

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y
AGROINDUSTRIA**

**EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS
DEL INSTITUTO DE ESTUDIOS DEL PETRÓLEO DE
PETROECUADOR**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DE GRADO DE MAGÍSTER (MSc.) EN
SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL**

ING. THUESMAN RAMIRO JIMÉNEZ JIMÉNEZ

DIRECTOR: ING. MARCELO ALBUJA, MSc.

Quito, Diciembre de 2010.

© Escuela Politécnica Nacional (2010)
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo, Ing. Thuesman Ramiro Jiménez Jiménez, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Ing. Thuesman Ramiro Jiménez Jiménez

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el Ing. Thuesman Ramiro Jiménez Jiménez, bajo mi supervisión.

**ING. MARCELO ALBUJA TORRES, MSc.
DIRECTOR DE TESIS**

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Marcelo Albuja por su acertada dirección. A los Ingenieros, Trajano Ramírez y Francisco Salgado; a los Doctores, Patricio Castillo, Miguel Landivar Milyon Rivadeneira, Arturo Romero y Luis Vásquez, nombres escritos en orden alfabético no en orden de importancia, ya que todos lo fueron, vaya para ellos mi aprecio y gratitud eterna. Pues, esta tesis, si bien ha requerido de mucho esfuerzo y dedicación de mi parte, no hubiese sido posible sin su valiosa colaboración.

Por último y como no podía ser de otro modo, mis agradecimientos a todos aquellos que forman parte de la Maestría y de la Facultad. A todos ellos, muchísimas gracias.

Ramiro.

DEDICATORIA

A mi querida familia.

Ramiro.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	xii
INTRODUCCIÓN	xiv
GLOSARIO	xviii
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
1.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS	1
1.1.1 El fuego	1
1.1.1.1 Introducción	1
1.1.1.2 El triángulo y tetraedro del fuego	1
1.1.1.3 Etapas del desarrollo de un incendio	3
1.1.2 Medios de extinción primarios	5
1.1.2.1 Definiciones	5
1.1.2.2 Mecanismos de extinción	6
1.1.2.3 Clasificación	6
1.1.2.4 Aplicación de extintores en función de las clases de fuego	15
1.1.2.5 Emplazamiento de los extintores	15
1.1.2.6 Requisitos necesarios para garantizar la eficacia	16
1.1.2.7 Mantenimiento	16
1.1.3 Sistemas de agua contra incendios	17
1.1.3.1 Definiciones	17
1.1.3.2 Tipos de sistemas de impulsión	18
1.1.3.3 Clases de sistemas de suministro de agua contra incendios	20
1.1.4 Bocas de incendio equipadas	22
1.1.4.1 Definiciones	22
1.1.4.2 Tipos de bocas de incendio equipadas	23
1.1.4.3 Condiciones	25
1.1.4.4 Dotación y criterios particulares de instalación en edificios	25
1.1.4.5 Mantenimiento	27
1.1.5 Hidrantes	28
1.1.5.1 Definiciones	28
1.1.5.2 Generalidades	28
1.1.5.3 Clasificación	30
1.1.5.4 Hidrante de columna seca	31
1.1.5.5 Hidrante de columna húmeda	31
1.1.5.6 Hidrante de arqueta	32
1.1.5.7 Condiciones	32

1.1.6 Columna seca	33
1.1.7 Sistemas de detección y alarma de incendios	34
1.1.7.1 Clasificación	34
1.1.7.2 Definiciones	35
1.1.7.3 Generalidades	35
1.1.7.4 Componentes de los sistemas de detección y alarma de incendios	37
1.1.7.5 Tipos de detectores de incendios	42
1.1.7.6 Mantenimiento del Sistema de detección y alarma de incendios	46
1.1.8 Sistemas de protección contra el rayo	46
1.1.8.1 Protección externa	47
1.1.8.2 Protección interna	48
1.1.9 Sistemas de protecciones pasivas contra incendios	50
1.1.10 Sistema de gestión de la prevención de riesgos	54
1.2 EVALUACIÓN DE RIESGOS	57
1.3 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	59
1.3.1 Análisis what if...? (¿qué pasaría si...?)	60
1.3.2 Investigación sistemática de los riesgos de incendio	61
1.4 ESTIMACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS	63
2. METODOLOGÍA	77
2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN	78
2.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGOS DE INCENDIOS EN LA INSTALACIÓN	79
2.2.1 Factores de riesgo de tipo tecnológico, organizacional y humano	80
2.2.2 Factores de riesgo que posibilitan el surgimiento del incendio	81
2.2.3 Factores de riesgo que propician la propagación del incendio	81
2.2.4 Factores de riesgo que dificultan la extinción del incendio	82
2.2.5 Factores de riesgo que obstaculizan la evacuación de personas y bienes salvaguardables	82
2.3 ESTIMACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS RIESGOS	83
2.4 EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS DE LA INSTALACIÓN	85

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	87
3.1 DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN	88
3.1.1 Datos generales de identificación	88
3.1.1.1 Identificación	88
3.1.1.2 Número de Plantas	88
3.1.1.3 Superficie construida	89
3.1.2 Emplazamiento respecto a su entorno	89
3.1.2.1 Ubicación y zona de emplazamiento	89
3.1.2.2 Uso y características de los edificios colindantes	89
3.1.3 Accesibilidad	89
3.1.4 Características constructivas	90
3.1.4.1 Tipología de construcción	90
3.1.4.2 Escenarios de riesgo	90
3.1.5 Actividades	90
3.1.6 Instalaciones de servicio	91
3.1.7 Situación de medios exteriores de protección	91
3.1.8 Sistemas y medios de protección contra incendios	91
3.1.9 Uso de la instalación	92
3.1.10 Número máximo de personas a evacuar en cada planta	92
3.1.11 Condiciones de evacuación	92
3.1.11.1 Compatibilidad de los elementos de evacuación	93
3.1.11.2 Densidades de ocupación	93
3.1.11.3 Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación	94
3.1.11.4 Dimensionado de los medios de evacuación	95
3.1.11.5 Protección de las escaleras	103
3.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGOS DE INCENDIOS EN LA INSTALACIÓN	104
3.2.1 Factores de riesgo de tipo tecnológico, organizacional y humano	104
3.2.2 Factores de riesgo que posibilitan el surgimiento del incendio	110
3.2.3 Factores de riesgo que propician la propagación del incendio	111
3.2.4 Factores de riesgo que dificultan la extinción del incendio	114
3.2.5 Factores de riesgo que obstaculizan la evacuación de personas y bienes salvaguardables	116
3.3 ESTIMACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS RIESGOS	118
3.3.1 Tipo de construcción	118

3.3.2 Peligro potencial	121
3.3.2.1 Carga de incendio mobiliaria	121
3.3.2.2 Combustibilidad	123
3.3.2.3 Peligro de humos	125
3.3.2.4 Peligro de corrosión o toxicidad	126
3.3.2.5 Carga de incendio inmobiliaria	127
3.3.2.6 Nivel de la planta	128
3.3.2.7 Superficie del compartimento	130
3.3.2.8 Cálculo del peligro potencial	131
3.3.3 Medidas de protección	132
3.3.3.1 Medidas normales	133
3.3.3.2 Medidas especiales	138
3.3.3.3 Medidas en la construcción	144
3.3.3.4 Cálculo de las medidas de protección	148
3.3.4 Cálculo de la exposición al riesgo de incendio	149
3.3.5 Peligro de activación	149
3.3.5.1 Estimación del peligro de activación	149
3.3.5.2 Valoración del peligro de activación	150
3.3.6 Cálculo del riesgo de incendio efectivo	150
3.3.7 Riesgo de incendio normal	151
3.3.8 Factor de corrección del riesgo de incendio normal	151
3.3.8.1 Estimación del factor de corrección del riesgo de incendio normal	152
3.3.8.2 Valoración del factor de corrección del riesgo de incendio normal	152
3.3.9 Cálculo del riesgo de incendio aceptado	152
3.4 EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS DE LA INSTALACIÓN	153
3.5 PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN	154
3.5.1 Peligro potencial	155
3.5.2 Medidas de protección	156
3.5.2.1 Medidas normales	156
3.5.2.2 Medidas especiales	157
3.5.2.3 Medidas en la construcción	159
3.5.2.4 Cálculo de las medidas de protección	161
3.5.3 Exposición al riesgo de incendio	161
3.5.4 Peligro de activación	162
3.5.5 Riesgo de incendio efectivo	162
3.5.6 Riesgo de incendio aceptado	163
3.5.7 Evaluación de la seguridad contra incendios de la instalación	163

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	165
4.1 CONCLUSIONES	165
4.2 RECOMENDACIONES	167
BIBLIOGRAFÍA	172
ANEXOS	176

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1.1: Aplicación de extintores en función de las clases de fuego	15
Tabla 1.2: Tabla típica del método “What if...?”	61
Tabla 1.3: Hoja de cálculo del método de Gretener	76
Tabla 3.1: Tabla de aplicación del método “What if...?”	104
Tabla 3.2: Determinación del tipo de construcción	120
Tabla 3.3: Designación de peligros	121
Tabla 3.4: Carga de incendio mobiliaria del Centro documentación técnica	122
Tabla 3.5: Carga de incendio mobiliaria	123
Tabla 3.6: Grado de combustibilidad	124
Tabla 3.7: Peligro de humos	125
Tabla 3.8: Peligro de corrosión o toxicidad	127
Tabla 3.9: Carga de incendio inmobiliaria	128
Tabla 3.10: Edificio de varias plantas	130
Tabla 3.11: Tamaño del compartimento cortafuego	132
Tabla 3.12: Medidas normales	134
Tabla 3.13: Medidas especiales	139
Tabla 3.14: Medidas inherentes a la construcción	145
Tabla 3.15: Peligro de activación	150
Tabla 3.16: Exposición al riesgo de las personas	151

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1.1: Triángulo de fuego	1
Figura 1.2: Tetraedro del fuego	3
Figura 1.3: Etapas del desarrollo de un incendio	4
Figura 1.4: Extintores portátiles y móviles	7
Figura 1.5: Diferentes modelos de extintores móviles o sobre carretilla	8
Figura 1.6: Diferentes tipos de extintores de agua	9
Figura 1.7: Diferentes tipos de extintores de base espumógena	9
Figura 1.8: Diferentes modelos de extintores de dióxido de carbono	10
Figura 1.9: Diferentes tipos de extintores de polvo	12
Figura 1.10: Diferentes sistemas de impulsión	19
Figura 1.11: Boca de incendio equipada de 25 mm	23
Figura 1.12: Boca de incendio equipada de 45 mm	24
Figura 1.13: Diferentes tipos de soportes de manguera de gabinetes de incendios	24
Figura 1.14: Componentes de los gabinetes de incendio	25
Figura 1.15: Hidrante de columna seca	31
Figura 1.16: Hidrante de columna húmeda	31
Figura 1.17: Hidrante de arqueta	32
Figura 1.18: Columna seca	33
Figura 1.19: Sistema automático de detección y alarma de incendios	37
Figura 1.20: Componentes del sistema de detección y alarma de incendios	38
Figura 1.21: Clasificación de los diferentes tipos de detectores por su función	43

Figura 1.22:	Ubicación de detectores en función de las fases del desarrollo de un incendio	45
Figura 1.23:	Sistema externo de protección contra el rayo	48
Figura 1.24:	Diferentes formas de aplicación de morteros	53
Figura 1.25:	Distintas soluciones de sistemas de sellado: a) almohadillas intumescentes, b) masillas cortafuego, c) collarines intumescentes	53
Figura 1.26:	Esquema de la gestión del riesgo	54
Figura 1.27:	Organigrama de la investigación sistemática de los riesgos de incendios	62
Figura 3.1:	Tipo de construcción Z	118
Figura 3.2:	Tipo de construcción G	119
Figura 3.3:	Tipo de construcción V	119
Figura 3.4:	Niveles de edificios	129
Figura A.I.1:	Escenarios de riesgos. Planta baja	176
Figura A.I.2:	Escenarios de riesgos. Mezanine	177
Figura A.I.3:	Ubicación de los medios de extinción primarios. Planta baja	178
Figura A.I.4:	Ubicación de los medios de extinción primarios. Mezanine	179
Figura A.II.1:	Señalización propuesta de la evacuación. Planta baja	180
Figura A.II.2:	Señalización propuesta de la evacuación. Mezanine	181
Figura A.II.3:	Señalización propuesta de la evacuación. Punto de reunión	182
Figura A.III.1:	Factores de riesgo que posibilitan el surgimiento de incendio	183
Figura A.III.2:	Factores de riesgo que posibilitan el surgimiento de incendio	183
Figura A.III.3:	Factores de riesgo que posibilitan el surgimiento de incendio	184
Figura A.III.4:	Factores de riesgo que posibilitan el surgimiento de incendio	184
Figura A.III.5:	Factores de riesgo que propician la propagación del incendio	185
Figura A.III.6:	Factores de riesgo que propician la propagación del incendio	186

Figura A.III.7:	Factores de riesgo que propician la propagación del incendio	187
Figura A.III.8:	Factores de riesgo que propician la propagación del incendio	188
Figura A.III.9:	Factores de riesgo que dificultan la extinción del incendio	189
Figura A.III.10:	Factores de riesgo que dificultan la extinción del incendio	190
Figura A.III.11:	Factores de riesgo que obstaculizan la evacuación de personas y bienes salvaguardables	191
Figura A.III.12:	Factores de riesgo que dificultan la extinción del incendio	192
Figura A.III.13:	Factores de riesgo que propician la propagación del incendio	193
Figura A.III.14:	Factores de riesgo que dificultan la extinción del incendio	194
Figura A.III.15:	Factores de riesgo que obstaculizan la evacuación de personas y bienes salvaguardables	195
Figura A.III.16:	Factores de riesgo que obstaculizan la evacuación de personas y bienes salvaguardables	196
Figura A.III.17:	Factores de riesgo que propician la propagación del incendio	197
Figura A.III.18:	Factores de riesgo que propician la propagación del incendio	198
Figura A.III.19:	Factores de riesgo que dificultan la extinción del incendio	199
Figura A.III.20:	Factores de riesgo que dificultan la extinción del incendio	200
Figura A.III.21:	Factores de riesgo que propician la propagación del incendio	201
Figura A.III.22:	Factores de riesgo que posibilitan el surgimiento del incendio	202
Figura A.VI.1:	Manejo de extintores de polvo químico	216
Figura A.VI.2:	Manejo de extintores de anhídrido carbónico	217
Figura A.VII.1:	Técnica de acercamiento a favor del viento	218
Figura A.VII.2:	Técnica de ataque primario del borde más cercano	218
Figura A.VII.3:	Técnica de barrido rápido con la tobera del extintor	219
Figura A.VII.4:	Técnica a aplicar apartándose del fuego	219
Figura A.VII.5:	Técnica a aplicar en cañerías presurizadas con filtración	220

Figura A.VII.6: Técnica a aplicar una vez extinguido el fuego	220
Figura A.VII.7: Técnica a aplicar en filtraciones de líquidos combustibles	221
Figura A.VII.8: Técnica a aplicar con extintores de polvo químico	221
Figura A.VIII.1: Señales de salvamento y seguridad	222
Figura A.VIII.2: Señales de salvamento y seguridad	223
Figura A.VIII.3: Señales de extinción	224

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO I	
Planos de escenarios de riesgos y ubicación de medios de extinción primarios	176
ANEXO II	
Señalización propuesta de la evacuación	180
ANEXO III	
Evidencias fotográficas de los riesgos identificados	183
ANEXO IV	
Cargas térmicas mobiliarias y factores de influencia para diversas actividades	203
ANEXO V	
Hoja de cálculo del método de Gretener	213
ANEXO VI	
Conocimientos generales para la utilización de los medios de extinción primarios	214
ANEXO VII	
Técnicas para combatir un principio de incendio con medios de extinción primarios	218
ANEXO VIII	
Señalización contra incendios	222
ANEXO IX	
Cuestionario de evaluación de la cultura de la seguridad	225

RESUMEN

El trabajo desarrollado en esta Tesis ha permitido realizar la evaluación del riesgo de incendio de las instalaciones del Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR, con lo cual se ha dado inicio a una adecuada gestión de la prevención de riesgos de incendios, encaminada a garantizar la seguridad de los empleados, de los educandos, de los visitantes, así como la protección de la integridad de la instalación; con este fin se trazaron como objetivos específicos, el establecer las características de la instalación, el identificar los factores de riesgo de incendio de tipo tecnológico, organizacional y del comportamiento humano, el realizar la identificación de los factores de riesgo que posibilitan el surgimiento del incendio, los que propician la propagación del incendio, los que dificultan la extinción del incendio, y los que obstaculizan la evacuación de personas y bienes salvaguardables, para luego estimar y valorar los riesgos identificados, y evaluar la seguridad contra incendios de la instalación.

Para cumplir con aquello se ha procedido, en primer lugar, a una revisión bibliográfica de los temas relacionados con el trabajo. Luego para llevar a cabo el establecimiento de las características de la instalación, se han especificado los datos generales de identificación, emplazamiento, accesibilidad, configuración estructural, instalaciones de servicio, vías y condiciones de evacuación, personal de la instalación, actividades, situación de medios exteriores de protección, sistemas y medios de protección contra incendios; así como se han elaborado los planos respectivos precisando aspectos de interés, tales como ubicación de medios de protección contra incendios, escenarios de riesgo, y señalización propuesta de la evacuación; a continuación se ha procedido a la identificación de los factores de riesgo utilizando el método "What if...?" y el método de la "Investigación Sistemática de los Riesgos de Incendios"; más adelante se ha realizado la estimación y valoración de los riesgos detectados aplicando el "Método Gretener de Evaluación del Riesgo de Incendio"; para por último

apoyándose en el mismo método, calcular el coeficiente que permita evaluar la seguridad contra incendios de la instalación.

De lo cual, se ha establecido que las condiciones de evacuación existentes en cada planta del Instituto, cumplen con el Código Técnico de la Edificación, en relación con:

- Compatibilidad de los elementos de la evacuación.
- Densidades de ocupación.
- Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación.
- Dimensionado de los medios de evacuación.
- Protección de las escaleras.

Se ha concluido que existen 4 factores de riesgo de incendio de tipo tecnológico, 11 de tipo organizacional y 8 de tipo humano.

Se han identificado 4 factores de riesgo que posibilitan el surgimiento del incendio, 9 que propician la propagación del incendio, 8 que dificultan la extinción del incendio, y 6 que obstaculizan la evacuación de personas y bienes salvaguardables.

Las estimaciones y valoraciones han establecido que el riesgo de incendio efectivo ($R = 1,58$), es mayor al riesgo de incendio aceptado ($R_u = 1,30$), de ahí que el coeficiente de seguridad contra incendios es menor a la unidad, por lo que se ha evaluado de **“insuficiente”** la seguridad contra incendios del Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR.

Una vez terminada la evaluación, se ha elaborado una propuesta de implementación de medidas suplementarias de protección, y en cuyo caso se ha demostrado que se obtiene una seguridad contra incendios de la instalación de **“suficiente”**.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día no existe una sola actividad que no conlleve riesgo, es normal que toda empresa tenga como ideal alcanzar excelentes resultados, lograr un buen clima social, obtener el mayor rendimiento posible de los recursos materiales empleados, conseguir calidad y como consecuencia la competitividad necesaria que le garantice un sitio preponderante en el difícil campo de la actividad empresarial. Sin embargo puede darse la penosa circunstancia de que todo se reduzca a la nada, si se produce en la empresa un siniestro, como el caso de un incendio. Ante esto, lo más aconsejable es realizar una adecuada gestión de la prevención de riesgos de incendios, que garantice la seguridad de los empleados, de los visitantes, así como la protección de la integridad del edificio.

Por lo tanto, es de vital importancia como herramienta para la reducción de los riesgos laborales, la cultura de la prevención de incendios, y la inversión en medidas arquitectónicas y tecnológicas (protección pasiva), así como en las instalaciones y en equipos de protección contra incendios (protección activa).

En el país de hecho se ha carecido de una cultura preventiva en materia de seguridad contra incendios, y lo que más bien ha existido es una acción reactiva ante cualquier acontecimiento no deseado. Es en los últimos años que se ha intensificado el control para establecer la actividad preventiva y se han dado pasos para lograr una cultura de seguridad, gracias a lo cual la Constitución de la República del Ecuador recoge esta necesidad de gestionar los riesgos; lo mismo se pone de manifiesto en el Reglamento 2393 de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo, y de igual manera en el Reglamento del Instrumento andino de seguridad y salud en el trabajo.

Específicamente, el Reglamento del Instrumento andino de seguridad y salud en el trabajo establece en el capítulo II, artículo 9: “Los países miembros

desarrollarán los sistemas de gestión en materia de seguridad y salud en el trabajo con miras a reducir los riesgos laborales” (CAN, 2005).

El mismo reglamento, en el capítulo III, artículo 11 manifiesta: “En todo lugar de trabajo se deberán tomar medidas tendientes a disminuir los riesgos laborales. Estas medidas deberán basarse en directrices sobre sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo”, y particularmente en el literal b) y c), aclara que se debe considerar la identificación, evaluación y control de factores de riesgo, y por otro lado en el artículo 16, estipula el control de incendios (CAN, 2005).

Adicionalmente, la nueva constitución del país, en el título VII, sección novena, artículo 389, numeral 3, expresa: “Asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, y en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión” (Asamblea Constituyente, 2008).

