormigón, ladrillo, acero, otros metales incombustibles	1	
		Elementos de fachadas, tejados	Hormigón, ladrillo, Metal		
factor e	e Nivel de planta o altura del local	Metros sobre y/o bajo rasante - plantas sobre y/o bajo-rasante	Varias plantas sobre	Planta 2	1.3
			Planta unica sobre rasante	No aplica	
			Plantas subterráneas	No aplica	
			Planta unica bajo rasante	No aplica	
factor g	g Tamaño del sector de incendio y su relación longitud/anchura	Relación	2:1	0.5	
P Peligros potenciales				1.014	

factor n1	n1 Extintores portátiles	Se consideran		Suficientes	1
factor n2	n2 Hidratantes interiores (Bocas de incendio-equipadas)	Se consideran		Suficientes	1
factor n3	n3 Fiabilidad de las fuentes de agua para extinción	Magnitud del riesgo	Riesgo medio	Exige condiciones mínimas de caudal más de 1800l/minutos. Reserva de agua mínima de 240m ³	0.38
		Presión del hidratante		Riesgo medio	
factor n4	n4 Longitud de la manguera de aportación de agua	Metros		Longitud del conducto >100mts	0.8
factor n5	n5 Personal instruido en materia de extinción de incendios	Situación		Inexistente	0.8
N Medidas normales de protección					0.2432
factor s1	s1 Detección del fuego	Realizada por		Vigilancia: al menos 2 rondas durante la noche, y los días festivos rondas cada dos horas	1.05
factor s2	s2 Transmisión de la alarma	Realizada por		Desde un puesto ocupado permanentemente (portería) y teléfono	1.05
factor s3	s3 Bomberos de empresa y oficiales	Nivel/Oficiales SP	Sin SPE	Cuerpos SP	1
factor s4	s4 Tiempo para la intervención de los Cuerpos de Bomberos Oficiales	Distancia bomberos (km)/Tiempo de llegada	<5km	<15 minutos	1
factor s5	s5 Instalaciones de extinción	Referencia a Sprinkles		No existe	1
factor s6	s6 Instalaciones automáticas de evacuación de calor y humos	Situación		No existe	1
S Medidas especiales de protección					1.1025
factor f1	f1 Resistencia al fuego de la estructura portante del edificio	Elementos portantes; paredes, dinteles, pilares		R-90 y más	1.3
factor f2	f2 Resistencia al fuego de las fachadas	Altura de las ventanas =<2/3 de la altura de la planta factor f2		R-90 y más	1.15
factor f3	f3 Resistencia al fuego de las separaciones entre plantas teniendo en cuenta las comunicaciones verticales	Medición de suelos, techos y aberturas verticales.			1.3
factor f4	f4 Dimensión de los sectores de incendio teniendo en cuenta las superficies vidriadas utilizadas como dispositivo de evacuación de calor y humo	Superficie vidriada (%) - Relación de las superficies AF/AZ	Igual o mayor a 10%	AZ menor a 200 m2	1.2
F Medidas constructivas de protección					2.3322
factor A	A Peligro de activación	Situación		NORMAL: Apartamentos, hoteles, fabricación de papel	1
factor PH.e	Rn Riesgo de incendio normal	Referencial		Valor aplicado a todos los casos.	1.3
	PH,e Factor de corrección	Situación		Peligro normal para las personas	1
Ru Riesgo de incendio aceptado					1.3

Finalmente y a modo de resumen, en la siguiente tabla se detallan los resultados obtenidos para cada una de las plantas.

Tabla resumen resultados de aplicación del método GREENER

Planta	Valor de seguridad contra incendio (μ)
Planta subterráneo	0.35
Planta piso 1	1.04
Planta piso 2	0.8
Planta piso 3	0.64
Planta piso 4	0.58
Planta piso 5	0.55

Dónde:

Valor de seguridad contra incendio (μ)	Calificación del riesgo
Mayor o igual a 1	Seguridad suficiente.
Menor a 1	Seguridad insuficiente.

En este caso, los resultados muestran que sólo el primer piso del edificio tiene seguridad contra incendio suficiente, ya que el valor es mayor a 1. Por otro lado, el 83% de los resultados de los factores son inferiores a 1, esto quiere decir que la seguridad es insuficiente. Por lo tanto, aplicando el principio de selección de la condición más crítica, podemos concluir que la calificación de riesgo de incendio para el edificio habitacional Los Jardines II es “deficiente”.