El Reglamento 2393 de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo, en su título I, artículo 15, numeral 2, manifiesta: “Son funciones de la Unidad de Seguridad e Higiene, entre otras las siguientes: a) Reconocimiento y evaluación de riesgos” (Febres-Cordero, 1986).

Por último, el Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios (MIES, 2009), emitido para la aplicación de la Ley de Defensa Contra Incendios, exige reducir al mínimo el riesgo de incendio, así como disponer de un plan de emergencia, cuyo pilar fundamental para su elaboración es la evaluación de la seguridad contra incendios de la instalación.

Una inadecuada o inexistente gestión de riesgos ha provocado que ocurran graves desgracias con la consiguiente pérdida de vidas humanas y bienes materiales, como la sucedida en Quito el sábado 19 de abril de 2008 en la discoteca Factory, sin lugar a dudas el incidente más trágico que la ciudad ha soportado por la omisión de medidas preventivas y de control, así como por la falta de supervisión del organismo encargado de vigilar su cumplimiento.

Muchas vidas se pueden salvar si todos actúan con más conciencia y responsabilidad, una sola muerte ha de ser bastante tragedia como para conmover la sensibilidad social. Se dice todos, porque la seguridad depende efectivamente de todos. Sin embargo, detrás de cualquier percance ocurrido por la incapacidad de los hombres para controlar los riesgos, hay una deficiencia, una responsabilidad que no se ha cumplido cabalmente.

La evaluación de riesgos es lo más importante de un sistema de gestión preventivo de incendios, es lo medular, lo más técnico, lo que acarrea más dificultad, es la herramienta básica en la toma de decisiones en materia de prevención, permite determinar con alta fiabilidad y rigurosidad las incidencias que tienen los factores de riesgo que se investigan de un incendio. Es el principal recurso al que debe acudir la empresa para tomar las medidas de prevención contra los riesgos, y es esencial a la hora de adoptar las medidas de prevención y protección requeridas, ya que éstas deben ser diseñadas en función de los riesgos específicos evaluados. De la evaluación depende el éxito de la gestión preventiva.

El riesgo de que el incendio se inicie o se propague viene determinado por las medidas de prevención no adoptadas. La mayoría de los incendios tienen su origen en la no adopción de medidas simples de prevención. Por lo cual, es imprescindible la elaboración de una evaluación de riesgos que sea el inicio del camino de un sistema de gestión de la seguridad contra incendios.

En atención a esta impostergable necesidad Petroecuador se encuentra empeñado en implementar un adecuado y gran Sistema de gestión de la seguridad contra incendios en todas sus instalaciones, en este contexto como se ha señalado, la evaluación constituye la mayor parte de la gestión, y su realización es de vital importancia, ya que la misma es imprescindible para el establecimiento de las medidas de control y la elaboración del plan de emergencia.

La presente tesis tiene como objetivo general la evaluación del riesgo de incendio de las instalaciones del Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR y como objetivos específicos:

- Establecer las características de la instalación.
- Identificar los factores de riesgo de incendio de la instalación.
- Estimar y valorar los riesgos.
- Evaluar la seguridad contra incendios de la instalación.

Y además, con el desarrollo de la misma se propone demostrar la siguiente hipótesis de trabajo:

“Realizar la evaluación de la seguridad contra incendios de las instalaciones del Instituto de estudios del Petróleo de Petroecuador, establecerá los factores de riesgo de incendios y además si la seguridad contra incendios es suficiente o insuficiente, y será el punto de partida para comenzar a gestionar los riesgos que sean identificados, con vistas a controlarlos y reducirlos a los niveles de riesgo tolerables”.

GLOSARIO

Abastecimiento de agua: Sistema formado por una o varias fuentes de alimentación de agua, uno o varios sistemas de impulsión y una red general de incendios y destinado a asegurar, para uno o varios sistemas de protección contra incendios, el caudal y presión de agua necesarios durante el tiempo requerido (CSN, 2010).

Agente limpio: Agente extintor eléctricamente no conductivo, que no deja residuos durante su evaporación. (NFPA 2001, 2008).

Alarma: Señal luminosa o acústica que avisa de la producción de un incendio o de la posibilidad de que ocurra (MIES, 2009).

Altura de evacuación: Diferencia de cotas de evacuación entre la del origen y la de salida del edificio. Para evacuación no se consideran las escaleras mecánicas, rampas móviles y aparatos elevadores, excepto las rampas móviles con dispositivo de parada automática por sistema de detección y alarma (CSN, 2010).

Alumbrado de emergencia: Aquel que permite en caso de fallo del alumbrado general, la iluminación para la evacuación de las personas hacia el exterior y la iluminación de los equipos de lucha contra incendios (NFPA 101, 2008).

Análisis del riesgo: Utilización sistemática de la información disponible para identificar los peligros y estimar el riesgo a personas, poblaciones, propiedad o al medio ambiente (BSI, 2000).

Bomba contra incendios: Bomba que suministra un líquido a un caudal y presión requerido para la protección contra incendios (NFPA 20, 2008).

Carga de fuego: Suma de las energías caloríficas que se liberan en la combustión de todos los materiales combustibles existentes en un espacio (contenidos del edificio y elementos constructivos) (CSN, 2010).

Células cortafuegos: Las células cortafuegos son compartimentos cuya superficie no excede de 200 m² y tiene una resistencia al fuego de al menos F30/T30 (Gretener, 1998).

CGD: Local donde se ubica el cuadro general de distribución eléctrica, el que puede estar conformado por una o varias pizarras generales de distribución eléctrica e incluso puede contener pizarras secundarias (CSN, 2010).

Código: Un estándar que es una extensa compilación de normas cubriendo una amplia variedad de materias o que es adecuada para su adopción por la ley independientemente de otros códigos o estándares (CSN, 2010).

Columna húmeda: Tubería de alimentación a los sistemas de extinción que se encuentra presurizada por agua de la propia red permanentemente (CSN, 2010).

Columna seca: Tubería de alimentación a los sistemas de extinción que se encuentra normalmente vacía y que solamente se alimenta con agua a presión en el momento de su empleo (CSN, 2010).

Comburente: Elemento en cuya presencia el combustible puede arder. El comburente típico es el Oxígeno (MIES, 2009).

Combustible: Cualquier sustancia que en presencia del oxígeno puede arder (MIES, 2009).

Compartimento cortafuego: Un compartimento cortafuego es una parte del edificio, separada del conjunto por medio de paredes, suelos, techos y cierres, de manera que, en caso de iniciarse en él un incendio, éste quede limitado, con toda probabilidad al compartimento y que una propagación del fuego a locales, pisos o

partes de edificios vecinos previsiblemente, no pueda tener lugar. La superficie de un compartimento cortafuego en un edificio o parte de éste es aquella limitada por fachadas o elementos interiores resistentes al fuego (Gretener, 1998).

Control de riesgos: Proceso de toma de decisión para tratar y/o reducir los riesgos, a partir de la información obtenida en la evaluación de riesgos, para implantar las acciones correctivas, exigir su cumplimiento y la evaluación periódica de su eficacia (BSI, 2000).

Cortafuegos: Barrera física que separa elementos combustibles, impidiendo la propagación del fuego de uno a otro (CSN, 2010).

Cubierta: Elemento constructivo de cierre superior de la edificación (CSN, 2010).

Cultura de seguridad o cultura de prevención: Conjunto de valores, principios y normas de comportamiento y conocimiento que comparten los miembros de una organización, con respecto a la prevención de incidentes, accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 1991).

Detección de incendios: Acción de manifestar la existencia de un incendio, mediante elementos sensibles a alguno de los fenómenos que acompañan al fuego (MIES, 2009).

Detector de humo: Dispositivo que detecta las partículas visibles o invisibles de la combustión (NFPA 72, 2008).

Detector de llama: Dispositivo de sensado de energía de radiación que detecta la energía emitida por una llama; otro término aceptado Detector de Flama (NFPA 72, 2008).

Detector de temperatura: Dispositivo que detecta la elevación brusca de temperatura o la elevación del gradiente de temperatura en un espacio de tiempo (NFPA 72, 2008).

Dispositivos de captura: Aquella parte de un sistema de protección contra el rayo externo destinada a interceptar las descargas atmosféricas (IEC, 2008).

Dispositivos de derivación: Aquella parte del sistema de protección contra el rayo externo destinada a conducir la corriente de la descarga atmosférica desde el dispositivo captador a la toma de tierra; otro término aceptado es Bajante (IEC, 2008).

Dispositivo descargador de sobretensiones: Dispositivo destinado a limitar las sobretensiones entre dos elementos en el interior del espacio a proteger, por ejemplo, un explosor, un descargador de impulsos o un dispositivo a base de semiconductores (IEC, 2008).

Electrodo de tierra: Elemento o conjunto de elementos de un sistema de tomas de tierra que aseguran un contacto eléctrico directo con la tierra y dispersan en ella la corriente de la descarga atmosférica (IEC, 2008).

Energía de activación: Energía mínima que necesitan el combustible y el comburente para iniciar la reacción (CSN, 2010).

Escalera de incendios: Escalera situada en el exterior del edificio y utilizable solamente para la evacuación del mismo (MFOM, 2010).

Escalera protegida: Escalera que, en caso de incendio, constituye un recinto suficientemente seguro para permitir que los ocupantes puedan permanecer en el mismo durante un determinado tiempo, para ello dicho recinto debe reunir, además de las condiciones de seguridad de utilización exigibles a toda escalera, las condiciones adecuadas de compartimentación y control de humos de incendio, de capacidad para contener a los ocupantes, de continuidad de trazado hasta un

punto suficientemente próximo a una salida de edificio y de reacción al fuego de los materiales utilizados (MFOM, 2010).

Estabilidad al fuego: Capacidad de un elemento de construcción para mantener su función portante durante un período de tiempo determinado, solamente se les exige a los elementos portantes de una estructura y se define como estabilidad al fuego (EF-minutos) ante la acción térmica a que se ve sometida (MFOM, 2010).

Estanqueidad: Propiedad de un elemento constructivo para impedir el paso de humos y llamas por su cara no expuesta (MFOM, 2010).

Estimación del riesgo: Proceso mediante el cual se determina la frecuencia o la probabilidad y las consecuencias que puedan derivarse de la materialización de un peligro (BSI, 2000).

Evaluación del riesgo: Proceso de evaluación de riesgo(s) derivados de un peligro(s) teniendo en cuenta la adecuación de los controles existentes y la toma de decisión si el riesgo es aceptable o no. Proceso general que consiste en estimar la magnitud del riesgo y decidir si el riesgo es tolerable o no (BSI, 2007). Proceso mediante el cual se obtiene la información necesaria para que la organización esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la oportunidad de adoptar acciones preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de acciones que deben adoptarse (CSN, 2010).

Exposición al riesgo de incendio: La noción de exposición al riesgo de incendio se define como la relación entre los peligros potenciales y las medidas de protección tomadas. Se refiere a un compartimento o al conjunto de un edificio (Gretener, 1998).

Extintor: Aparato que contiene un agente extintor que puede ser proyectado y dirigido sobre un fuego por la acción de una presión interna (MIES, 2009).

Extintor de incendios de presión incorporada: Extintor de incendios en el que el gas expelente está en un recipiente separado del recipiente de almacenamiento del agente; otro término aceptado es Extintor de Incendios Operado por Cilindro o Cartucho (NFPA 10, 2008).

Extintor de incendios permanentemente presurizado: Extintor de incendios en el cual tanto el material extintor como el gas expelente se guardan en el mismo recipiente y que incluye indicador de presión o manómetro (NFPA 10, 2008).

Extintor de incendios portátil: Dispositivo portátil operado manualmente, que contiene un agente extintor que se puede expeler a presión con objeto de suprimir o extinguir un incendio (NFPA 10, 2008).

Extintor de incendios sobre ruedas: Extintor de incendios equipado con carro y ruedas para ser transportado al incendio por una persona. (NFPA 10, 2008).

Factor de riesgo: Elemento agresor o contaminante sujeto a valoración, que actúa sobre el trabajador o los medios de producción. Hace posible la presencia del riesgo y lo potencializa. Sobre este elemento se debe incidir para prevenir los riesgos. Hay factores de riesgo de tipo tecnológico, organizacional y humano (CSN, 2010).

Fuego: Reacción de oxidación - reducción que da lugar a la combustión de un material, produciéndose emisión de calor acompañada de humos, llamas o ambos efectos. Esta controlado y dominado por el hombre (CSN, 2010).

Fuente de ignición: Fuente de energía que inicia una combustión (CSN, 2010).

Gabinete de incendios: Armario o alojamiento para ubicar mangueras para la protección contra incendios, las cuales deberán estar adecuadamente devanadas o plegadas, e interconectados todos sus accesorios, siendo estos como mínimo la válvula de sección, las anillas de conexión, el pitón y el manómetro; otros

términos aceptados son Hidrante Interior y Boca de Incendio Equipada (NFPA 1963, 2008).

Gestión de riesgos: Aplicación sistemática de políticas, procedimientos y prácticas de gestión para analizar, valorar y evaluar los riesgos. La gestión del riesgo incluye habitualmente la evaluación, el tratamiento y la comunicación del riesgo (OHSAS 18000, 2000). Actividades coordinadas para controlar y dirigir una organización en lo referente al riesgo (CSN, 2010).

Grado de parallama: Capacidad (PF-minutos) de un elemento de construcción para mantener su función portante (Estabilidad al fuego o capacidad portante), ausencia de emisión de gases inflamables por la cara no expuesta al fuego, y estanquidad al paso de llamas o gases calientes, durante un período de tiempo determinado (MFOM, 2010).

Grado de resistencia al fuego: Capacidad (RF-minutos) de un elemento de construcción para mantener su función portante, ausencia de emisión de gases inflamables por la cara no expuesta, estanquidad al paso de llamas o gases calientes, y resistencia térmica suficiente para impedir que se produzcan en la cara no expuesta temperaturas superiores a las que se establecen, durante un período de tiempo determinado (MFOM, 2010).

Hidrante: Un hidrante es una conexión para manguera contra incendios, cuyo suministro de agua aporta caudal y presión suficiente, incluso en la fase más intensa del fuego. Los hidrantes son sistemas hidráulicos, normalmente derivados de las redes públicas, para el uso de los servicios públicos de extinción o para utilización por los servicios propios de una industria. Se situarán en el exterior del edificio, preferentemente junto a sus accesos, en número tal que protejan sus fachadas. Están conectados a una red de abastecimiento de agua, destinada a suministrar agua en caso de incendio (CSN, 2010).

Identificación del peligro: Proceso mediante el cual se reconoce que existe un peligro y se definen sus características (BSI, 2000).

Ignición: Estado de un objeto iniciando la combustión. Acción de originar una combustión (MIES, 2009).

Ignifugación: Tratamiento físico adicional de un material que permite disminuir la combustibilidad del mismo (MIES, 2009).

Incendio: Combustión rápida que se desarrolla de forma incontrolada (MIES, 2009).

Instalación de alarma: Instalación que hace posible la transmisión de una señal de alarma a los ocupantes del edificio, activándose desde lugares de acceso restringido, para que únicamente puedan ponerla en funcionamiento las personas que tengan esta responsabilidad (CSN, 2010).

Instalación de detección y alarma: Instalación hace posible la transmisión de una señal (automáticamente mediante detectores o manualmente mediante pulsadores) desde el lugar en que se produce el incendio hasta una central vigilada, así como la posterior transmisión de la alarma desde dicha central a los ocupantes, pudiendo activarse dicha alarma automática y manualmente (CSN, 2010).

Medianería: Todo elemento vertical que separe dos sectores de incendio diferentes (CSN, 2010).

Norma: Documento en el que el texto principal contiene solo requisitos mandatorios utilizando el vocablo “Debe” para indicar requerimientos generalmente aceptados de referencia obligatoria por otras normas, códigos o leyes; algunos requisitos no obligatorios pueden incluirse en anexos, apéndices, notas al pie, o recomendaciones que no son consideradas parte de los requerimientos de la norma y utilizan el vocablo “Debería” (NFPA 1, 2008).

Órganos reguladores: Toda práctica, deberá tener al menos un cuerpo de reguladores que reglamenten o regulen el trabajo seguro en dicha actividad. Estos

órganos reguladores tendrán una considerable autoridad en cuestiones de seguridad, conferida por la legislación y por instrumentos detallados que regulen su funcionamiento y deberán realizar las actividades que se establecen. En la política de Seguridad, el órgano regulador establecerá el compromiso de promulgar la legislación y promover la seguridad de las prácticas que así lo requieran (CSN, 2010).

Origen de evacuación: Cualquier punto ocupable. Excepto los recintos de densidad de ocupación baja y superficie menor de 50 m², cuyo origen de evacuación es su puerta (CSN, 2010).

Panel de señalización y control: Sistema o grupo de sistemas en los cuales las operaciones de los circuitos y dispositivos son transmitidos automáticamente, registrados, mantenidos y supervisados permanentemente por un personal experimentado; otros términos aceptados son Central de Detección y Alarma, Estación de Alarma y Control, Central de Señalización y Detección, así como fusiones de estos términos (NFPA 72, 2008).

Peligro: Fuente, situación o acto con el potencial de daño en términos de lesiones o enfermedades, daños a la propiedad, daños al medio ambiente, o la combinación de ellos (BSI, 2007). Característica o condición de un sistema / proceso / equipo / elemento con potencial de daño a las personas, instalaciones, medio ambiente o combinación de estos (CSN, 2010).

Pitón de agua: Dispositivo que dirige y en algunos casos puede regular la descarga de agua desde una manguera o un monitor. (NFPA 1963, 2008).

Política de la empresa: No puede ser un procedimiento, norma o instrucción, sino una guía para las decisiones. Dicta los lineamientos a seguir para conseguir los objetivos, es la declaración de cómo alcanzar esos objetivos, es el punto de partida y el compromiso de la empresa para cumplir con lo que es su responsabilidad o lo que le manda la ley. Tiene que ser dictada por la alta dirección (CSN, 2010).

Política de prevención: Es el punto de partida, un manifiesto formal que rige las decisiones y que representa el compromiso de la empresa asumido por la alta dirección para cumplir con lo que es su responsabilidad o lo que le manda la ley, estableciendo los lineamientos a seguir para conseguir los objetivos de prevención. Es la declaración de cómo alcanzarlos (CSN, 2010).

Política de S&SO: Intención y dirección generales de una organización relacionada a su desempeño de S&SO formalmente expresada por la alta dirección.

Nota 1: La política de S&SO proporciona una estructura para la acción y el establecimiento de los objetivos de S&SO (BSI, 2007).

Prevención: Conjunto de acciones o medidas adoptadas o previstas en todas las fases de actividad de la organización con el fin de evitar o disminuir los riesgos en el trabajo (CSN, 2010).

Prevención de incendios: Acciones encaminadas a la adopción de las medidas necesarias para que no ocurra un incendio (CSN, 2010).

Probabilidad: Expresión de la posibilidad de ocurrencia de un suceso de una población objeto de estudio o de su muestra, o bien la posibilidad de éxito o fracaso de un suceso en un ensayo o demanda. Se expresa numéricamente entre el cero (0) que equivale a fracaso total y el uno (1) que equivale a éxito total (CSN, 2010).

Puerta cortafuego: Elemento constructivo compuesto por la propia puerta, el marco, la estructura y demás accesorios que juntos proveen un específico grado de resistencia al fuego (CSN, 2010).

Pulsador: Componente que cuando es accionado manualmente transmite una señal de alarma al panel de incendios (CSN, 2010).

Rayo: Descarga eléctrica de origen atmosférico entre una nube y la tierra; otros términos aceptados son Descarga Eléctrica Atmosférica o Descarga Atmosférica (IEC, 2008).

Reacción al fuego: Respuesta de un material al fuego medida en términos de su contribución al desarrollo del mismo con su propia combustión, bajo condiciones definidas en ensayo (MFOM, 2010).

Recinto: Espacio cerrado y formado por elementos constructivos separadores. Puede abarcar diversas plantas pero constituye un sector de incendio (CSN, 2010).

Recorrido de evacuación: Aquel que deben seguir los ocupantes del edificio desde un origen de evacuación a una salida de planta o de edificio. Sus dimensiones deben estar calculadas para dar cabida a todos los ocupantes que emprendan la huida por ella. Longitud real sobre el eje de pasillos, escaleras y rampas (MFOM, 2010).

Resistencia al fuego: Capacidad de un elemento de construcción para mantener durante un período de tiempo determinado la función portante que le sea exigible, así como la integridad y/o el aislamiento térmico en los términos especificados en el ensayo normalizado de resistencia al fuego (MFOM, 2010).

Riesgo: Combinación de la probabilidad de ocurrencia de un evento o exposición peligrosa y la severidad de las lesiones o daños o enfermedad que puede provocar el evento o la exposición(es) (BSI, 2007).

Combinación de la frecuencia o probabilidad y de las consecuencias que puedan derivarse de la materialización de un peligro (CSN, 2010).

Riesgo aceptable: Riesgo que ha sido reducido a un nivel que puede ser tolerado por la organización, teniendo en cuenta sus obligaciones legales y su propia política de S&SO (BSI, 2007).

Riesgo de incendio: Situación creada en una zona o edificio determinado, debida a la existencia de materiales e instalaciones, susceptibles de arder como consecuencia de elevadas temperaturas, cortocircuitos o provocar por si mismos la ignición. La definición del riesgo de incendio comprende la noción de exposición, que incluye, a su vez, la magnitud, no medible exactamente, de la probabilidad de ocurrencia de un siniestro (Gretener, 1998).

Probabilidad de aparición de fuego en una operación técnica determinada o estado y consecuencia o extensión de los daños en su presencia. Conjunto de eventualidades previsibles o aleatorias que entrañan la probabilidad de surgimiento y la posibilidad de desarrollo de un incendio, trayendo consigo las consecuencias negativas para la salud e integridad física de las personas, animales y daños al entorno circundante (Lugo y Arroyo, 2003).

Salida de edificio: Puerta o hueco utilizable como paso a un espacio exterior seguro (MFOM, 2010).

Salida de emergencia: Salida de planta, de edificio o de recinto prevista para ser utilizada exclusivamente en caso de emergencia y que está señalizada de acuerdo con ello (MFOM, 2010).

Salida de planta: Puede ser el arranque de una escalera que conduce a una planta de salida del edificio. Es también una puerta de acceso a una escalera o a su vestíbulo previo, a un pasillo protegido (MFOM, 2010).

Salida de recinto: Es una puerta o un paso que conducen directamente o no a la salida de planta y del edificio (MFOM, 2010).

Salidas habituales: Son las utilizadas, generalmente, para la circulación necesaria en el edificio o local, según el uso del mismo (MFOM, 2010).

Salud y seguridad ocupacional: Condiciones y factores que afectan o podrían afectar, la salud y seguridad de empleados, trabajadores temporales, contratistas, visitas y cualquier otra persona en el lugar de trabajo.

Nota: Las organizaciones pueden tener un requisito legal para la salud y seguridad de personas más allá del lugar de trabajo inmediato, o para quienes se exponen a las actividades del lugar de trabajo (BSI, 2007).

Sector de incendio: Espacio de un edificio separado de otras partes del mismo por elementos de construcción delimitadores resistentes al fuego durante un período de tiempo determinado, en el interior del cual se puede confinar (o excluir) el incendio para que no se pueda propagar a (o desde) otra parte del edificio; otros términos aceptados son compartimento cortafuego y sector de fuego (MFOM, 2010).

Seguridad: Ausencia de riesgo no aceptable (BSI, 2000).

Seguridad contra el incendio: La seguridad contra el incendio de un compartimento o en un edificio se considera suficiente, cuando el riesgo de incendio existente no sobrepasa el que se considera como aceptable. Este riesgo aceptable se corresponde con los objetivos de protección definidos. Una construcción puede, según ello, calificarse de “segura contra el incendio”, cuando está concebida de manera que se aseguren las dificultades técnicas para la propagación de un incendio (Gretener, 1998).

Sistema de detección y alarma: Está compuesto por elementos de detección, dispositivos de alarma y por una central de detección. Es un medio muy útil para el descubrimiento de un incendio en las fases iniciales del mismo. Gestiona los avisos y las alarmas. En toda empresa en la que hay personal presente de forma continua, se recomienda este equipo como medio para la detección precoz del incendio y consecuentemente la actuación rápida de la organización una vez iniciado el incendio (Beneitez y otros, 2001).

Sistema de extracción de humos: Conjunto de dispositivos así como de elementos auxiliares de ellos que sirven para la eliminación de los humos dentro de un recinto ya sea por medio de ventilación forzada o natural (CSN, 2010).

Sistema de gestión de salud y seguridad ocupacional: Parte del sistema de gestión de una organización empleada para desarrollar e implementar su política de S&SO y gestionar sus riesgos.

Nota 1: un sistema de gestión es un grupo de elementos interrelacionados usados para establecer la política y objetivos y para cumplirlos.

Nota 2: un sistema de gestión incluye la estructura organizacional, la planificación de actividades (por ejemplo, evaluación de riesgos y la definición de objetivos), responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos (BSI, 2007).

Sistema de protección contra el rayo: Sistema completo que permite proteger un espacio determinado o un objetivo contra los efectos del rayo. Consta de un sistema externo y de un sistema interno de protección contra el rayo; en ciertos casos, el sistema de protección contra el rayo podrá estar formado solamente por el sistema externo o por el sistema interno (IEC, 2008).

Sistema externo de protección contra el rayo: Este sistema comprende un sistema de dispositivos captadores, un sistema de bajantes y un sistema de tomas de tierra (IEC, 2008).

Sistema interno de protección contra el rayo: Este sistema comprende todos los dispositivos complementarios que reducen los efectos magnéticos y eléctricos de la corriente de la descarga atmosférica dentro del espacio a proteger (IEC, 2008).

Toma de tierra: Aquella parte del sistema de protección contra el rayo externo destinada a conducir y a dispersar en el terreno la corriente de la descarga atmosférica; en terrenos de resistividad elevada, el sistema de tomas de tierra puede interceptar corrientes que circulan a través del terreno debidas a descargas a tierra en las cercanías; otro término aceptado es Puesta a Tierra. (IEC, 2008).

Uso docente: Edificio, establecimiento o zona destinada a docencia, en cualquiera de sus niveles: escuelas infantiles, centros de enseñanza primaria,

secundaria, universitaria o formación profesional. No obstante, los establecimientos docentes que no tengan la característica propia de este uso (básicamente, el predominio de actividades en aulas de elevada densidad de ocupación) deben asimilarse a otros usos. Las zonas de un establecimiento de uso Docente destinadas a actividades subsidiarias de la principal, como cafeterías, comedores, salones de actos, administración, residencia, etc., deben cumplir las condiciones relativas a su uso (MFOM, 2010).

Valoración del riesgo: Procedimiento basado en el análisis del riesgo para determinar si se ha alcanzado el riesgo tolerable (BSI, 2000).

Vía de evacuación: Es la ruta de salida de circulación comunal, continua y sin obstáculos, desde cualquier zona del edificio que conduzca a la vía pública. El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de evacuación dependerán del uso, y de las dimensiones de los lugares de trabajo, así como del número máximo de personas que puedan estar presentes en los mismos.

Se entiende por Vía de Evacuación, el recorrido horizontal o vertical que, a través de las zonas comunes de la edificación, debe seguirse desde la puerta de cada local o vivienda hasta la salida a la vía pública o a espacio abierto y comunicado directamente con la vía pública.

Vías de evacuación:

- Horizontales: Puertas y pasillos.
- Verticales: Escaleras.
- Los ascensores nunca deben ser utilizados como vía de evacuación (CSN, 2010).

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1.1 EL FUEGO

1.1.1.1 Introducción

El fuego es uno de los elementos más utilizados por el hombre para su trabajo, alimentación y bienestar. Es útil y positivo cuando está bajo control, sin embargo también puede tener un elevado potencial de destrucción para las propiedades, recursos y vidas humanas cuando no es controlado adecuadamente por el hombre, convirtiéndose entonces en un incendio.

1.1.1.2 El triángulo y tetraedro del fuego

La combustión es un proceso de oxidación rápido, autosostenido, acompañado por la producción de calor y generalmente con presencia de luz.

Hay tres elementos esenciales para la ignición o inicio de una combustión: algo que arda (combustible), una fuente de ignición (calor o energía térmica) y oxígeno (o un agente oxidante). Estos tres elementos unidos se representan mediante el denominado triángulo del fuego como se muestra en la figura 1.1.

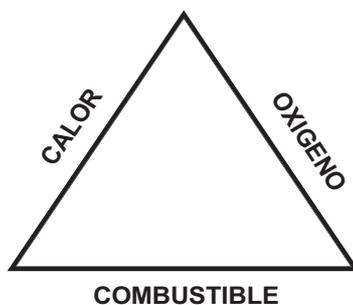


Figura 1.1. Triángulo de Fuego.
(APCI, 2009)

El triángulo tiene tres elementos mutuamente dependientes para que se produzca la combustión, si falta alguno de los elementos o si no están en la proporción y combinación adecuadas, el fuego no podrá existir. Por lo tanto mantener separados los tres elementos del triángulo del fuego es la clave para prevenir incendios y la remoción de uno o más elementos, es la clave para extinguirlos.

El primer elemento del triángulo es el O_2 , que normalmente es aportado por el aire. El, por sí mismo, no arde, solamente mantiene la combustión, es un comburente. Algunos elementos químicos o combinación de estos, pueden causar la liberación de oxígeno, estas sustancias se clasifican como agentes oxidantes.

El segundo componente del triángulo de fuego es el combustible, que es el agente reductor. El combustible puede ser sólido, líquido o gaseoso. Con excepción del estado gaseoso, el combustible debe sufrir cambios para convertirse en vapor antes de que la combustión se inicie.

La tercera parte del triángulo es la fuente de ignición, que es la energía que se necesita para aumentar la temperatura del combustible al punto que desprenda suficientes vapores para que ocurra la ignición. Las más comunes son las que producen calor por una reacción química, por energía eléctrica o por energía mecánica. Existen los siguientes focos de ignición (APCI, 2009):

- Eléctricos: Cortocircuitos, arcos eléctricos, electricidad estática.
- Mecánicos: Chispas de herramientas, calentamiento por fricción.
- Térmicos: Llamas, superficies calientes, radiación solar.
- Químicos: Reacciones exotérmicas, sustancias auto-oxidables.
- Nucleares.

La oxidación es una reacción química en la que dos sustancias (agente oxidante y agente reductor) se combinan para formar productos menos reactivos que los de origen. La combustión es un tipo particular de oxidación en la que casi siempre el O_2 es el oxidante y el combustible el reductor. En la combustión el proceso de oxidación es autosostenido, es decir se mantiene por sí mismo. La reacción de

oxidación produce energía suficiente para desencadenar la reacción entre otras dos pequeñas cantidades de oxígeno y combustible, de esta manera la reacción continúa como si fuera una “cadena”.

La reacción de combustión puede suceder con suficiente rapidez como para producir un exceso de energía, desprender calor, luz y desarrollarse. La combinación de los factores rapidez y oxidación autosostenida da lugar al término reacción en cadena. Este concepto se representa transformando el triángulo de fuego en un tetraedro tal como se muestra en la figura 1.2.

El triángulo de fuego muestra la secuencia de ignición y el tetraedro representa el crecimiento o desarrollo de un fuego. Es preciso, además, tener en cuenta que la combustión se producirá cuando la fuente de ignición proporcione la energía necesaria para comenzar la reacción en cadena y que los vapores desprendidos por el combustible ardan.

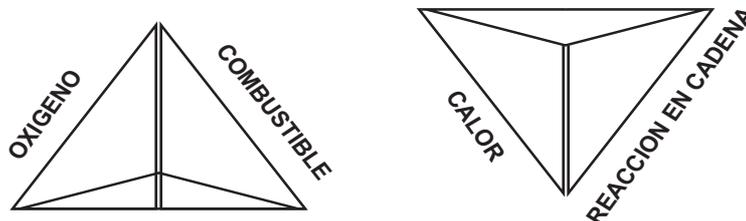


Figura 1.2. Tetraedro del Fuego.
(APCI, 2009)

1.1.1.3 Etapas del desarrollo de un incendio

Durante el desarrollo de un incendio pueden distinguirse, cuatro tiempos o etapas más o menos largos, según las condiciones ambientales y naturaleza del combustible, como se muestra en la figura 1.3 (APCI, 2009):

1. Estado latente.
2. Humos visibles.
3. Llamas.
4. Calor.

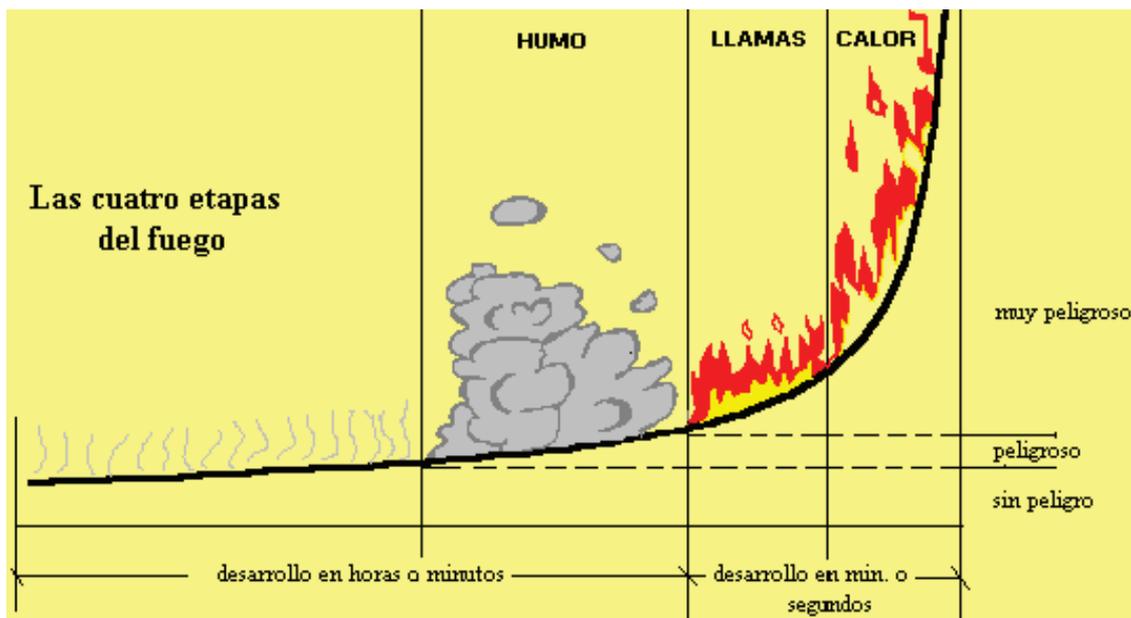


Figura 1.3. Etapas del desarrollo de un incendio.
(APCI, 2009)

1.1.1.3.1 Primera etapa: Estado latente

Etapa en la cual no se produce ningún fuego visible al ojo humano, aunque sí se produce el ascenso de partículas invisibles ionizadas y aerosoles. Esta fase puede durar de minutos a horas, durante esta fase el fuego no tiene peligro y al ser detectado puede ser extinguido con gran facilidad.

1.1.1.3.2 Segunda etapa: Humos visibles

En esta las partículas de la combustión se acumulan de tal forma que se hacen visibles al ojo humano y ascienden con gran rapidez. Esta etapa puede durar también horas o minutos sin que se produzca llama ni calor apreciable, el fuego comienza a ser peligroso.

1.1.1.3.3 Tercera etapa: Llamas

En las condiciones favorables de existencia de oxígeno, se desarrollan con gran rapidez las llamas con la emisión de rayos infrarrojos, ultravioletas y luz. Su desarrollo se produce en minutos o segundos.

1.1.1.3.4 Cuarta etapa: Calor

A las llamas sigue la producción de calor, con humos y gases tóxicos y es el momento en que el incendio ha tomado verdaderamente cuerpo. Su desarrollo se produce en segundos ascendiendo el calor a las partes altas.

1.1.2 MEDIOS DE EXTINCIÓN PRIMARIOS

1.1.2.1 Definiciones

1.1.2.1.1 Extintor

Aparato que contiene un agente extintor que puede ser proyectado y dirigido sobre un fuego por la acción de una presión interna, obtenida por una compresión previa permanente, por una reacción química o por la liberación de un gas auxiliar.

Los extintores constituyen un medio primario de protección frente a los incendios. Son aparatos de utilización inmediata destinados a la extinción de incendios incipientes, de tal forma que pueden extinguirse fácilmente, si se utiliza con rapidez el agente extintor y la cantidad adecuada.

1.1.2.1.2 Agente extintor

Producto contenido en el extintor cuya acción, al ser proyectado sobre un fuego en cantidad suficiente y de forma adecuada, provoca la extinción.

1.1.2.1.3 Carga

Masa o volumen del agente extintor contenido en el extintor, cuantificado en litros en los aparatos a base de agua y en kilogramos en el resto.

1.1.2.2 Mecanismos de extinción

Existen los siguientes mecanismos de extinción (APCI, 2009):

- *Enfriamiento (Refrigeración)*: Por eliminación del calor (Energía de activación) y reducción de la temperatura del combustible.
- *Sofocación*: Por medio del impedimento del contacto de los vapores generados con el oxígeno del aire.
- *Desalimentación*: Por eliminación del combustible.
- *Dilución*: Por la disminución de la concentración del combustible.
- *Inhibición de la reacción en cadena*: Por la introducción en el incendio de sustancias químicas que bloquean los radicales libres.

1.1.2.3 Clasificación

Los extintores se clasifican de diferentes maneras (NFPA 10, 2008):

a) Según el peso de la carga:

- Portátiles: Extintor que en condiciones de funcionamiento tiene una masa inferior o igual a 20 kg.
- Sobre ruedas (25-250 kg).
- Motorizado (mayor que 250 kg de material extintor).

La Figura 1.4 muestra estos extintores.

b) Según su uso (de acuerdo al tipo de incendio):

INCENDIOS CLASE A: Incendios de materiales combustibles sólidos que producen brasa, como la madera, tela, papel, cartón, caucho y muchos plásticos.

INCENDIOS CLASE B: Incendios de líquidos inflamables, líquidos combustibles como: gasolina, grasas, aceites, pinturas, acetonas, alcoholes, disolventes, lacas,

etc. y otros derivados del petróleo, también los gases inflamables como: butano, propano, metano, acetileno, etc.

INCENDIOS CLASE C: Incendios producidos a causa de equipos eléctricos, tales como: transformadores, tableros, motores, generadores, conductores, líneas e instalaciones eléctricas, etc. Se denominan fuegos eléctricos pero en realidad son fuegos de la clase A o clase B en presencia de equipos energizados.

INCENDIOS CLASE D: Incendios producidos por metales combustibles como el Zinc en polvo, aluminio en polvo, magnesio, titanio, zirconio, sodio, litio y potasio.



Figura 1.4. Extintores portátiles y móviles.
(APCI, 2009)

c) Según el agente extintor utilizado:

- Dióxido de carbono.
- Espuma.
- Basado en agua.
- Polvo químico.
- Hidrocarburos halogenados o halones.
- Agentes limpios.

1.1.2.3.1 Extintores según el peso de la carga

a) Extintores portátiles

Están diseñados para ser utilizados en los primeros momentos del incendio, pero su buen uso y éxito de aplicación, dependerá fundamentalmente de que:

- El extintor esté en buenas condiciones de mantenimiento y correctamente situado.
- El extintor sea el adecuado para el tipo de incendio.
- Se descubra el incendio en sus inicios.
- La persona sea capaz de usar el extintor, este preparada y dispuesta para hacerlo.

b) Extintores rodantes o móviles

También llamados sobre carretilla, los cuales presentan las mismos agentes extintores y las mismas características. La Figura 1.5 muestra los diferentes modelos de extintores móviles o sobre carretilla.



Figura 1.5. Diferentes modelos de extintores móviles o sobre carretilla.
(APCI, 2009)

1.1.2.3.2 Extintores según el agente utilizado

a) Extintores a base de agua

Actúan por *enfriamiento*, *sofocación* (el vapor desplaza un volumen de aire disminuyendo la concentración de oxígeno) y por *dilución* en los incendios de líquidos inflamables que son miscibles con el agua (alcohol).

Su uso puede ser en chorro o en forma pulverizada.

Aplicable a:

- Incendios clase A: Excelente.
- Incendios clase B: No utilizable, puede extender el fuego si no es soluble en agua (Gasolina).
- Incendios clase C: No utilizable, excepto para refrigerar las zonas expuestas al calor.
- Incendios clase D: Nunca utilizar, produce reacciones con desprendimiento de calor.

La Figura 1.6 muestra los diferentes tipos de extintores de agua.



Figura 1.6. Diferentes tipos de extintores de agua.
(APCI, 2009)

b) Extintores de espuma

Conocidos como del tipo AFFF (espuma formadora de película acuosa), forman espuma cuando se descargan a través de la boquilla.



Figura 1.7. Diferentes tipos de extintores de base espumógena.
(APCI, 2009)

Actúa por:

- *Sofocamiento*, por efecto de la manta que cubre los líquidos en llamas.
- *Enfriamiento*, logrado por la cantidad de agua presente en la espuma.

Aplicable a:

- Fuegos tipo B.
- Se puede usar en fuegos tipo A.
- No en fuegos tipo C y D.

Los diferentes tipos de extintores de base espumógena se ilustran en la Figura 1.7.

c) Extintores de dióxido de carbono

El dióxido de carbono es un gas incoloro, inodoro, menos denso que el aire, inerte, no corrosivo, no deja residuos y no es tóxico. Penetra con facilidad en el fuego y no conduce la electricidad.

La Figura 1.8 muestra los diferentes modelos de extintores de dióxido de carbono.



Figura 1.8. Diferentes modelos de extintores de dióxido de carbono.
(APCI, 2009)

Si este extintor se emplea en un área cerrada o sin ventilación, deben adoptarse precauciones que impidan que falte oxígeno a las personas.

Debido a que su alcance es limitado, el chorro debe aplicarse incluso después de que las llamas se hayan extinguido para que se disponga de tiempo de enfriamiento y se evite la reignición.

Para fuegos de equipos eléctricos, la descarga debe dirigirse a la fuente de las llamas. Es importante desconectar el equipo, tan pronto como sea posible, para impedir posibles reigniciones.