El resultado que se alcanza al aplicar el método GREENER, coincide con los resultados obtenidos con los métodos FRAME y MESERI; ya que la calificación de riesgo de incendio para el edificio habitacional Los Jardines II se puede clasificar como “mala o deficiente/insuficiente”.

1.6 Similitudes y diferencias de los métodos de evaluación de riesgo de incendio

A través de la aplicación de los distintos métodos de evaluación de riesgo de incendio a un caso de estudio particular se ha podido confirmar que no existe una forma más eficaz para detectar similitudes y diferencias, que la aplicación en condiciones reales de una determinada herramienta. Esto no sólo implica comprender conceptual y técnicamente las herramientas o métodos, sino que conlleva la recopilación de una serie de datos y antecedentes que permitan materializar su aplicación, obtener resultados y elaborar conclusiones. Por lo tanto, las similitudes y diferencias de los métodos de evaluación que a continuación se detallan son el resultado de este proceso.

Las principales similitudes de los métodos de evaluación de riesgo de incendio (MESERI, FRAME y GRETENER) son:

- Se obtienen resultados consistentes al aplicar los distintos métodos de evaluación de riesgo de incendio.
- Todos los métodos basan su lógica en la identificación de una serie de peligros potenciales o factores agravantes, y medidas de protección o factores reductores del riesgo de incendio.
- Todos los métodos establecen un nivel de riesgo aceptable.
- Todos los métodos consideran como peligro potencial o factor generador/ agravante la carga de fuego y la resistencia al fuego de los elementos constructivos.
- Todos los métodos consideran como medida de protección o factores reductores los rociadores automáticos, las bocas de incendio equipadas (BIE) y el uso de extintores.

Por su parte, las principales diferencias de los métodos de evaluación de riesgo de incendio (MESERI, FRAME y GRETENER) son:

- En términos de cantidad y calidad de la información o data técnica necesaria para la aplicación de los métodos, ordenados de mayor a menor, encontramos a FRAME - GRETENER y MESERI.
- Sólo los métodos FRAME y GRETENER se pueden utilizar para evaluar compartimentos, sectores o pisos de una instalación.
- FRAME es el único método que arroja un resultado diferenciado para el riesgo de incendio. Esto es, riesgo para el patrimonio o bienes, personas y actividades.
- FRAME es el único método cuyo resultado se interpreta bajo el criterio de que a mayor valor, la instalación es más insegura.
- Sólo MESERI considera como medida de protección o factor reductor, en sentido puro, la aplicación de planes de autoprotección y de emergencia en la instalación
- MESERI es el único método de evaluación de riesgo de incendio que categoriza el resultado (muy malo, malo, bueno y muy bueno). Por el contrario, en FRAME y GRETENER el resultado es global.
- GRETENER es el único método que no considera el valor económico o la concentración de los bienes como factor para evaluar el riesgo.
- FRAME es el único método que considera como factor para evaluar el riesgo, la densidad de ocupación y movilidad de las personas.

1.7 Diseño de la guía para seleccionar un método de evaluación de riesgo de incendio

Después de aplicar los métodos de evaluación de riesgo de incendio MESERI, FRAME y GRETENER; hemos desarrollado una guía para ayudar a los profesionales a seleccionar un método apropiado. La tarea no ha sido sencilla ya que los métodos combinan múltiples factores para obtener un valor para el riesgo de incendio. Sin embargo, la aplicación de cada uno de ellos nos ha permitido identificar criterios claves y determinantes para la elección de uno u otro método, los que se expresan en la siguiente tabla:

Guía para seleccionar un método de evaluación de riesgo de incendio

GUÍA PARA SELECCIONAR UN MÉTODO DE EVALUACIÓN DE RIESGO DE INCENDIO				
CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE UN MÉTODO DE EVALUACIÓN DE RIESGO DE INCENDIO	UTILICE FRAME	UTILICE GRETENER	UTILICE MESERI	NO PUEDE EVALUAR RIESGO
Tiene las especificaciones técnicas y planos de la instalación a evaluar?.	SI	SI	SI	NO
Usted maneja vocabulario y conceptos utilizados en la detección y extinción de incendios?.	SI	SI	NO	
Desea considerar la mayor cantidad de factores de análisis en la evaluación de riesgo de incendio?.	SI	SI	NO	
Desea obtener un valor global (único) para el riesgo de incendio?.	NO	SI	SI	
Es importante para Usted considerar como factor de análisis el "valor económico" de la instalación?.	SI	NO	SI	
Es importante para Usted considerar como factor de análisis las "reservas de agua" para la extinción de incendios?.	SI	SI	NO	
Es importante para Usted considerar como factor de análisis la "accesibilidad a la instalación" (ej. anchura y direcciones de accesos)?.	SI	NO	SI	
Es importante para Usted considerar como factor de análisis el "número de ocupantes" de la instalación?.	SI	NO	NO	
Es importante para Usted considerar como factor de análisis la "movilidad de las personas" (ej.: ancianos, enfermos, etc.) de la instalación?.	SI	NO	NO	