Inconvenientes:

- Dificulta la respiración.
- Se necesita concentraciones altas de CO₂ para extinguir el fuego.
- Este extintor tiene un alcance relativamente corto, ya que el agente se expulsa en forma de nube de gas.
- La temperatura de salida del extintor es de $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$, por lo que puede producir quemaduras y daños a elementos electrónicos.
- No aplicable en exteriores.

Actúa por:

- *Sofocación*, por medio de la dilución del oxígeno del aire y la reducción de la concentración de oxígeno.
- *Enfriamiento*, sale del extintor en forma de nieve que se vaporiza al contacto con el incendio y consecuentemente reduce la temperatura.

Aplicable a:

- CLASE A: No es eficiente, ya que no apaga las brasas.
- CLASE B: Aceptable si el incendio es pequeño.
- CLASE C: Si es de origen eléctrico, es uno de los más utilizables.
- CLASE D: Si el metal combustible es sodio o potasio no se puede usar ya que se combinan con el dióxido de carbono.

d) Extintores de polvo químico

Son sustancias químicas sólidas, con tamaño de partícula muy pequeña que adquieren gran fluidez.

Los polvos pueden endurecerse al entrar en contacto con la humedad o el agua, por lo que debe evitarse durante el almacenamiento, recarga y manipulación de los extintores; lo mismo sucede si el extintor permanece en su lugar durante mucho tiempo, por lo que al realizar las necesarias autoinspecciones mensuales, debe ser sometido a movimientos. Generalmente pueden ser fabricados desde 2 hasta 40 lb. Los diferentes tipos de extintores de polvo se ilustran en la Figura 1.9.



Figura 1.9. Diferentes tipos de extintores de polvo.
(APCI, 2009)

Tipos de polvo químico:

- Polvo químico seco normal. Desprende anhídrido carbónico y vapor de agua.
- Polvo químico antibrasa. Contiene compuestos como fosfato de calcio, talco, etc., que actúan sobre la brasa.
- Polvo químico especial, utilizado en fuegos de metales radiactivos (grafito, cloruro de sodio, etc.).

Actúa por:

- *Sofocación*, de manera aceptable.
- *Enfriamiento*, de manera aceptable.

- *Inhibición de la cadena de reacción.*

Aplicable a:

CLASE A: El polvo químico seco normal no es aplicable, ya que no apaga la brasa. En este caso se debe usar el polvo químico antibrasa.

CLASE B: Muy recomendable, rápido y eficaz.

CLASE C: Muy recomendable, rápido y eficaz.

CLASE D: No es recomendable.

e) Extintores de hidrocarburos halogenados o halones.

Son compuestos clorofluorocarbonados ($C_{1-2}F_xCl_y$), actualmente prohibidos de fabricar y usar por ser causantes de los daños en la capa de ozono y por producir el efecto invernadero. Hasta que se determinó que producían daños a la capa de ozono, fueron los productos extintores más eficaces para combatir el fuego, ya que, sumado a su alto poder de extinción, fácil proyección y pequeño volumen de almacenamiento, presentan una toxicidad muy baja, buena visibilidad y no provocan daños sobre los equipos electrónicos y eléctricos sobre los cuales se descargan, al no dejar residuo.

Actúan por:

- *Enfriamiento*, al evaporarse rápidamente absorben calor del incendio.
- *Por inhibición de la reacción en cadena*, al producir radicales libres que neutralizan la combustión.

Aplicable a:

CLASE A: No es eficaz, ya que no apaga la brasa.

CLASE B y C: Eficaz y rápido.

CLASE D: No es adecuado, aunque algunas veces se puede usar.

f) Extintores de agentes limpios

Paralelamente a la desaparición de los halones, la industria ha lanzado al mercado nuevos agentes, mezclas de gases inertes o alternativas de los halones que eviten dañar o inutilizar los equipos, tengan iguales propiedades de extinción y sean inocuos para las personas si se tiene que usar en áreas ocupadas, pero también que no sean dañinos para el medioambiente. En la actualidad, y en líneas generales, los agentes extintores gaseosos sustitutivos de los halones, denominados también *agentes limpios* porque no dejan rastro después de su uso y no son conductores de la electricidad, y cuya aplicación se da preferentemente en salas de ordenadores, archivos de gran valor, etc., y que cumplen con las exigencias requeridas en los acuerdos internacionales, se pueden agrupar en (NFPA 2001, 2008):

- Los agentes inertes: Suelen ser mezcla de gases constitutivos del aire tales como nitrógeno, argón y/o dióxido de carbono. Lo que se pretende conseguir con esta clase de gases, al utilizarlos como agentes extintores, es disminuir la concentración del oxígeno del aire del lugar donde se ha producido el fuego a una proporción inferior al 12%, con objeto de extinguir el mismo por sofocación.
- Los agentes halogenados: Este tipo de gases al entrar en contacto con el fuego se descomponen en iones y radicales, los cuales reaccionan con los procedentes del combustible. Esas reacciones químicas son endotérmicas, de forma que evitan que se produzca la reacción en cadena. Por consiguiente, extinguen el fuego por inhibición. Los agentes halogenados son agentes limpios del tipo hidro-fluoro-carbonados (HFC), hidro-cloro-fluoro-carbonados (HCFC) y iodo-fluoro-carbonados (IFC). El agente limpio más utilizado para extintores portátiles es el GAS HALOTRON.

Los extintores cargados de GAS HALOTRON tienen clasificación ABC por su aprobada eficiencia para extinguir este tipo de fuegos. El uso de extintores GAS HALOTRON es altamente recomendado, principalmente en

artículos sumamente delicados o valiosos, cuyo funcionamiento o textura se vean perjudicados por el uso de otro agente extintor, como puede ser el P.Q.S., Agua Ligera, CO₂, entre otros, por lo que se sugiere para extinción de incendios surgidos en: fábricas, plantas químicas y refinerías, centrales eléctricas y telefónicas, computadoras, laboratorios, equipos para oficina, etc. El halotró, es un compuesto químico que interfiere con la química de la llama y extingue el fuego, se le conoce también como BCF, derivado de Bromoclorodifluorometano, necesita ser sobrepresurizado con gas nitrógeno en extintores y sistemas. Usado adecuadamente, este producto no es tóxico. No muestra ninguna evidencia de corrosión, por consiguiente su almacenaje puede ser ilimitado sin sufrir deterioro, ya sea en un extintor o en un sistema. No deja residuo alguno, y permite además una visibilidad clara. No es explosivo y no es conductor de la electricidad.

1.1.2.4 Aplicación de extintores en función de las clases de fuego

En la Tabla 1.1 se muestra la aplicación de cada uno de los tipos de extintores en función de las clases de fuego (APCI, 2009).

Tabla 1.1: Aplicación de extintores en función de las clases de fuego.

	Agua (A)	Es puma (AB)	Polvo ABC	Dióxido de carbono (BC)	Halón
A	SI Muy eficiente	SI Eficiente	SI Muy eficiente	Poco eficiente	Poco eficiente
B	NO Es eficiente	SI Muy eficiente	SI Muy eficiente	SI Eficiente	SI Muy eficiente
C	NO debe usarse	NO debe usarse	SI Eficiente	SI Eficiente	SI Muy eficiente

(APCI, 2009)

1.1.2.5 Emplazamiento de los extintores

- En todas las plantas, a una altura máxima de 1,50 m medidos desde el suelo hasta el punto mas alto del extintor.
- Junto a las entradas y salidas.

- Dentro de los trayectos normales de circulación.
- Próximos a los puntos de mayor riesgo.
- Como orientación general un extintor por cada 15m de recorrido horizontal.
- Rápido y fácil acceso al extintor.
- Deben estar señalizados.
- Deben protegerse los instalados a la intemperie.

1.1.2.6 Requisitos necesarios para garantizar la eficacia

- Informe técnico de laboratorio acreditado.
- Presión de manómetro o peso: se comprobará en los extintores con manómetro que tengan presión suficiente y el peso en los de dióxido de carbono.
- Verificación y mantenimiento, necesario para asegurar que se encuentran completamente cargados, sin deterioro alguno, boquillas no obstruidas, en su lugar adecuado y sin obstáculos que dificulten su visibilidad y acceso.
- La identificación de la organización certificadora, la clasificación y la eficacia del extintor, así como las indicaciones para su uso, estarán claramente marcadas en el cuerpo del equipo (NFPA 10, 2008).

1.1.2.7 Mantenimiento

1.1.2.7.1 Mantenimiento a realizar por el personal del titular

Debe hacerse cada 3 meses (APCI, 2009):

- Comprobación de la accesibilidad, señalización, buen estado aparente de conservación.
- Inspección ocular de seguros, precintos, inscripciones, etc. Chequear que el precinto no esté roto y que el gancho de seguridad se encuentre en su sitio.
- Comprobación del peso o presión según el caso.

- Inspección ocular del estado externo de las partes mecánicas (boquilla, válvula, manguera, etc.).
- Examinar si presenta corrosión o algún otro daño producto del ambiente.

1.1.2.7.2 Mantenimiento a realizar por una empresa autorizada

Debe efectuarse cada año (APCI, 2009):

- Comprobación del peso o presión en su caso. Determinar si el extintor ha perdido más del 10% del peso original. Determinar si ha perdido agente extintor o si la presión está completa. Verificar el manómetro.
- En el caso de extintores de polvo con botellín de gas de impulsión se comprobará el buen estado del agente extintor y el peso y aspecto externo del botellín.
- Examinar si presenta corrosión o algún otro daño producto del ambiente.
- Inspección ocular del estado de la manguera, boquilla o lanza, válvulas y partes mecánicas.

1.1.3 SISTEMAS DE AGUA CONTRA INCENDIOS

1.1.3.1 Definiciones

Para cualquier sistema de extinción de incendios mediante agua, es vital el disponer de un suministro permanente y seguro, con presión y capacidad suficientes.

Los sistemas de suministro de agua contra incendios están formados por una o varias fuentes de abastecimiento de agua, por uno o varios sistemas de impulsión y por la red general de distribución, destinados a asegurar para uno o varios sistemas específicos de protección contra incendios, el caudal y presión de agua necesaria durante el tiempo de autonomía requerida para las labores de extinción de incendios.

Puede proceder la reserva o fuente de agua, de un suministro natural como un río, lago, mar, etc., o artificial como un pozo, depósito, canal, embalse, etc. La presión puede alcanzarse por medios naturales como desnivel o gravedad o bien por artificiales como grupos de bombeo o depósitos de presión con cámara de aire.

A excepción de la red de uso público, estos sistemas de suministro deberán estar reservados exclusivamente para los sistemas de extinción de incendios, como rociadores automáticos, equipos con generación de espuma, agua pulverizada, y bocas de incendio.

Un sistema de suministro de agua contra incendios puede dar abastecimiento a varios sistemas distintos de extinción de incendios, por lo que las necesidades de caudal y reserva de agua se incrementan según las exigencias reflejadas por la normativa vigente.

Un sistema de suministro de agua contra incendios debe cumplir tres requisitos básicos, que son:

- Presión.
- Caudal.
- Reserva de agua o tiempo de autonomía.

1.1.3.2 Tipos de sistemas de impulsión

Existen comúnmente cuatro sistemas de impulsión de agua (NFPA 20, 2008), los mismos que se ilustran en la Figura 1.10:

1. Presión propia (redes de acueducto de uso público).
2. Presión de altura (depósitos o fuentes inagotables elevadas).
3. Equipos de bombeo (depósitos de aspiración con bombas).
4. Presurización neumática (depósitos de presión).

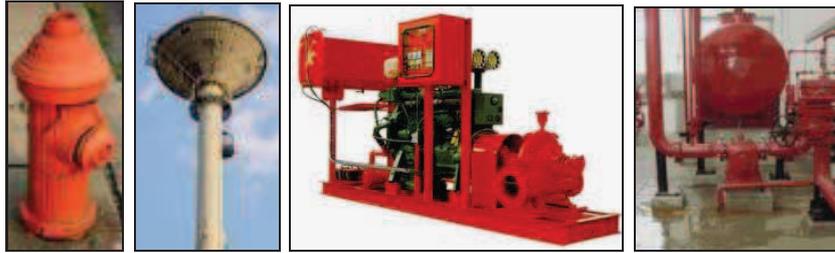


Figura 1.10. Diferentes sistemas de impulsión.
(APCI, 2009)

1.1.3.2.1 Equipos de bombeo

Formados normalmente por bombas con motores eléctricos, diesel o ambos a la vez, que garantizan las condiciones de presión y caudal exigidas; pueden abastecerse de depósitos, pozos, red urbana, ríos, lagos, etc.

Partiendo de una reserva de agua suficiente, las bombas contra incendio son capaces de mantener dichas presiones y caudales durante largos periodos de tiempo.

1.1.3.2.2 Red general urbana

Es la red de uso general y público en las ciudades y que se aprovecha de forma directa, para abastecer a los sistemas de extinción de incendio que protejan riesgos de categoría "Ligero" u "Ordinario". El sistema de impulsión de la entidad distribuidora de agua proporciona la presión.

Se trata de un suministro bastante seguro y regular, aunque insuficiente para la protección de riesgos de categoría "Extra" o "Especiales", por lo que se utiliza generalmente solo para la protección de edificios.

1.1.3.2.3 Depósito elevado

Se reduce su aplicación casi en exclusiva a edificios altos, ya que la construcción de robustas estructuras para colocar depósitos elevados en zonas industriales es

antieconómica, a menos que se trate de una industria ubicada en la ladera de un monte o una colina.

Se trata de tanques o cisternas de agua que hallándose a un nivel superior al del riesgo a proteger, son capaces de suministrar las condiciones de presión mínimas exigidas por el riesgo. La presión la proporciona la columna de agua, de longitud igual a la diferencia geométrica de altura entre el depósito de reserva y los puntos de aplicación del sistema de protección contra incendios.

1.1.3.2.4 Depósitos de presión

Son los menos utilizados por su complejidad y costos. A diferencia de los elevados, pueden estar al mismo nivel o incluso inferior, al del riesgo a proteger. Son recipientes cerrados en los que el agua es impulsada por una cámara de aire a presión procedente de un compresor. En reposo el aire y el agua ocupan el 50% de la capacidad del depósito cada uno de ellos. Por su reducida capacidad de reserva de agua, solo tiene aplicación en pequeñas instalaciones de rociadores del tipo "Riesgo Ligero".

1.1.3.3 Clases de sistemas de suministro de agua contra incendios

Una sola fuente de abastecimiento en teoría puede parecer suficiente para conseguir una protección satisfactoria, pero con una sola fuente existe el peligro de que ésta pueda encontrarse temporalmente fuera de servicio antes o durante el incendio. También puede suceder que en un momento de emergencia la presión o la capacidad estén por debajo de lo normal. Por lo tanto, es posible que haya la necesidad de disponer de una fuente de aprovisionamiento secundaria en función de dos factores: de la fiabilidad de la fuente principal y de la importancia del riesgo que se desee proteger.

Existen tres clases de sistemas de suministro de agua contra incendios (NFPA 20, 2008):

1. Sencillo.
2. Superior o asistido.
3. Doble.

Como sistema de suministro "**sencillo**" se puede considerar la red de uso público o equipo de bombeo simple alimentado por un depósito o fuente inagotable.

Los sistema de suministro "**superior**" son sistemas de suministro sencillo, pero que alimentan desde el distribuidor principal de impulsión del grupo de bombeo con dos líneas al anillo principal del sistema de agua contra incendios de la edificación, de tal forma que se asegure el caudal y la presión por ambas, lo que significa que en caso de avería de una tubería de suministro, la otra seguiría aportando agua, con lo cual no se pierde la fiabilidad del sistema.

En el caso de sistemas de suministro "**doble**", se pueden acoplar multitud de combinaciones para conseguir un suministro doble.

A cada tipo de instalación de protección contra incendios se le exigirá una clase de sistema de suministro mínimo aceptable. El suministro doble proporciona una fiabilidad mayor. De manera que:

- Las redes de hidrantes exteriores de agua contra incendio serán como mínimo de la clase superior.
- Los sistemas de mangueras y tomas fijas de agua serán como mínimo de la clase sencilla.
- Las clases de suministro del resto de las instalaciones de agua y espuma (agua pulverizada, rociadores, entre otros), se establece en las normativas internacionales específicas correspondientes, pero en cualquier caso estará en dependencia del riesgo protegido.

Cuando un sistema de suministro de agua contra incendios alimenta a dos o más sistemas específicos de protección contra incendios prevalecerá la clase de suministro más exigente.

En sistemas con dos equipos de bombeo, solamente uno podrá ser eléctrico a no ser que existan dos fuentes de energía que cumplan las siguientes condiciones:

- Independencia total (dos suministradores generadores autónomos).
- Conmutación automática.

Para la selección del sistema de suministro de agua se debe considerar diversos factores como:

- Riesgo existente en el objetivo a proteger.
- Sistemas específicos de protección contra incendios a instalar o instalados.
- Valores económicos expuestos.

1.1.4 BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS

1.1.4.1 Definiciones

1.1.4.1.1 Sistema de bocas de incendio equipadas

Sistema de lucha manual contra incendios compuesto por un abastecimiento de agua, una red de tuberías para la alimentación de agua y las bocas de incendio equipadas necesarias.

Mientras haya edificios, habrá incendios, y habrá necesidad de equipos para extinguirlos. En los edificios altos y de gran superficie, tendrán que haber tomas fijas de agua, que ofrecen un medio de transportar el agua para luchar contra el fuego, desde una fuente de abastecimiento fiable hasta determinadas zonas del edificio, aumentando así de manera significativa la eficacia de las operaciones de la lucha manual.

Incluso en los edificios altos y de gran superficie protegidos con sistemas de rociadores automáticos, las tomas fijas de agua desempeñan un papel esencial

en la seguridad del edificio, pues sirven de complemento y respaldo a los rociadores.

1.1.4.1.2 Boca de incendio equipada (BIE)

Armario o alojamiento para ubicar mangueras para la protección contra incendios, las cuales deberán estar adecuadamente devanadas o plegadas, e interconectados todos sus accesorios, los cuales son como mínimo la válvula de sección, las anillas de conexión, el pitón y el manómetro; otros términos aceptados son hidrante interior y gabinete de incendio (NFPA 1963, 2008).

1.1.4.2 Tipos de bocas de incendio equipadas

1.1.4.2.1 Boca de incendio equipada de 25 mm

Su principal característica es que su manguera es semirígida (conserva una sección relativamente circular, tanto si esta sometida o no a presión interior), lo que posibilita su funcionamiento sin proceder previamente a su extensión total, ya que puede circular el agua por su interior hallándose parcialmente recogida sobre su soporte. La Figura 1.11 muestra esta boca de incendio equipada.

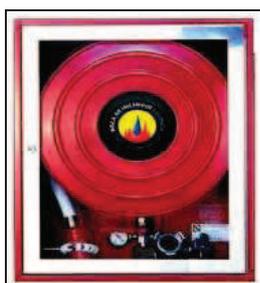


Figura 1.11. Boca de incendio equipada de 25 mm.
(APCI, 2009)

1.1.4.2.2 Boca de incendio equipada de 45 mm

Su principal característica es que su manguera es flexible y plana (adopta forma cilíndrica cuando está sometida a presión interna), lo que hace necesario su total

extensión antes de abrir la válvula de paso de agua. La misma se ilustra en la Figura 1.12.

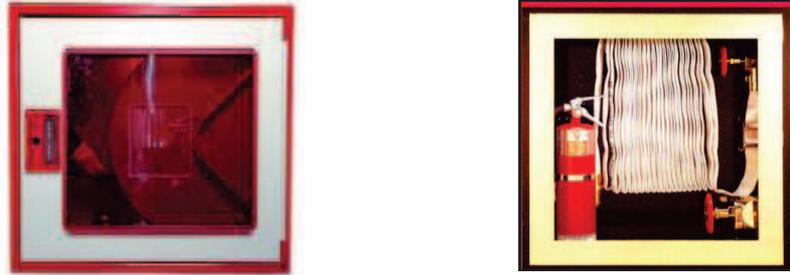


Figura 1.12. Bocas de incendio equipadas de 45 mm.
(APCI, 2009)

El rótulo o símbolo, así como las partes pintadas del armario y devanadera serán de color rojo.

El soporte de la manguera será de devanadera giratoria o plegadera, el que permitirá la extensión de toda la manguera enrollada, como se muestra en Figura 1.13.

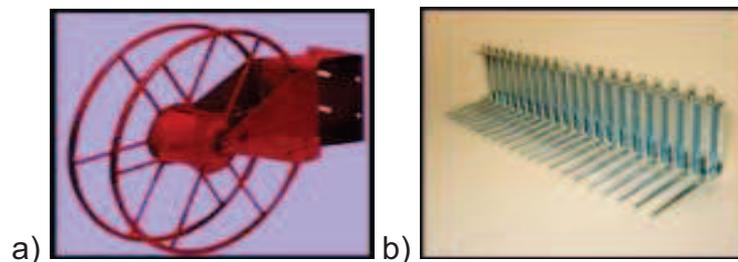


Figura 1.13. Diferentes tipos de soportes de manguera de gabinetes de incendios:
tipo devanadera, b) tipo plegadera.
(APCI, 2009)

El resto de los componentes de los gabinetes de incendio como se ilustra en la Figura 1.14, son los siguientes:

- Válvula.
- Manómetro.
- Anillas o racores.
- Mangueras.

- Lanza o pitón (de chorro compacto o de tres efectos).



Figura 1.14. Componentes de los gabinetes de incendio.
(APCI, 2009)

1.1.4.3 Condiciones

- Presión: entre 3,5 kg/cm² y 6,0 kg/cm²
- Caudal mínimo:
 - 3,3 l/s en tipo 45.
 - 1,6 l/s en tipo 25.
- Abastecimiento: asegurado durante 1 hora a las dos BIEs hidráulicamente mas desfavorables.
- Numero de BIEs: las necesarias para que esté cubierta la totalidad de la superficie.
- Alcance de una BIE: 5 m + longitud de manguera medida en recorrido real.

1.1.4.4 Dotación y criterios particulares de instalación en edificios

La facilidad de manejo de las bocas de incendio equipadas de 25 mm aconseja su uso en la mayor parte de los edificios, salvo en aquéllos en los que pueda producirse un incendio más severo y que habitualmente cuenten con personal

adiestrado, en los que deberá utilizarse la boca de incendio equipada de 45 mm.

Los edificios, los establecimientos y las zonas cuyos usos se indican a continuación deberán estar protegidos por una instalación de bocas de incendio equipadas (MFOM, 2010):

a) Hospitalario

- En todos los casos.
- Diámetro 25 mm.

b) Administrativo y docente

- Cuando sea mayor de 2000 m² la superficie total construida.
- Diámetro 25 mm.

c) Residencial

- Cuando la superficie total construida sea mayor de 1000 m² o cuando estén previstos para alojar más de 50 personas.
- Diámetro 25 mm.

d) Garaje o aparcamiento

- Cuando estén previstos para más de 30 vehículos.
- Diámetro 25 mm.
- La longitud de la manguera deberá alcanzar cualquier origen de evacuación y al menos habrá una BIE en la proximidad de cada salida.

e) Locales o zonas de riesgo alto

- En los locales o zonas de riesgo alto, en los que el riesgo dominante se deba a

la presencia de materias combustibles sólidas.

- Diámetro 45 mm.

f) Comercial

- Cuando sea mayor de 500 m² la superficie total construida.
- En los locales de riesgo especial alto, se instalarán BIE 25 complementadas con una toma de agua para conexión de una manguera, de 45 mm o de 70 mm.

1.1.4.5 Mantenimiento

1.1.4.5.1 A realizar por el personal del titular o empresa autorizada cada tres meses

- Comprobación de la buena accesibilidad y señalización de los equipos.
- Comprobación por inspección de todos los componentes, procediendo a desenrollar la manguera en toda su extensión y accionamiento de la boquilla en varias posiciones.
- Comprobación, por lectura del manómetro, de la presión de servicio.
- Limpieza del conjunto y engrase de cierres y bisagras en las puertas del armario.

1.1.4.5.2 A realizar por empresa autorizada cada año

- Desmontaje de la manguera y ensayo de la misma en un lugar adecuado.
- Comprobación del correcto funcionamiento de la boquilla en sus distintas posiciones y del sistema de cierre.
- Comprobación de la estanquidad de los racores y mangueras y estado de las juntas.
- Comprobación de la indicación del manómetro con otro de referencia (patrón) acoplado en el racor de conexión de la manguera.

1.1.4.5.3 A realizar por empresa autorizada cada cinco años

- La manguera debe someterse a una presión de prueba de 15 kg/cm².

1.1.5 HIDRANTES

1.1.5.1 Definiciones

Un hidrante es una toma de agua no equipada, es decir, es un dispositivo de conexión para mangueras contra incendios, cuyo suministro de agua aporta caudal y presión suficiente, para la lucha contra incendios en todas las fases de desarrollo de un incendio, incluso en la fase más intensa del fuego, hasta su extinción (CSN, 2010).

Los hidrantes son sistemas hidráulicos, normalmente derivados de las redes públicas, para el uso de los servicios públicos de extinción o para utilización por los servicios propios de una industria. Se situarán en el exterior del edificio, preferentemente junto a sus accesos, en número tal que protejan sus fachadas. Están conectados a una red de abastecimiento de agua, destinada a suministrar agua en caso de incendio (NFPA 1963, 2008).

1.1.5.2 Generalidades

El manejo de los hidrantes, el acoplamiento y despliegue de su equipo de mangueras y el manejo correcto de éstas con los caudales necesarios requieren un adiestramiento adecuado. Por ello, los hidrantes son de uso exclusivo de los equipos de segunda intervención o del Cuerpo de Bomberos.

Los hidrantes tienen dos funciones:

- Servir de conexión y abastecimiento a las mangueras necesarias para los cometidos siguientes:

- La lucha contra los incendios que tengan lugar en el propio establecimiento.
- La protección del propio establecimiento frente a incendios que tengan lugar en establecimientos vecinos.
- Abastecer de agua los vehículos auto - bomba del servicio público de extinción.

Estas funciones se materializan en los siguientes cometidos de las mangueras:

- El control del incendio (el confinamiento del mismo en un sector determinado y la limitación de su intensidad).
- La extinción del incendio.
- El enfriamiento de bienes próximos a aquellos donde se está produciendo el incendio.

De acuerdo con el lugar en que se produzca el incendio y aquel desde el que se realice el ataque, pueden darse las siguientes situaciones:

- Control y extinción de incendios en el interior de edificios:
 - Actuación desde el exterior (hidrantes exteriores).
 - Penetrando desde el exterior (hidrantes exteriores).
 - Partiendo desde el interior (hidrantes interiores).
- Control y extinción de incendios en cerramientos y cubiertas combustibles.
- Control y extinción de incendios en actividades, procesos y almacenamientos situados al aire libre.
- Enfriamiento de cerramientos y cubiertas de edificios y de bienes situados al aire libre.

En el contexto de los medios de extinción manual o automáticos, coexistentes en un establecimiento, los hidrantes pueden ser el medio fundamental, un medio complementario o un medio auxiliar. En todo caso, siempre constituyen un apoyo a la intervención del servicio público de extinción.

Los hidrantes privados deben dotarse con el equipo de mangueras necesario para su utilización. Los hidrantes públicos no necesitan equipamiento, pues el servicio de extinción transporta en sus vehículos el material necesario.

1.1.5.3 Clasificación

Las instalaciones de red de hidrantes se clasifican en función de tres factores (NFPA 1963, 2008):

1. Por su dimensión o tamaño.
2. Por su construcción.
3. Por su implantación.

1.1.5.3.1 Por su dimensión o tamaño

La dimensión o tamaño define la capacidad de proyección del caudal de agua. Por este factor se distinguen dos tipos:

- Tipo 80: dispondrá de una salida de diámetro nominal de 70 mm y dos de 45 mm.
- Tipo 100: dispondrá de una salida de diámetro nominal de 100 mm y dos salidas de 70 mm.

1.1.5.3.2 Por su construcción

Pueden ser de columna seca o mojada, según esta columna esté llena o vacía de agua, cuando el hidrante no está en uso.

1.1.5.3.3 Por su implantación

Pueden ser de superficie o de arqueta enterrada.

1.1.5.4 Hidrante de columna seca

Es el más utilizado, constituido por una columna de tubo de hierro que emerge del suelo y en la que están montados uno o varios racores de conexión preparados para la conexión de las mangueras. El cierre del paso del agua se realiza por debajo del nivel del suelo, por lo que combinado con un sistema de drenaje automático, mantiene siempre la columna vacía de agua.

Se localizan al aire libre, en el exterior de los edificios o bien cerca de almacenamientos de mercancías a la intemperie. También se instalan en superficies exteriores con combustibles. Este tipo de hidrante se puede ver en Figura 1.15.



Figura 1.15. Hidrante de columna seca.
(APCI, 2009)

1.1.5.5 Hidrante de columna húmeda

Utilizable solo en el exterior en aquellas zonas o latitudes en las que no exista riesgo de heladas, ya que la columna exterior, al quedar siempre llena de agua, está expuesta a la congelación. La Figura 1.16 muestra este hidrante.



Figura 1.16. Hidrante de columna húmeda.
(APCI, 2009)

1.1.5.6 Hidrante de arqueta

Los hidrantes de arqueta son lo que tienen una boca de salida de una red subterránea, alojada en una arqueta enterrada y cubierta con una tapa a ras del suelo.

Existen dos modelos (APCI, 2009):

- Hidrante con diámetro nominal de 100 mm con una tomaroscada de 100 mm.
- Hidrante con diámetro nominal de 80 mm con 2 tomas de 70 mm.

Este hidrante se ilustra en Figura 1.17.



Figura 1.17. Hidrante de arqueta.
(APCI, 2009)

1.1.5.7 Condiciones

- Caudal mínimo: $H\ 100 = 1.000\ \text{l/min}$
 $H\ 80 = 500\ \text{l/min}$
- Abastecimiento: Caudal asegurado durante 2 horas.
- Número de Hidrantes: Los necesarios teniendo en cuenta que la separación máxima entre hidrantes no sea superior a 200 m y que ningún punto de la fachada diste más de 100 m de un hidrante (NFPA 1963, 2008).

1.1.6 COLUMNA SECA

Instalación destinada para uso exclusivo de bomberos. Se trata de un montante de tubería de acero galvanizada de 80 mm de diámetro (3"), vacía de agua que partiendo de una toma de alimentación en la fachada en la planta baja, asciende o desciende por la caja de la escalera con tomas de agua en los rellanos de los pisos. La Figura 1.18 ilustra la columna seca.

Su utilización en caso de incendio consiste en facilitar el abastecimiento del agua, soportando la presión y caudal que los bomberos introduzcan desde la toma de alimentación en la fachada. En las plantas podrán utilizar sus mangueras para la extinción del incendio, al conectarlas a las tomas de salida en los rellanos de la escalera.

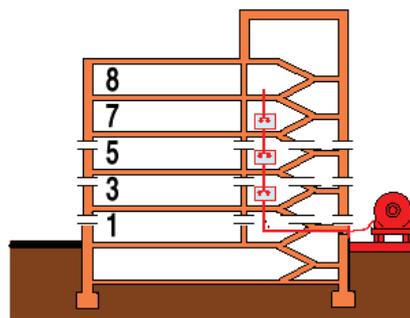


Figura 1.18. Columna seca.
(APCI, 2009)

Las columnas secas, se construyen con tubería de acero galvanizado, en la que se dispone de hidrantes normalizados con bocas siamesas dobles de 45 mm para uso exclusivo de bomberos.

Una vez que la columna está llena de agua, se puede empalmar en ella, desde cada planta, las mangueras para combatir el fuego, después de abrir la válvula de paso correspondiente.

Anteriormente a la aparición de la columna seca se suministraba el agua necesaria a los distintos niveles directamente con mangueras desde la calle,

resultando muy aparatoso y poco práctico cuando ésta estaba llena de agua, debido a su excesivo peso.

Condiciones

- Se instalará en edificios de más de 8 plantas o más de 25 m de altura.
- Las salidas serán dobles (siamesas) y podrán estar situadas en cada piso en los rellanos de la caja de la escalera.
- Es de uso exclusivo de bomberos.
- Como su nombre lo indica estará seca.
- Dispondrá de llaves de purga.

1.1.7 SISTEMAS DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS

1.1.7.1 Clasificación

Los sistemas de detección y alarma de incendios se clasifican en:

- Humanos.
- Automáticos.

1.1.7.1.1 Sistemas humanos de detección y alarma de incendios

a) Ventajas

- Fiable.
- Puede actuar inmediatamente iniciando la extinción.

b) Inconvenientes

- Solo aplicable durante el horario de trabajo.
- Solo aplicable a zonas visitables.
- Requiere adiestramiento.

- La rapidez de detección es baja.

1.1.7.1.2 Sistemas automáticos de detección y alarma de incendios

a) Ventajas

- Rapidez de detección.
- Vigila permanentemente.
- Vigila zonas inaccesibles.
- Pueden conectarse a sistemas de extinción.

b) Inconvenientes

- Pueden presentar fallos.
- Requieren revisión y reglaje.

1.1.7.2 Definiciones

La instalación automática de detección de incendios es aquella que descubre y señala inmediatamente, sin intervención humana, los incendios en su estado inicial y tiene por objetivo el señalar, lo más pronto posible, el inicio de un incendio, evitando desencadenar falsas alarmas, a fin de permitir la puesta en marcha de las medidas adecuadas para la lucha contra el fuego.

1.1.7.3 Generalidades

Los principios de la seguridad contra incendios, se basan en los siguientes puntos:

- Reducir el riesgo de incendio.
- Prevenir la propagación del fuego y del humo.
- Asegurar la evacuación de los ocupantes.
- Facilitar la intervención de los bomberos.

Por ello las tres funciones básicas de un sistema de gestión de la seguridad contra incendios son:

- La prevención.
- La detección.
- La extinción.

Cuanto antes se establezcan y conozcan los objetivos de seguridad contra incendios y se tomen las medidas respectivas, más eficaces y económicos serán los resultados.

Los sistemas de extinción de incendios se distinguen tanto por los medios como por los materiales utilizados, siendo su objetivo el controlar y apagar el incendio en el menor tiempo posible y con el menor riesgo tanto para las personas como para los bienes. Se entiende por detección y alarma de incendio, al hecho de descubrir y avisar donde se esta produciendo un fuego.

La detección de incendios no sólo debe descubrir donde se está iniciando un incendio, sino que, además debe localizarlo con precisión en el espacio, y comunicarlo con fiabilidad lo antes posible a las personas que harán entrar en funcionamiento el plan de emergencia previsto.

Para ello es preciso seguir este orden jerárquico de actuación:

- Descubrir.
- Localizar.
- Comunicar.
- Evacuar.

Lo más importante de la detección es que debe ser lo más rápida y eficaz posible en detectar un conato de incendio con el objetivo de disminuir el tiempo libre de la combustión. Una detección tardía, supondría que el fuego ha alcanzado un gran desarrollo, con la consiguiente dificultad de su control y consecuencias

desfavorables. Así pues el sistema de alarma de incendios garantiza la seguridad de los ocupantes del edificio, sin depender que alguien lo descubra y responda correctamente a la primera señal de humo.

1.1.7.4 Componentes de los sistemas automáticos de detección y alarma de incendios

Los sistemas automáticos de detección y alarma de incendios básicamente están constituidos por (NFPA 72, 2008):

- Central de señalización y control.
- Detector de incendios.
- Dispositivo de alarma de incendio.
- Pulsador de alarma.
- Dispositivo de transmisión de alarmas.
- Central de recepción de alarma de incendios.
- Sistema automático de protección contra incendios.
- Dispositivo de transmisión de avería.
- Central de recepción de aviso de avería.
- Fuente de alimentación.

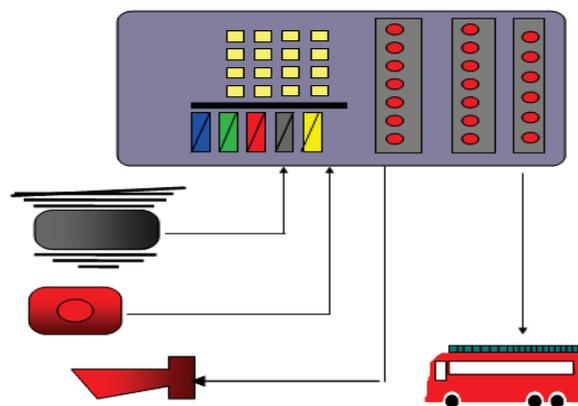


Figura 1.19. Sistema automático de detección y alarma de incendios.
(APCI, 2009)

La Figura 1.19 ilustra un sistema automático de detección y alarma de incendios, y la Figura 1.20 muestra algunos de sus componentes.



Figura 1.20. Componentes del Sistema automático de detección y alarma de incendios.
(APCI, 2009)

1.1.7.4.1 Central de señalización y control

Componente que tiene la misión de recibir, controlar, registrar y transmitir las señales enviadas por los equipos conectados, entre estos los detectores, pulsadores, etc., indicando la alarma de forma óptica y/o acústica y localizando el lugar en que se encuentra el dispositivo activado, para finalmente según la programación, accionar los dispositivos de alarma del tipo de sirenas, altavoces, entre otros. Por esto, el panel de señalización y control se concibe para garantizar la seguridad de los ocupantes y de las instalaciones del edificio, sin depender de que alguien responda correctamente a la primera señal de humo (NFPA 72, 2008).

El panel de señalización y control constituye el cerebro de las operaciones de detección y aviso de forma automática, siguiendo una lógica de funcionamiento pre-definida y almacenada en las memorias del sistema.

La lógica de funcionamiento se define en todo momento en función de las características del riesgo protegido, abarcando desde los conceptos más básicos consistentes en la activación de las sirenas, pasados unos segundos después de la activación de un detector o pulsador, hasta la gestión global del edificio en situación de alarma.

Las características del riesgo, el tamaño de la instalación y el nivel de seguridad deseado, son los parámetros que definen el tipo de tecnología necesario en el panel de señalización y control.

Básicamente existen dos tecnologías en la detección automática de incendios, éstas son:

- Detección Convencional.
- Detección Analógica.

a) Sistema de detección convencional

Este sistema de detección está basado en el tratamiento de las alarmas por zonas. La superficie a proteger se divide en zonas y a cada una de ellas se debe asociar un determinado número de detectores y/o pulsadores.

Al activarse un detector o pulsador de una zona, debe identificarse fácilmente en el panel de señalización y control, en qué zona se encuentra. Por cada una de las zonas, el panel de señalización y control dispondrá de un indicador luminoso para identificar la condición de alarma o de avería.

Las zonas deben delimitarse de tal forma que sea posible localizar con rapidez y seguridad el foco del incendio; por ello las zonas no deben comprender más de una zona o sector de incendio, salvo excepciones justificadas.

Este sistema es adecuado para instalaciones pequeñas en las que los detectores y/o pulsadores estén bien localizados y no muy lejanos de la central de detección de alarma. Es un sistema muy económico tanto desde el punto de vista de la central como desde el punto de vista de los detectores.

b) Sistema de detección analógica

Se denomina sistema de detección analógica cuando la información proporcionada por los detectores (sensores) a la central es una valoración porcentual, es decir, analógica, de las condiciones de humo o temperatura reales del ambiente protegido en función del tiempo, presentada de una forma clara y fácilmente inteligible.

Este sistema posibilita que desde la central de incendios se pueda acceder a cualquier equipo, sensor o módulo y visualizar a través de la pantalla de la central, la concentración de humos o temperatura del ambiente en un determinado momento y lugar.

Son sistemas que proporcionan al operador la siguiente información:

- Identificación individual del detector con la descripción del lugar donde se encuentra ubicado (texto programable) y su estado (normal, alarma, pre-alarma, avería).
- Tipo de detector (iónico, óptico, térmico, llama, entre otros).
- Valor analógico en % de la concentración de humos detectada en el área donde se encuentra ubicado, o temperatura en °C si el detector es térmico.
- Fecha y hora en que se produce cualquier incidencia.
- Avisos automáticos de mantenimiento de detectores por acumulación de suciedad, para evitar falsas alarmas.

Las ventajas desde el punto de vista de eficacia y garantía de detección fiable que aporta un sistema de detección analógico, van más allá de la información que es capaz de proporcionar. Se envía información a imprimir a la máquina impresora y se archiva en las memorias del sistema en un archivo histórico, que se podrá consultar e imprimir en cualquier momento.

1.1.7.4.2 Detector de incendios

Componente que dispone de un sensor encargado de controlar, de forma permanente o a intervalos de tiempo prefijados, los fenómenos físicos y/o químicos asociados a un incendio, a fin de detectarlo en la zona o sector que le ha sido asignado, y que emite las correspondientes señales a la central de señalización y control.

1.1.7.4.3 Dispositivo de alarma de incendio

Componente no incluido en la central, empleado para dar la señal de alarma de incendios. El sistema de aviso de alarma será acústico y formado por sirenas, campanas o altavoces (sistema de evacuación con transmisión de mensajes orales específicos), que permitirán la transmisión de alarmas locales y de alarma general.

1.1.7.4.4 Pulsador de alarma

Elemento usado para enviar, de forma manual, la señal de alarma de incendios a la central de señalización y control.

1.1.7.4.5 Dispositivo de transmisión de alarmas

Componente encargado de la transmisión de la señal de alarma de incendios desde la central de señalización y control a una central de recepción de alarma de incendios.

1.1.7.4.6 Central de recepción de alarma de incendios

Central desde la cual pueden emprenderse, en todo momento, acciones de protección y lucha contra incendios.

1.1.7.4.7 Sistema automático de protección contra incendios

Equipo automático de control o de lucha contra incendios. Como ejemplo se menciona la instalación de extinción automática.

1.1.7.4.8 Dispositivo de transmisión de avería

Componente intermedio que transmite una señal de aviso de avería del equipo de control y señalización.

1.1.7.4.9 Central de recepción de aviso de avería

Puesto de vigilancia desde el cual se pueden tomar las medidas correctoras adecuadas.

1.1.7.4.10 Fuente de alimentación

Componente de la instalación encargado de suministrar energía eléctrica a la central de control y señalización y los componentes que dependen de ella. Dicha fuente puede incluir, a su vez, varias fuentes de alimentación.

1.1.7.5 Tipos de detectores de incendios

Los detectores deberán ser los más adecuados a la clase de fuego previsible. Se colocarán en el interior de todos los locales de riesgo y en las zonas de circulación.

Los detectores serán preferentemente de humos, excepto en aquellas áreas en las que éste tipo de detector no sea adecuado por las condiciones ambientales del área a proteger, o las características propias del previsible fuego, en cuyo caso se colocarán otro tipo de detectores, como los detectores de temperatura o de llamas.