2. Conclusiones

Luego de aplicar los métodos de evaluación de riesgos de incendio y proponer una guía para su selección, podemos concluir que no es fácil aplicar los distintos métodos, ya que requieren conocimiento de la terminología que se utiliza en cada uno de ellos.

Cualquiera que sea el método escogido para evaluar el riesgo (FRAME, MESERI o GRETENER llevará a un resultado consistente y similar. Por tanto, la elección del método está directamente relacionada no con su fiabilidad sino con la cantidad y calidad de la información disponible. Así, en términos de complejidad en la aplicación del método para evaluar riesgo de incendio se ubican en forma descendente el método FRAME, GRETENER y MESERI.

Al aplicar los distintos métodos de evaluación de riesgo de incendio, rápidamente se pueden identificar las falencias en la instalación y activar los mecanismos de mejora que correspondan. Sobre el hecho de que la carga de fuego sea un método para evaluar el riesgo de incendio no existe consenso; sin embargo, todos los métodos de evaluación lo consideran como un factor a tener en cuenta.

Se recomienda utilizar el método FRAME si se quiere considerar como factor de análisis el número de ocupantes (personas/m²) y la movilidad de las personas (ejemplo: enfermos, ancianos, reclusos, etc.) en una instalación.

Por su parte, MESERI es el único método de evaluación de riesgo de incendio en el cual se considera la instalación como un todo.

Por último, FRAME es el único método de evaluación que entrega un Riesgo inicial denominado "Ro". Este se utiliza durante el diseño del compartimiento para obtener una primera orientación a la hora de escoger una protección de incendio efectiva.

3. Recomendaciones

Vista la aplicación de los distintos métodos de evaluación de riesgo de incendio y las características de los mismos a través de un caso real, se puede elaborar una lista de recomendaciones a seguir.

Así, los profesionales que apliquen los distintos métodos de evaluación de riesgo de incendio, deben prepararse y conocer conceptos - vocabulario relativo a la detección y la protección contra incendios. Se debe también realizar una visita a las instalaciones a analizar y hacer un levantamiento fotográfico de las mismas.

Hay que tener presente también que en todos los métodos aplicables se debe calcular la carga de fuego de la instalación o compartimento. Por lo tanto, se sugiere aplicar una encuesta a los residentes para obtener datos fiables.

Para la aplicación de los distintos métodos de evaluación de riesgo de incendio, se recomienda - como mínimo - recopilar la siguiente información de la instalación o compartimento: Especificaciones técnicas, Certificado de resistencia al fuego de los elementos constructivos, Planos de planta y elevación, Planos de la red seca y húmeda, y Plan de evaluación y/o emergencia.

En caso de querer aplicar el método FRAME, se puede descargar una planilla de cálculo automatizada y el manual de aplicación desde la página web www.framemethod.net (administrada por su creador). De la misma manera, si una vez aplicado el método desea realizar análisis de sensibilidad para los distintos factores, se sugiere utilizar planillas de cálculo automatizadas.

4. Bibliografía

Rubio Moreno, J. C. (2006). Métodos de Evaluación de Riesgos Laborales. Ediciones Díaz de Santos S.A.

López López, J. C. (2013). Los Planes de Autoprotección y Emergencia. Ediciones Grafein, 2013.

De Smet, E. (2011) FRAME: Manual del Usuario, FRAME 2011.

Fundación MAPFRE (1998) Estudios, Método Simplificado de Evaluación del Riesgo de Incendio: MESERI.

Fuertes Peña, J. et Rubio Romero, J. C. (2002). El Método FRAME de Evaluación del Riesgo de Incendio, Prevención (Revista técnica de seguridad y salud laboral), 159, p. 53-66

Gill, A. A. et Silva, V. P. (2011) O método de Gretener. Incêndo, p. 26, 21-28 feb.

Villanueva Muñoz, J. L. (1984), Evaluación del Riesgo de Incendio. Método de Gustav Purt, Notas Técnicas de Prevención, 100.