Los detectores de incendio en función del fenómeno detectado, se clasifican en (NFPA 72, 2008):

- Detectores de humos.
- Detectores de temperatura o térmicos.
- Detectores de llamas.

Dentro de cada uno de estos, existen varios tipos como se ve en la Figura 1.21.

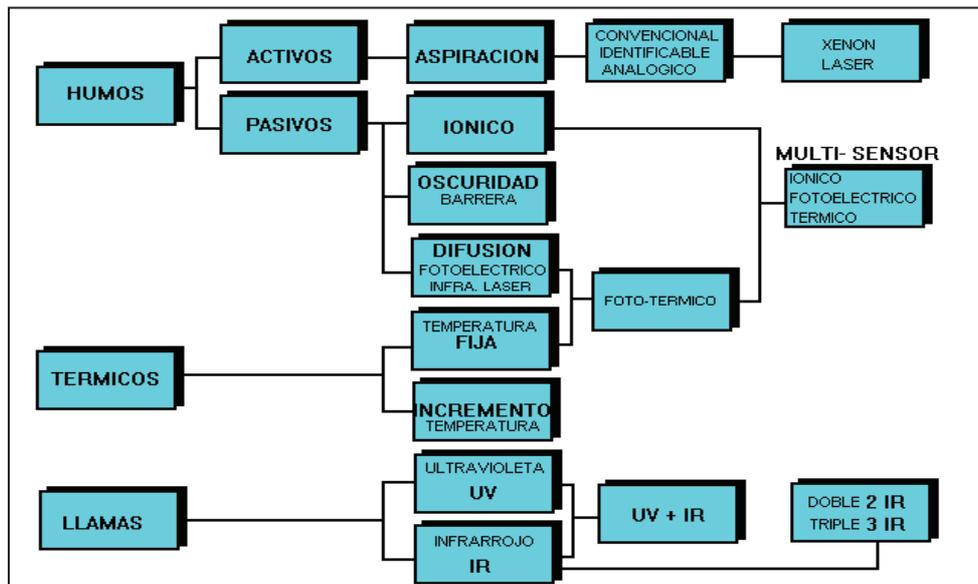


Figura 1.21. Clasificación de los diferentes tipos de detectores por su función. (APCI, 2009)

1.1.7.5.1 Detectores de humos

Detector sensible a las partículas derivadas de la combustión y/o pirólisis suspendidas en la atmósfera (aerosoles). Entre ellos se encuentran los iónicos, que detectan la presencia de gases de combustión o humos capaces de afectar a las corrientes de ionización en su interior, y los ópticos o fotoeléctricos, que detectan por oscurecimiento o por difracción la presencia de humos en el ambiente.

Los fuegos con llamas producen un número elevado de partículas de tamaño pequeño (gases), propias de la combustión completa.

Por el contrario, los fuegos incipientes o sin llama tienen una energía de combustión y temperatura bajas, y consecuentemente liberan un número inferior de partículas pero de mayor tamaño.

Tanto el detector iónico como el fotoeléctrico pueden detectar los dos tipos de incendios, pero el tiempo de sus repuestas variará en función de las características del fuego.

Los detectores por ionización son idóneos para la detección de incendios de llama rápida, que se caracterizan por desprender partículas de tamaño entre 0,01 micras y 0,3 micras.

En tanto que los detectores de humo fotoeléctricos son más apropiados para detectar incendios lentos sin llama con partículas de tamaño aproximadamente entre 0,3 micras y 10,0 micras.

1.1.7.5.2 Detectores de temperatura

Son dispositivos destinados a captar el incremento de temperatura que se produce en el ambiente como consecuencia del calor liberado en una combustión. Dentro de estos se distinguen los termostáticos y termovelocimétricos.

Detectores termostáticos son aquellos que emiten la señal de alarma cuando la temperatura alcanza un valor predeterminado, por lo que también se llaman de temperatura fija.

Detectores termovelocimétricos son aquellos que controlan el aumento de la temperatura por unidad de tiempo ($^{\circ}\text{C}/\text{minuto}$). Se basan en la medición de la velocidad de aumento de la temperatura cuando se produce el fuego.

1.1.7.5.3 Detectores de llamas

Un factor importante a tener en cuenta en el análisis de la detección de incendios es la energía que irradia el fuego. Del 30 % al 40 % de esta energía se dispersa en forma de radiación electromagnética con varios rangos espectrales, tales como Ultravioletas (UV), Visibles e Infrarrojos (IR).

Los detectores de llama están diseñados para detectar las radiaciones provenientes del fuego, en la longitud de onda seleccionada. A tal efecto se utilizan detectores de diferentes bandas de espectro o combinación de éstas.

Existen diversos tipos de sensores de llama:

- Detector UV.
- Detector IR.
- Detector UV + IR.
- Detector IR + IR.
- Detector IR + IR + IR.

Los detectores de llama responden a un fuego con llama abierta con más rapidez que los detectores de calor o de humo, pero debido a su incapacidad para detectar fuegos de combustión lenta, los detectores de llama no se utilizan normalmente en instalaciones de uso general.

El campo de la protección de detectores de llama los hace especialmente adecuados para la vigilancia de áreas abiertas, grandes almacenes, madererías o para la vigilancia en áreas donde se puede extender el fuego de llama abierta con gran rapidez, por ejemplo, en bombas, válvulas, redes de tuberías que transporten líquidos o gases inflamables, al igual que en áreas con materiales combustibles.

La Figura 1.22 grafica la ubicación de los detectores en función de las fases del desarrollo de un incendio (APCI, 2009).

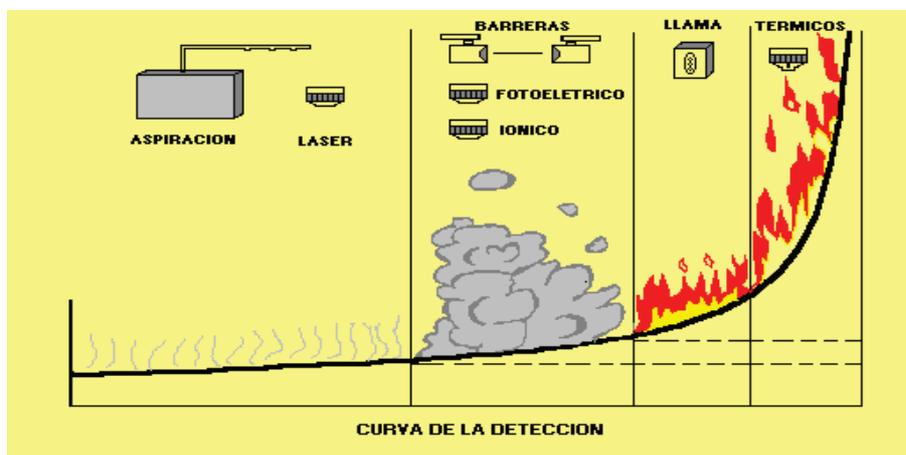


Figura 1.22. Ubicación de detectores en función de las fases del desarrollo de un incendio. (APCI, 2009)

1.1.7.6 Mantenimiento del Sistema automático de detección y alarma de incendios

1.1.7.6.1 A realizar por el personal del titular cada tres meses

- Comprobación del funcionamiento de la instalación (con cada fuente de suministro).
- Sustitución de pilotos, fusibles, etc., defectuosos.
- Mantenimiento de acumuladores (limpieza, reposición de agua destilada, etc.).

1.1.7.6.2 A realizar por el instalador del sistema cada año

- Verificación integral de la instalación.
- Limpieza del equipo de centrales y accesorios.
- Verificación de uniones roscadas o soldadas.
- Limpieza y reglaje de relés.
- Regulación de tensiones e intensidades.
- Verificación de los equipos de transmisión de alarma.
- Prueba final de la instalación con cada fuente de suministro eléctrico.

1.1.8 SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA EL RAYO

El impacto de un rayo sobre una edificación o estructura puede acarrearle graves consecuencias, si ésta no se encuentra protegida por un adecuado sistema de protección contra el rayo o si el sistema que esté instalado se encuentra técnicamente defectuoso. Con el impacto del rayo sobre un punto se produce el paso de toda la corriente que éste ha generado a través de la estructura, edificio o parte de éste. Las pérdidas provocadas por este fenómeno son, por consecuencia, los daños que se ocasionan a las personas y a los bienes.

A las personas puede causarles la muerte por electrocución en unos casos y, en otros, severas quemaduras o diversos daños colaterales, como pueden ser

sordera, trastornos en el sistema psíquico, problemas de locomoción, pérdida de equilibrio, etc.

A los bienes materiales puede provocarles la destrucción del inmueble o daños en las cubiertas, paredes, otros elementos estructurales, la destrucción o daños a los equipos eléctricos en general y electrónicos en particular, incendios de materiales combustibles, y explosiones a consecuencia de la combustión de sustancias inflamables.

Para una valoración más integral de la importancia de una completa y adecuada protección contra el rayo, no solo se debe considerar el costo de los materiales y equipos dañados, sino también la información perdida, los servicios dejados de brindar así como los períodos de tiempo de inactividad.

La sociedad actual es cada día más dependiente de la red de energía eléctrica y de información, de los equipos de cómputo y en general de los equipos eléctricos y electrónicos, por lo que la protección contra los efectos de los rayos es hoy una tarea de primera necesidad.

Un sistema de protección contra el rayo permite proteger un espacio determinado o un objetivo contra los efectos del rayo, y está constituido tanto de un sistema externo como de un sistema interno.

1.1.8.1 Protección externa

El Sistema externo de protección contra el rayo es el conjunto de elementos situados en o sobre el objeto a proteger y que sirve para interceptar la descarga eléctrica atmosférica y derivar la corriente asociada hacia la red de tierra. Comprende (IEC, 2008):

- 1°) Un sistema de dispositivos captadores.
- 2°) Un sistema de bajantes.
- 3°) Un sistema de tomas de tierra.

La Figura 1.23 ilustra un sistema externo de protección contra el rayo.

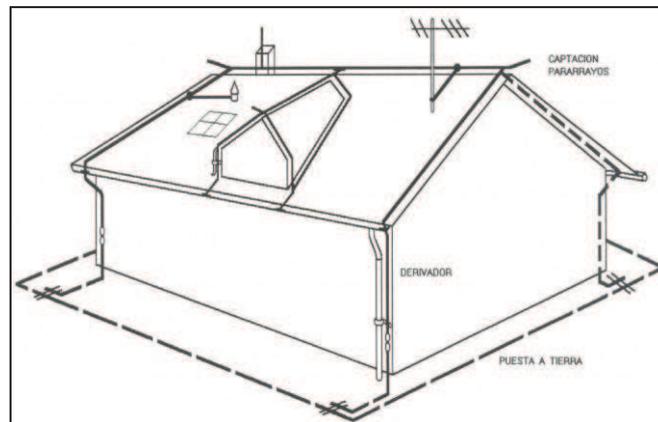


Figura 1.23. Sistema externo de protección contra el rayo.
(APCI, 2009)

1°) *El dispositivo de captura* agrupa a todos los elementos o partes metálicas sobre los que el rayo debe o puede impactar. Estos pueden estar emplazados por encima o al lado de la edificación que debe ser protegida y sirven como blanco para el impacto de la descarga.

2°) *Los dispositivos de derivación* son los cables que se conectan desde el dispositivo de intercepción hasta la red de tomas a tierra. El derivador de la descarga o bajante, por tanto, es la parte que se encarga de conducir a tierra la corriente del rayo.

3°) *Las tomas a tierra* son las formadas por un electrodo o por un conjunto de electrodos u otros elementos metálicos enterrados (tuberías, estructura de la instalación, entre otros), que tienen como función disipar al terreno las corrientes asociadas a rayos.

1.1.8.2 Protección interna

El Sistema interno de protección contra el rayo comprende todos los dispositivos complementarios que reducen los efectos magnéticos y eléctricos de la corriente de la descarga atmosférica dentro del espacio a proteger.

De acuerdo a las características del interior de las estructuras, se necesita la protección contra los efectos secundarios del rayo, que pueden ser la elevación del potencial de tierra, inducciones de corriente que pueden afectar las redes de datos, inducciones en los circuitos eléctricos y telefónicos, etc.

Los daños esperados por estos efectos son imprevisibles y se tornan mayores en los casos en que los equipos sensibles forman parte de alguna red (IEC, 2008).

Para contrarrestar los efectos secundarios que produce la corriente del rayo a su paso por los componentes del sistema instalado, es necesario implementar un sistema de medidas de protección contra su impulso electromagnético; como: puesta a tierra, dispositivos descargadores de sobretensión coordinados, entre otros.

El objetivo de una protección escalonada con dispositivos descargadores de sobretensión coordinados es conseguir que la sobretensión, al llegar al equipo, quede lo suficientemente atenuada como para que no produzca ningún deterioro en el mismo (IEC, 2008).

No existen, por sí solos, dispositivos descargadores de sobretensión que tengan la capacidad de proteger toda una edificación, porque todas las acometidas no entran por el mismo punto y además los que pueden manipular sobretensiones de muy alta corriente no tienen una tensión residual tan baja como la que requieren los equipos sensibles. Por ello, es necesario que la protección se realice de forma escalonada, o sea, en varias etapas.

1.1.8.4.1 Primera etapa de protección

El primer dispositivo descargador de sobretensión tiene que ser capaz de derivar la mayor parte de la energía de la sobretensión y poseer una tensión residual soportable por los dispositivos descargadores de sobretensión conectados “aguas abajo”. Debe conectarse en la entrada de la edificación.

1.1.8.4.2 Segunda etapa de protección

Tiene que derivar la parte restante de la energía de las sobretensiones que resulte de la acción del primer dispositivo descargador de la sobretensión y reducirla a niveles tolerables. Debe instalarse en los paneles de alimentación de los locales donde existan equipos sensibles.

1.1.8.4.3 Tercera etapa de protección

Debe tener en cuenta las exigencias de los equipos a proteger. El dispositivo descargador de sobretensión se ubica próximo a éstos.

1.1.9 SISTEMAS DE PROTECCIONES PASIVAS CONTRA INCENDIOS

La protección pasiva incluye todos aquellos aspectos de la protección que van incorporados en el diseño del edificio y en los materiales y elementos constructivos que se han empleado o aplicado en su construcción.

El objetivo de su desarrollo y aplicación es el de reducir la “carga combustible” y el riesgo de propagación que conlleva la utilización de materiales y de diseños inadecuados.

Al ir incorporados en el edificio y, por tanto, forman parte de sus características constructivas, proporcionan un elevado nivel de seguridad. Un edificio o establecimiento construido con materiales adecuados, con una distribución que evite la propagación de humos y gases de combustión, que proporcione unas condiciones de salida que garanticen la seguridad de las personas y que tenga una estructura a prueba de fuego, es un edificio seguro en sí mismo, en su diseño.

Los elementos constructivos en su comportamiento ante el fuego deben mantener las siguientes condiciones:

1. Estabilidad al fuego o capacidad portante.
2. Ausencia de emisión de gases inflamables por la cara no expuesta al fuego.
3. Estanqueidad al paso de las llamas o gases calientes.
4. Resistencia térmica suficiente en la cara no expuesta al fuego.

La condición 1 de estabilidad al fuego solamente se les exige a los elementos portantes de una estructura y se define como estabilidad al fuego (EF-minutos) ante la acción térmica a que se ve sometida.

Cuando a un elemento se le exige la cualidad parallamas (PF-minutos) necesariamente deberá cumplir con las condiciones 1, 2 y 3.

A los elementos resistentes al fuego (RF-minutos) se les exige el cumplimiento de las condiciones 1, 2, 3 y 4.

La función específica de los sistemas de protecciones pasivas, no es la lucha contra el incendio de forma activa y directa, como lo hace el grupo de sistemas de protecciones activas cuya función específica es la extinción del incendio, sino el control de forma pasiva preventiva. Una buena e inteligente combinación de ambos sistemas es lo más óptimo para proteger un edificio (MFOM, 2010).

Durante un incendio se produce una carga térmica que afecta al elemento constructivo y le impide cumplir con lo característico de su diseño y funcionalidad, esto es, soporte, estructura, compartimentación, etc.

La finalidad de la protección pasiva es articular los medios materiales, su conveniente y correcto empleo, así como su aplicación, para lograr los siguientes objetivos:

- Prevenir la iniciación del fuego.
- Impedir o retrasar la propagación del incendio.
- Facilitar tanto la extinción del incendio como la evacuación.

Es por eso que las dos bases sobre las que se sostienen los preceptos de la Protección Pasiva Contra Incendios, son la compartimentación y la protección estructural, para permitir en caso de incendio, la evacuación de las personas y la protección de los bienes (MFOM, 2010).

Con este propósito los materiales y sistemas de protecciones pasivas:

- Proporcionan acabados y elementos que no provocan el incendio o que no propician su propagación.
- Mantienen la estructura del edificio estable en condiciones de incendio, y por consiguiente evitan su colapso.
- Compartimentan en sectores de incendio para limitar la propagación del fuego, o potencian la compartimentación existente.
- Eliminan los humos que el incendio pueda provocar.
- Disminuyen o evitan el riesgo que presentan las instalaciones del edificio.

Se conocen los siguientes tipos de sistemas de protecciones pasivas:

- Protección estructural:
 - Aplicación de morteros.
- Compartimentación:
 - Paneles y recubrimientos.
- Sistemas de Sellado:
 - Paneles y recubrimientos.
 - Almohadillas intumescentes.
 - Masillas cortafuego.
 - Collarines intumescentes.
 - Rejillas intumescentes.
- Barreras cortafuego:
 - Recubrimientos de cables.
 - Puertas cortafuego.

La Figura 1.24 ilustra las diferentes formas de aplicación de morteros y la Figura 1.25 las distintas soluciones de sistemas de sellado.

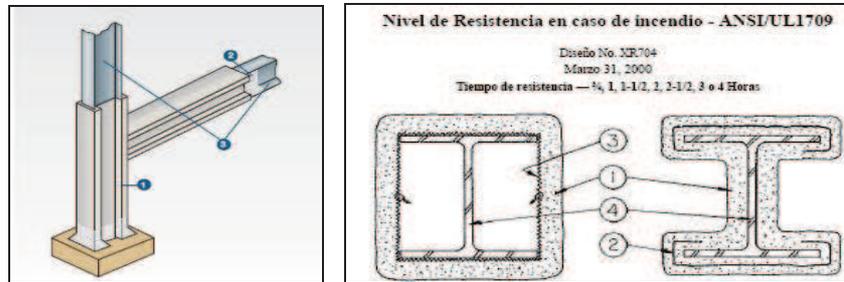


Figura 1.24. Diferentes formas de aplicación de morteros.
(APCI, 2009)

Con las modernizaciones, remodelaciones y cambios de uso, se advierten en muchas ocasiones continuos pases de cables entre zonas donde es preciso considerar la compartimentación. Deben protegerse, preferentemente:

- Huecos.
- Pasantes: huecos al vacío cuya dimensión mayor no supera los 220 mm.
- Ranuras.
- Juntas: espacios entre placas o tabiques constructivos.

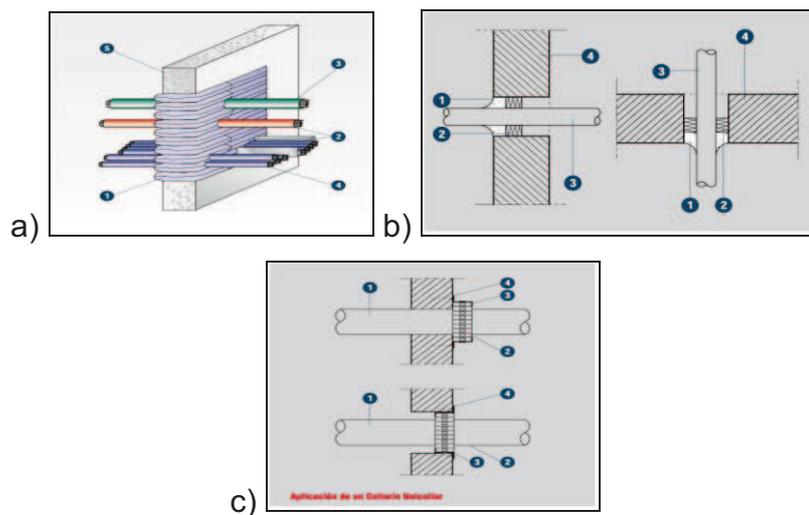


Figura 1.25. Distintas soluciones de sistemas de sellado:
a) almohadillas intumescentes, b) masillas corta fuego, c) collarines intumescentes.
(APCI, 2009)

1.1.10 SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS

Es imprescindible para la seguridad de las instalaciones la búsqueda continua de un nivel de excelencia. Los responsables de la seguridad deben buscar permanentemente los medios para reducir todos los riesgos al nivel más bajo que sea factible, y en cuanto a los riesgos de incendio buscar mecanismos que impidan su surgimiento y en caso de producirse evitar su propagación.

La gestión de la prevención de riesgos, se considera como la estrategia más adecuada para reducir o minimizar los riesgos. Se denomina Gestión del riesgo al proceso conjunto de Evaluación y Control del riesgo. Con los resultados de la evaluación se traza la estrategia para el control del riesgo (INSHT, 2008). La Figura 1.26 muestra un esquema de la gestión del riesgo.

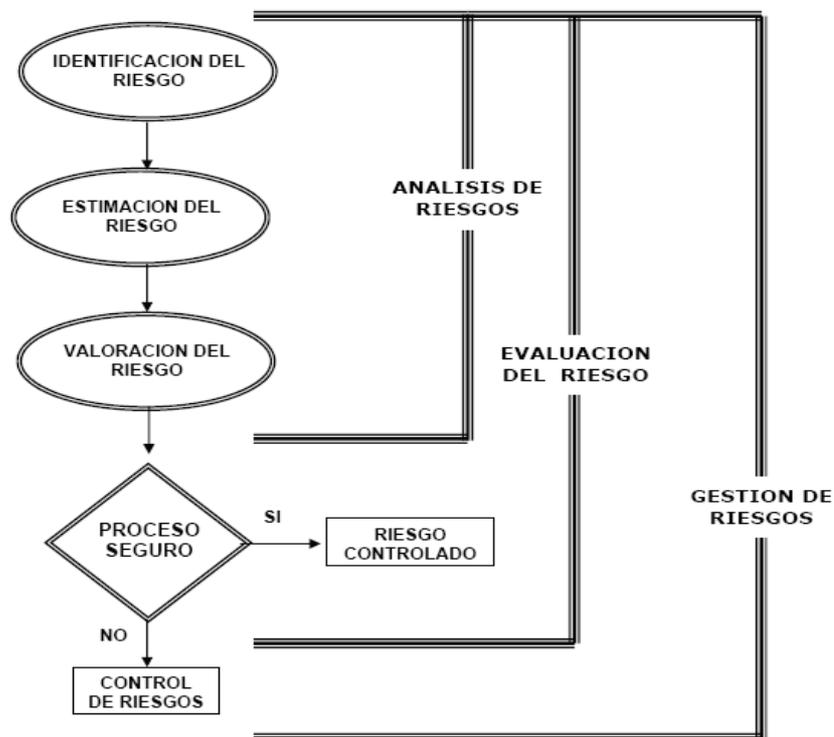


Figura 1.26. Esquema de la gestión del riesgo.
(Lugo, 2005)

Se pueden tomar en consideración para una correcta gestión de riesgos, algunos factores básicos como (Lugo, 2005):

- Estudio del entorno del emplazamiento y los riesgos que el mismo conlleva para tener en cuenta el tratamiento adecuado de posibles siniestros que procedentes del exterior, afecten a la empresa.
- Estudio detallado de la actividad de la empresa y los riesgos que la misma conlleva.
- Atención a las “pequeñas causas” (sucesos iniciadores) que originan con frecuencia grandes siniestros.
- Implantación de medidas específicas adecuadas de protección.
- Tratamiento correcto de la construcción y su influencia en la comunidad externa, colindancia y proximidades.
- Garantías de calidad y eficacia de las instalaciones con objeto de evitar situaciones peligrosas.
- Implantación de políticas de mantenimiento que permitan disponer en todo momento de los medios adecuados en su correcto estado.
- Realización de prácticas e información para la divulgación de la política preventiva a todo el personal.
- Definición de responsabilidades en la empresa, en materia de prevención y seguridad, tendiente a planificar correctamente las medidas de emergencia y actuación en caso de un siniestro.

Un sistema de gestión preventiva es parte del sistema general de gestión de una empresa empleada para desarrollar e implementar su política de prevención y gestionar los riesgos; describe la estructura organizativa, la planificación de actividades, responsabilidades funcionales, prácticas, procedimientos, y recursos para llevar a cabo dicha política preventiva.

Un sistema de gestión preventiva es una herramienta que sirve para tener agrupado técnicamente todo sobre la prevención relacionada con la seguridad y salud en el trabajo, de manera que se sepa como conducirse, que medidas de prevención existen, como se hace el control, etc.

La política de prevención es el punto de partida, un manifiesto formal que rige las decisiones y que representa el compromiso de la empresa asumido por la alta

dirección para cumplir con lo que es su responsabilidad o lo que le manda la ley, estableciendo los lineamientos a seguir para conseguir los objetivos de prevención. Es la declaración de cómo alcanzarlos.

Existen varios modelos de sistemas de gestión, se destacan el modelo de la OIT, las normas Ohsas 18001:2007, el modelo "Ecuador", entre otros. De estos uno de los más completos es el modelo "Ecuador", el mismo que con excelentes resultados se ha implementado en Petroecuador.

La evaluación de riesgos es lo más importante, lo medular, lo más técnico, lo que acarrea más dificultad, el pilar fundamental de un sistema de gestión preventivo de incendios; es una herramienta básica con el fin de tomar decisiones en materia de prevención, permite determinar con alta fiabilidad y rigurosidad las incidencias que tienen los factores de riesgo que se investigan de un incendio.

Es el principal recurso al que debe acudir la empresa para tomar las medidas de prevención contra los riesgos, consecuentemente es fundamental a la hora de adoptar las medidas de prevención y protección requeridas, ya que éstas deben ser diseñadas en función de los riesgos específicos evaluados. Sin lugar a dudas, de la evaluación depende el éxito de la gestión preventiva.

El diseño de un sistema de gestión de los riesgos para las instalaciones debe contener varios aspectos de suma importancia, que de no cumplirse llevarían al fracaso de la gestión. La estructura macro de un sistema de gestión preventivo se expone a continuación (Lugo, 2005):

1. Establecimiento de la política de prevención de riesgos.
 - 1.1. Compromiso de la alta dirección.

2. Planificación de la prevención.
 - 2.1. Evaluación de la situación actual.
 - 2.2. Definición de objetivos.
 - 2.3. Asignación de recursos.

- 2.4. Asignación de responsabilidades y funciones.
- 3. Organización de la seguridad.
 - 3.1. Estructura organizativa adoptada para la atención de la seguridad.
- 4. Programación de la prevención.
 - 4.1. Elaboración o revisión de las normas y procedimientos.
 - 4.2. Actuaciones y procedimientos para la:
 - 4.2.1. Comunicación, investigación y registro de accidentes.
 - 4.2.2. Identificación, evaluación y gestión de la prevención de riesgos.
 - 4.2.3. Selección del personal para puestos de trabajo.
 - 4.2.4. Capacitación.
 - 4.2.5. Comunicación de los riesgos.
 - 4.2.6. Inspecciones de seguridad.
 - 4.2.7. Actuaciones en caso de emergencia.
- 5. Seguimiento y control.

1.2 EVALUACIÓN DE RIESGOS

La Evaluación de Riesgos es un proceso general que consiste en estimar la magnitud de los riesgos y decidir si son tolerables o no. Es decir es el proceso mediante el cual se obtiene la información necesaria para que la empresa esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la oportunidad de adoptar acciones preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de acciones que deben adoptarse.

La evaluación de riesgos persigue optimizar los recursos disponibles en función de las medidas a tomar en cuenta para reducir a niveles tolerables el nivel de riesgos de una instalación. Ello, a su vez, parte de haber, previamente realizado una identificación, estimación y valoración de los riesgos o deficiencias de la instalación, imprescindible para conocer la necesidad de implementar medidas

técnicas y humanas en materia de prevención de riesgos que asegure su protección.

Precisamente es por esto que el resultado final de toda evaluación de riesgos debe aportar un criterio concreto del estado de los procesos y de la instalación que se esté analizando. Con este fin, los métodos de evaluación de riesgos se utilizan para cuantificar el nivel de los riesgos, así como en algunos casos para evaluar la seguridad de los procesos y de la instalación.

En este trabajo para la evaluación del riesgo de incendio se utiliza el método Gretener, el mismo que ofrece un cálculo cuantitativo del riesgo de incendio global bastante completo, con un valor que dictaminará si el riesgo en la instalación es aceptable o si por el contrario hay que volver a hacer los cálculos con medidas de protección que se adecuen a reducir el riesgo; permite considerar los factores de peligro esenciales, al igual que las extensas medidas de protección para evitarlos. La demostración del nivel de seguridad contra incendios de la instalación, se hace por comparación del riesgo de incendio efectivo con el riesgo de incendio aceptado. La seguridad contra el incendio es suficiente, siempre y cuando el riesgo efectivo no sea superior al riesgo aceptado (Gretener, 1998).

La relación entre el riesgo de incendio efectivo con el riesgo de incendio aceptado, se conoce como *coeficiente de seguridad contra incendios* de la instalación:

$$\gamma = R_u / R \quad [1.1]$$

Donde:

γ = coeficiente de seguridad contra incendios.

R_u = riesgo de incendio aceptado.

R = riesgo de incendio efectivo.

Si el riesgo de incendio aceptado es menor que el riesgo de incendio efectivo, y por tanto $\gamma < 1$, el edificio o el compartimento cortafuego está insuficientemente protegido contra el incendio; entonces resulta necesario formular nuevos conceptos de protección, mejor adaptados a la carga de incendio.

Caso contrario, si el riesgo de incendio aceptado es mayor que el riesgo de incendio efectivo, y por tanto $\gamma > 1$, el edificio o el compartimento cortafuego está suficientemente protegido contra el incendio (Gretener, 1998).

El resultado final de la evaluación con el método escogido para el desarrollo de esta tesis, determina si la seguridad contra incendios de la Instalación es “suficiente” o “insuficiente”.

1.3 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Para poder definir la identificación de riesgos y además establecer su relevancia, se debe partir de lo que es el análisis de riesgos. Este consiste, en la utilización sistemática de la información disponible para identificar los peligros y estimar el riesgo, comprende tres etapas fundamentales:

- Identificación del riesgo.
- Estimación del riesgo.
- Valoración del riesgo.

La primera etapa del análisis de riesgos, es la identificación, la misma que se define como el proceso mediante el cual se reconoce que existe un peligro y se definen sus características. Por consiguiente, es el principio de todo procedimiento de control de riesgos, es el paso más importante del análisis, puesto que cualquier riesgo, cuya identificación sea omitida no puede ser objeto de estudio.

Los riesgos en ocasiones son evidentes, y no necesitan procedimientos especiales para ponerlos de manifiesto, en otros casos no lo son, y se requiere de un análisis de más profundidad para desentrañarlos. Existen algunas técnicas, entre las cuales la más utilizada y reconocida, es la Investigación Sistemática de los riesgos de incendio

Los métodos de identificación de riesgos se clasifican en: métodos comparativos, índices de riesgo y métodos generalizados (Lugo, 2005).

Los métodos comparativos se basan en la experiencia previa acumulada en un campo determinado, bien como registro de accidentes previos o compilados, en forma de códigos o listas de comprobación. Los índices de riesgo, aunque no suelen identificar peligros concretos, son útiles para señalar las áreas de mayor concentración de riesgo, que requieren un análisis más profundo o medidas suplementarias de seguridad. Finalmente, los métodos generalizados se basan en estudios de las instalaciones mucho más estructurados desde el punto de vista lógico-deductivo que los métodos comparativos. Siguen un procedimiento lógico de deducción de fallos, errores, desviaciones en instalaciones que trae como consecuencia la obtención de determinadas soluciones para este tipo de eventos. Proporcionan esquemas de razonamiento aplicables en principio a cualquier situación, lo que los convierte en herramientas de análisis, versátiles y de gran utilidad.

En esta Tesis para la identificación de riesgos se utilizó el método generalizado “What if...?” o “¿Qué pasaría si...?” y el método de la “Investigación Sistemática de los Riesgos de Incendios”.

1.3.1 ANALISIS WHAT IF...? (¿QUÉ PASARÍA SI...?)

El método “What if...?” es una práctica de eficacia comprobada en el universo de la prevención de incendios, es muy conveniente para la identificación de riesgos de incendios en edificaciones, y de uso frecuente en diversas instalaciones.

Se basa en el planteamiento de posibles desviaciones, múltiples ideas; los riesgos se identifican al responder la pregunta: “¿Qué pasaría si...?”. Su objetivo es considerar las consecuencias negativas de posibles sucesos inesperados. Las preguntas se realizan sobre áreas concretas (por ejemplo, seguridad eléctrica, protección contra incendios, efectividad de los dispositivos de prevención y control de incendios, instrumentación de un equipo determinado, procedimientos de operación, almacenamiento, manejo de materiales, etc.), por lo general de la aplicación de la pregunta anterior se obtienen sugerencias de sucesos iniciadores y fallos posibles, a partir de los cuales puede producirse una desviación peligrosa. Se debe examinar cuidadosamente toda la instalación para identificar posibles riesgos del personal o de la propiedad, poniendo énfasis en factores detectables a través de la observación visual. El resultado es un listado de probables escenarios, sus consecuencias y las posibles soluciones para la reducción o eliminación del riesgo (Nolan, 2002).

Para la documentación del método se utiliza la siguiente tabla:

Tabla 1.2. Tabla típica del método “What if...?”.

¿Qué pasaría si?	Causa	Consecuencia	Medidas de Seguridad	Recomendaciones

(Nolan, 2002)

1.3.2 INVESTIGACIÓN SISTEMÁTICA DE LOS RIESGOS DE INCENDIO

La “Investigación Sistemática de los Riesgos de Incendio” es un método que se utiliza para identificar factores de riesgo de incendio específicos, analiza sistemáticamente los factores de riesgo de incendio de una instalación a través de un orden lógico, es muy útil para realizar inspecciones técnicas o comprobaciones con mayor eficacia, y para identificar con seguridad todos los factores de riesgo (Lugo, 2005).

Cuando se utiliza es necesario tener bien definidas las condiciones existentes en el objeto de estudio y obtener toda la información posible al respecto. Para identificar los factores de riesgo se elabora una lista de todos los factores de riesgo existentes por cada área, planta y local de la entidad.

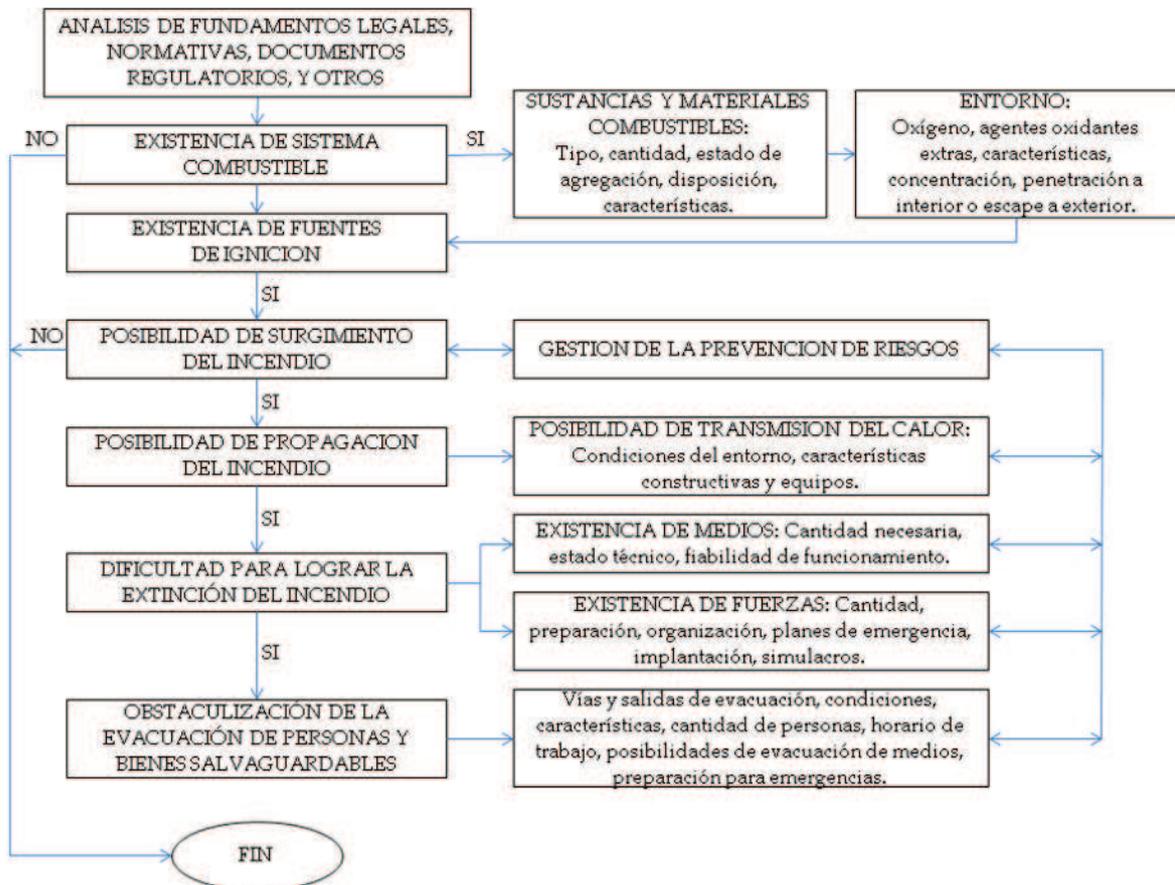


Figura 1.27. Organigrama de la investigación sistemática de los riesgos de incendios. (Lugo, 2005)

El método se basa en el análisis de cuatro factores de riesgo de incendio esenciales (Lugo, 2005):

- Factores de riesgo que propician el surgimiento del incendio.
- Factores de riesgo que posibilitan la propagación del incendio.
- Factores de riesgo que dificultan la extinción del incendio.
- Factores de riesgo que obstaculizan la evacuación de personas o bienes materiales salvaguardables (alguna literatura incluye a los animales afectivos).

En la Figura 1.27 se presenta el Organigrama de la investigación sistemática de los riesgos de incendios. La importancia de este método radica en que cada uno de los cuatro factores de riesgo mencionados se investiga por separado, pero se debe tomar en cuenta la secuencia lógica e interrelación entre ellos; por lo tanto se pueden deducir o descartar factores de riesgos consecutivos, de acuerdo con la presencia o no de factores de riesgos antecedentes.

1.4 ESTIMACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS

La estimación y valoración del riesgo es la parte de análisis del riesgo que conduce a determinar si se ha alcanzado el riesgo tolerable. En este trabajo para la estimación y valoración de riesgos se utiliza el “Método Gretener”, y la misma se realiza sobre la base de los diferentes tipos de conceptos de la instalación, tales como su peligro potencial; las medidas normales, las medidas especiales, y las medidas en construcción necesarias para cubrir el riesgo, la determinación del riesgo de incendio efectivo y la situación de peligro para las personas.

MÉTODO GRETENER

Max Gretener, director de la Asociación Suiza de Protección Contra Incendios, en 1960, emprendió un estudio sobre las posibilidades de evaluar matemáticamente el riesgo de incendio de las construcciones industriales y los edificios. El método fue publicado en 1965; en 1984, la Sociedad Suiza de Ingenieros y Arquitectos publicó el documento SIA-81: “Método de evaluación del riesgo de incendio”, posteriormente hubo algunas ediciones, para este estudio se utiliza la última versión llevada a cabo en 1998.

El documento que presenta carácter normativo en Suiza y que ha sido adoptado por muchos países, tiene por base los trabajos de Gretener, revisados por un grupo de especialistas de las compañías de seguro privadas y estatales, así como de la propia Sociedad Suiza de Ingenieros y Arquitectos.

Este método es un clásico, a partir de él se derivan los demás métodos de evaluación del riesgo de incendio, se creó para edificios y es por eso que está más enfocado a las edificaciones, es el más conocido y utilizado, muy completo, de alta fiabilidad, exacto, riguroso y metódico, y está internacionalmente admitido como muy solvente.

El método posibilita la evaluación cuantitativa del riesgo de incendio, así como la de la seguridad contra incendios de la instalación; supone un estricto cumplimiento de determinadas reglas generales de seguridad, y sobre todo, de las medidas de protección de las personas; se considera que todos estos factores no pueden sustituirse por otro tipo de medidas.

Permite considerar los factores de peligro esenciales y definir las medidas necesarias para cubrir el riesgo, se usa para toda clase de edificaciones densamente ocupadas, edificios administrativos, edificios de uso docente, entre otros.

El método se aplica a todo el edificio o partes de este que constituyen compartimientos cortafuegos (sectores de incendio) separados del conjunto por medio de paredes, suelos, techos y cierres, de manera que, en caso de iniciarse un incendio, éste quede limitado, con toda probabilidad al compartimiento y que una propagación del fuego a locales, pisos o partes de edificios vecinos, no pueda tener lugar.

1. Definiciones

1.1 Riesgo de incendio

La definición del riesgo de incendio comprende la noción de exposición, que incluye, a su vez, la magnitud, no medible exactamente, de la probabilidad de ocurrencia de un siniestro.

1.2 Exposición al riesgo de incendio

Se define la exposición al riesgo de incendio como la relación entre los peligros potenciales y las medidas de protección tomadas.

La exposición al riesgo se puede referir a un compartimento o al conjunto de un edificio.

1.3 Seguridad contra el incendio

Se considera suficiente la seguridad contra el incendio de un compartimento o de un edificio, cuando el riesgo de incendio existente no sobrepasa al que se considera como aceptable. Este riesgo aceptable se corresponde con los objetivos de protección definidos. Una construcción puede, según ello, calificarse de “segura contra el incendio”, cuando está concebida de manera que se aseguren las dificultades técnicas para la propagación de un incendio.

1.4 Compartimento cortafuego

Un compartimento cortafuego es una parte del edificio, separada del conjunto por medio de paredes, suelos, techos y cierres, de manera que, en caso de iniciarse en él un incendio, éste quede limitado, con toda probabilidad al compartimento y que una propagación del fuego a locales, pisos o partes de edificios vecinos previsiblemente, no pueda tener lugar.

En un edificio o parte de éste, la superficie de un compartimento cortafuego es aquella limitada por fachadas o elementos interiores resistentes al fuego.

1.5 Células cortafuegos

Las células cortafuegos son compartimentos cuya superficie no excede de 200 m² y tiene una resistencia al fuego de al menos F30/T30.

2. Designaciones

Aquí se establecen las letras que se designan para los diferentes factores que intervienen en el método.

2.1 Se utilizan letras mayúsculas para:

- A Peligro de activación.
- B Exposición al riesgo.
- E Nivel de la planta o altura útil del local.
- F Resistencia al fuego, factor que representa el conjunto de las medidas de protección de la construcción.
- H Número de personas.
- M Producto de todas las medidas de protección.
- N Factor que incluye las medidas normales de protección.
- P Peligro potencial.
- Q Carga de incendio.
- R Riesgo de incendio efectivo.
- S Factor que reúne el conjunto de las medidas especiales de protección.
- Z Construcción celular.
- G Construcción de gran superficie.
- V Construcción de gran volumen.

2.2 Se utilizan combinación de letras mayúsculas para:

- AB Superficie de un compartimento cortafuego.
- AZ Superficie de una célula cortafuego.
- AF Superficie vidriada.

2.3 Se utilizan combinaciones de letras mayúsculas y minúsculas para:

- Co Indicación del peligro de corrosión.
- Fe Grado de combustibilidad.
- Fu Indicación del peligro de humo.

Tx Indicación del peligro de toxicidad.

2.4 Se utilizan letras minúsculas para:

- b Ancho del compartimento cortafuego.
- c Factor de combustibilidad.
- e Factor de nivel de la planta o altura útil del local.
- f Factor de medidas de protección de la construcción (con subíndice).
- g Factor de dimensión de la superficie del compartimento.
- i Factor de la carga térmica inmobiliaria.
- k Factor del peligro de corrosión y toxicidad.
- l Longitud del compartimento cortafuego.
- n Factor de medidas normales (con subíndice).
- p Exposición al riesgo de las personas.
- q Factor de la carga térmica mobiliaria.
- r Factor del peligro de humos.
- s Factor de las medidas especiales (con subíndice).
- γ Seguridad contra el incendio.

2.5 Se utilizan letras mayúsculas con subíndice para:

$P_{H,E}$ Situación de peligro para las personas (teniendo en cuenta el número de personas, la movilidad y la planta en la que se encuentra el compartimento cortafuego).

Q_m Carga térmica mobiliaria (MJ/m^2).

Q_i Carga térmica inmobiliaria.

R_n Riesgo de incendio normal.

R_u Riesgo de incendio aceptado.

2.6 Unidades:

Energía (J) Joule
 (MJ) Mega-Joule

Presión	(bar)	Bar
Longitud	(m)	Metro
	(km)	Kilómetro
Tiempo	(min)	Minutos

3. Elaboración / desarrollo del método

Aquí se exponen todos los pasos que sigue el método Greteiner, hasta obtener el nivel de seguridad contra incendios de la instalación.

3.1 Tipos de edificaciones

Se parte del estudio del tipo de construcción. Según su influencia en la propagación del fuego, se distinguen tres tipos de edificaciones:

- Tipo Z: Construcción en células cortafuegos que dificultan y limitan la propagación horizontal y vertical del fuego.
- Tipo G: Construcción de gran superficie que permite y facilita la propagación horizontal pero no la vertical del fuego.
- Tipo V: Construcción de gran volumen que favorece y acelera la propagación horizontal y vertical del fuego.

3.2 Exposición al riesgo de incendio

Tiene lugar el desarrollo de los incendios a consecuencia de numerosos factores que influyen en los mismos y que pueden actuar dificultando la propagación o favoreciéndola, y por consiguiente, tener una influencia positiva o negativa sobre los daños resultantes. Se puede hacer la distinción entre peligros potenciales y medidas de protección, según su efecto en cuanto a la seguridad contra incendios del edificio.

Se denomina exposición al riesgo de incendio del edificio, al cociente formado por el producto de los factores de peligro y el producto de los factores que representan el conjunto de las medidas de protección.

$$B = P / M \quad [1.2]$$

El producto de las magnitudes que influyen en el peligro denominado potencial, se compone de los diferentes factores de peligro relacionados con el contenido y con el edificio mismo.

Con respecto al contenido del edificio, se toman en consideración las magnitudes cuya influencia es más relevante, tales como los equipamientos mobiliarios y las materias y mercancías, que determinan directamente el desarrollo del incendio (carga de incendio, combustibilidad). Permiten algunos factores suplementarios evaluar las consecuencias de incendios que amenazan especialmente a las personas o pueden retrasar la intervención de los bomberos y causar importantes daños consecuenciales (materiales con fuerte producción de humos y de acción corrosiva).

Se derivan de la concepción de su construcción, los factores de peligro del propio edificio. El método evalúa la parte combustible contenida en los elementos esenciales de la construcción (estructura, suelos, fachada, techos), el tamaño de los locales y el nivel de la planta considerada, así como la altura útil del local en el caso de edificios de una sola planta.

Se pueden dividir las medidas de protección en medidas normales, medidas especiales y medidas constructivas.

La ecuación que define la exposición al riesgo, sobre la base de estos criterios, se enuncia como:

$$B = [(q \cdot c \cdot r \cdot k \cdot i \cdot e \cdot g) / (N \cdot S \cdot F)] = P / M \quad [1.3]$$

De los factores de peligro algunos son inherentes al contenido de la edificación (q, c, r, k) y otros inherentes al edificio mismo (i, e, g).

3.3 Designación de los peligros inherentes al contenido

3.3.1 Carga de incendio mobiliaria Q_m (factor q)

Para cada compartimento cortafuego, la carga de incendio mobiliaria Q_m (unidad: MJ/m²) comprende, la cantidad total de calor desprendida en la combustión completa de todas las materias mobiliarias, dividida por la superficie del suelo del compartimento cortafuego considerado.

3.3.2 Combustibilidad-grado de peligro F_e (factor c)

Cuantifica la inflamabilidad y la velocidad de combustión de los materiales combustibles.

3.3.3 Peligro de humos F_u (factor r)

Se refiere a los materiales que al arder desarrollan un humo particularmente intenso.

3.3.4 Peligro de corrosión o toxicidad C_o (factor k)

Hace referencia a los materiales que producen al arder cantidades importantes de gases corrosivos o tóxicos.

3.4 Designación de los peligros inherentes al edificio

3.4.1 Carga de incendio inmobiliaria Q_i (factor i)

Toma en cuenta la parte combustible contenida en los diferentes elementos de la construcción, tales como la estructura, los techos, los suelos y las fachadas, así como su influencia en la propagación previsible del incendio.

3.4.2 Nivel de la planta E,H (factor e)

Cuantifica en el caso de inmuebles de varios pisos, en función de la situación de las plantas, las dificultades presumibles que tienen las personas que habitan el establecimiento para evacuarlo, así como la complicación de la intervención de bomberos.

Cuantifica en caso de edificios de una única planta, en función de la altura útil del local, las dificultades, crecientes en función de la altura, a las que los equipos de bomberos se han de enfrentar para desarrollar los trabajos de extinción. Toma en consideración el hecho de que la carga de incendio presente en el local, influirá en la evolución del incendio.

3.4.3 Dimensión de la superficie del compartimento AB-l:b (factor g)

Este término cuantifica la probabilidad de propagación horizontal de un incendio. Cuanto más importantes son las dimensiones de un compartimento cortafuego (AB) más desfavorables son las condiciones de lucha contra el fuego. Las posibilidades de acceso de los bomberos se ven afectadas por la relación longitud / ancho (l:b) de los compartimentos cortafuegos de grandes dimensiones.

3.5 Medidas de protección adoptadas

Las medidas de protección se dividen en medidas normales, medidas especiales y medidas constructivas.

$$M = N \cdot S \cdot F$$

[1.4]

3.5.1 Medidas normales N (factores n_1, n_2, n_3, n_4 y n_5)

Las medidas normales de protección se evalúan por medio de los factores n_1 al n_5 , de acuerdo con la ecuación:

$$N = n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot n_4 \cdot n_5 \quad [1.5]$$

Donde:

n_1 = extintores portátiles.

n_2 = bocas de incendio equipadas.

n_3 = fiabilidad de las fuentes de agua para extinción.

n_4 = distancias a los hidrantes exteriores.

n_5 = personal instruido en materia de extinción de incendios.

3.5.2 Medidas especiales S (factores s_1, s_2, s_3, s_4, s_5 y s_6)

Todas las medidas complementarias de protección establecidas con vistas a la detección y lucha contra el fuego, son evaluadas con los factores s_1 al s_6 a través de la ecuación:

$$S = s_1 \cdot s_2 \cdot s_3 \cdot s_4 \cdot s_5 \cdot s_6 \quad [1.6]$$

Donde:

s_1 = detección del fuego.

s_2 = transmisión de la alarma.

s_3 = disponibilidad de bomberos.

s_4 = tiempo de intervención de los cuerpos de bomberos oficiales.

s_5 = instalaciones de extinción.

s_6 = instalaciones de evacuación de calor y de humo.

3.5.3 Medidas en la construcción F (factores f_1, f_2, f_3 y f_4)

Una concepción bien estudiada del inmueble, desde el punto de vista de la técnica de protección contra incendios, es la medida de protección contra incendios más eficaz.

Puede, en gran medida, el peligro de propagación de un incendio, limitarse considerablemente gracias a la elección juiciosa de los materiales, así como a la implantación de las medidas constructivas apropiadas (creación de células cortafuegos).

Se evalúan las medidas constructivas más importantes por medio de los factores f_1 al f_4 , el factor global de las medidas en la construcción representa la resistencia al fuego, propiamente dicha, del inmueble, y se expresa mediante la ecuación:

$$F = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 \quad [1.7]$$

Donde cada factor f_i evalúa la:

f_1 = resistencia al fuego de la estructura portante del edificio.

f_2 = resistencia al fuego de las fachadas.

f_3 = resistencia al fuego de las separaciones entre plantas y de las comunicaciones verticales.

f_4 = dimensión de las células cortafuegos, y las superficies vidriadas utilizadas como dispositivos de evacuación del calor y del humo.

3.6 Riesgo de incendio efectivo (R)

El riesgo de incendio efectivo es el resultado de la multiplicación del valor de la exposición al riesgo, por el peligro de activación que cuantifica la posibilidad de ocurrencia de un incendio:

$$R = B \cdot A = (P / N \cdot S \cdot F) \cdot A \quad [1.8]$$

El riesgo de incendio efectivo se calcula para el compartimento cortafuego más grande o el más peligroso de un edificio.

3.7 Peligro de activación (A)

Cuantifica la probabilidad de que un incendio se pueda producir. Se define en la práctica, por la evaluación de las posibles fuentes de iniciación cuya energía calorífica o de ignición puede permitir que comience un proceso de combustión.

Por una parte, el peligro de activación depende, de los factores que se derivan de la explotación misma del edificio; es decir, de los focos de peligro propios de la empresa, que pueden ser de naturaleza térmica, eléctrica, mecánica y química.

Depende por otra parte de las fuentes de peligro originadas por factores humanos, tales como desorden, mantenimiento incorrecto, indisciplina en la utilización de soldadura, oxicorte y trabajos a fuego libre, fumadores, entre otros aspectos.

3.8 Riesgo de incendio aceptado (Ru)

Debe tomarse en consideración para cada construcción un cierto riesgo de incendio. El riesgo de incendio aceptado debe definirse en cada caso ya que el nivel de riesgo admisible no puede tener el mismo valor para todos los edificios.

Se recomienda fijar el valor límite admisible (riesgo de incendio aceptado), partiendo de un riesgo de incendio normal corregido por medio de un factor que tenga en cuenta el mayor o menor peligro para las personas. El cálculo se realiza a través de la siguiente ecuación:

$$R_u = R_n \cdot P_{H,E} \quad [1.9]$$

Donde:

R_u = riesgo de incendio aceptado.

R_n = riesgo de incendio normal (se fija en 1,3).

$P_{H,E}$ = factor de corrección del riesgo de incendio normal.

Se determina el $P_{H,E}$ en función del número de personas y el nivel de la planta al que se aplique el método, de manera que:

$P_{H,E} < 1$ para peligro de personas elevado.

$P_{H,E} = 1$ para peligro de personas normal.

$P_{H,E} > 1$ para peligro de personas bajo.

Edificaciones que presentan un peligro de personas elevado son:

- hoteles
- grandes almacenes
- teatros y cines
- museos
- exposiciones
- hospitales
- asilos
- establecimientos penitenciarios
- parqueaderos subterráneos de varias plantas
- edificios de gran altura

4. Desarrollo de los cálculos

Una vez que se han descrito todos los pasos que se sigue del método, hasta obtener el nivel de seguridad contra incendios de la instalación, en la tabla 1.3 se muestra la secuencia de los cálculos del método de Gretener. Estos como se ha visto, se desarrollan definiendo y evaluando paulatinamente los diferentes

factores que influyen en el peligro de incendio, así como las medidas de protección existentes.

Tabla 1.3. Hoja de cálculo del método de Gretener.

EDIFICIO		LUGAR		CALLE	
Parte del edificio		VARIANTE		VARIANTE	
Compartimiento: Tipo de edificio:		$l =$ $AB =$ $l/b =$	$b =$	$l =$ $AB =$ $l/b =$	$b =$
TIPO DE CONCEPTO		$Q_m =$		$Q_m =$	
g	Carga térmica				
c	Combustibilidad				
r	Peligro de humos				
k	Peligro de corrosión				
i	Carga térmica inmobiliaria				
e	Nivel de la planta				
g	Superficie del compartimiento				
P	PELIGRO POTENCIAL	$q_{crt} - i_{eg}$		$q_{crt} - i_{eg}$	$q_{crt} - i_{eg}$
n ₁	Extintores portátiles				
n ₂	Hidrantes interiores. BIE				
n ₃	Fuentes de agua-fiabilidad				
n ₄	Conductos transporte de agua				
n ₅	Personal instruido en extinción				
N	MEDIDAS NORMALES	$n_1 \dots n_5$		$n_1 \dots n_5$	$n_1 \dots n_5$
s ₁	Detección de fuego				
s ₂	Transmisión de alarma				
s ₃	Disponibilidad de bomberos				
s ₄	Tiempo para intervención				
s ₅	Instalación de extinción				
s ₆	Inst. de evacuación de humo.				
S	MEDIDAS ESPECIALES	$s_1 \dots s_6$		$s_1 \dots s_6$	$s_1 \dots s_6$
f ₁	Estructura portante	$F <$		$F <$	$F <$
f ₂	Fachadas	$F <$		$F <$	$F <$
f ₃	Forjados	$F <$		$F <$	$F <$
	• Separación de plantas				
	• Comunicaciones verticales	.....		.....
f ₄	Dimensiones de las células	$AZ =$		$AZ =$	$AZ =$
	• Superficies vidriadas	$AF/AZ =$		$AF/AZ =$	$AF/AZ =$
F	MEDIDAS EN CONSTRUCCION	$f_1 \dots f_4$		$f_1 \dots f_4$	$f_1 \dots f_4$
B	Exposición al riesgo	P		P	P
A	Peligro de activación	N.S.F		N.S.F	N.S.F
R	RIESGO INCENDIO EFECTIVO	B.A		B.A	B.A
P _{H,E}	Situación de peligro para las personas.	$H =$ $p =$		$H =$ $p =$	$H =$ $p =$
R _u	Riesgo de incendio aceptado.	$1,3 \cdot P_{H,E}$		$1,3 \cdot P_{H,E}$	$1,3 \cdot P_{H,E}$
Y	SEGURID. CONTRA INCENDIO	$Y = R_u / R$		$Y = R_u / R$	$Y = R_u / R$
NOTAS:					

(Gretener, 1998)

2. METODOLOGÍA

Para evaluar la seguridad contra incendios de las instalaciones del Instituto de estudios del Petróleo de Petroecuador, se ha desarrollado la siguiente metodología:

1. Establecimiento de las características de la instalación, a través de un método descriptivo.
2. Identificación de los factores de riesgo de incendios de la instalación, con el uso del método “What if...?” y el método de la “Investigación Sistemática de los Riesgos de Incendios”.
3. Estimación y valoración de los riesgos, mediante el “Método Gretener de Evaluación del Riesgo de Incendio”.
4. Evaluación de la seguridad contra incendios de la instalación, por intermedio del método Gretener.

Para facilitar la comprensión de las características de la instalación, se han especificado los datos generales de identificación, emplazamiento, accesibilidad, configuración estructural, instalaciones de servicio, vías y condiciones de evacuación, actividades, personal de la instalación, situación de medios exteriores de protección, sistemas y medios de protección contra incendios; así como se han elaborado los planos respectivos, donde se han precisado aspectos de interés tales como ubicación de los medios de extinción primarios, escenarios de riesgo, y señalización propuesta de la evacuación.

Luego se ha procedido a identificar los factores de riesgo de incendios de tipo tecnológico, organizacional y humano, en los cuales se ha analizado la causa de su existencia, las consecuencias que éstos pueden entrañar, las medidas de

seguridad para limitarlos, y las recomendaciones para en lo posible eliminarlos o en su defecto reducirlos a un nivel aceptable.

A continuación, se ha identificado los factores de riesgo que propician el surgimiento de un incendio, los que contribuyen a la propagación de un incendio, los que dificultan la extinción de un incendio, y los que obstaculizan la evacuación exitosa de personas y bienes salvaguardables, en caso de incendio.

Seguidamente, se ha realizado la estimación y valoración de los riesgos sobre la base de los diferentes tipos de conceptos de la instalación, tales como su peligro potencial; las medidas normales, las medidas especiales, y las medidas en construcción necesarias para cubrir el riesgo, la determinación del riesgo de incendio efectivo y la situación de peligro para las personas.

Finalmente, para la evaluación de la seguridad contra incendios de la instalación se ha calculado el coeficiente de seguridad, que compara el riesgo de incendio aceptado con el riesgo de incendio efectivo ($\gamma = R_u / R$), y se ha tomado como postulado que si el riesgo de incendio aceptado es mayor que el riesgo de incendio efectivo, y por tanto $\gamma > 1$, la seguridad contra incendios de la instalación es suficiente, en tanto si el riesgo de incendio aceptado es menor que el riesgo de incendio efectivo, y por tanto $\gamma < 1$, se considera insuficiente (Gretener, 1998).

2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

Para realizar la descripción de las características del Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR, se han llevado a cabo varias inspecciones a la instalación ubicada en la Calle Mariscal Foch No. 265 y Avenida 6 de Diciembre, en la ciudad de Quito, Provincia de Pichincha. Durante estas, se han seguido los pasos expuestos a continuación:

1. Se ha examinado su entorno, su ubicación, las vías de acceso y las características de los edificios colindantes.
2. Se ha estudiado la estructura constructiva en cuanto a paredes, conformación interior, entepiso, vigas, panelería ligera y tabiques constructivos, recubrimientos y acabados.
3. Se ha realizado el levantamiento tanto de los locales ubicados en la planta baja y el mezanine, como de los locales de riesgo.
4. Se han analizado los sistemas y medios de protección contra incendios, instalaciones de servicio y la situación de los medios exteriores de protección.
5. Se han examinado las vías y condiciones de evacuación.
6. Se ha indagado por la actividad fundamental que se desarrolla en el Instituto, la cantidad total de trabajadores y la cantidad posible de personal que puede encontrarse al mismo tiempo recibiendo cursos de formación.
7. Con los datos obtenidos se ha analizado el uso previsto de la instalación de acuerdo a la actividad desarrollada.

2.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO DE INCENDIOS DE LA INSTALACIÓN

Para llevar a cabo la identificación de los factores de riesgo de incendios del Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR, se ha procedido de la siguiente manera:

1. Para la identificación de los factores de riesgo de incendios de tipo tecnológico, organizacional y humano, se ha desarrollado el método “What if...?” o ¿Qué pasaría si...?”.
2. Se ha desarrollado el método de la “Investigación Sistemática de los Riesgos de Incendios”, para identificar, los factores de riesgo que posibilitan el surgimiento de un incendio, los factores de riesgo que propician la propagación de un incendio, los factores de riesgo que dificultan la extinción de un incendio, y los factores de riesgo que obstaculizan la evacuación de personas y bienes salvaguardables.

2.2.1 FACTORES DE RIESGO DE TIPO TECNOLÓGICO, ORGANIZACIONAL Y HUMANO

Por medio del uso del esquema de preguntas “Que pasaría si...?” se han plasmado en la tabla típica del método, los factores de riesgo de incendios. A cada pregunta:

1. Se ha buscado la posible causa de existencia del factor de riesgo de incendio.
2. Se ha reflexionado sobre las probables consecuencias que el mismo podría traer consigo.
3. Se han definido las medidas de seguridad a tomar en cuenta a corto plazo, para limitar el factor de riesgo identificado.
4. Se han establecido las recomendaciones necesarias a considerar, para en lo posible eliminarlo o en su defecto reducirlo a un nivel aceptable.

2.2.2 FACTORES DE RIESGO QUE POSIBILITAN EL SURGIMIENTO DEL INCENDIO

Para la identificación de los factores de riesgo que pueden propiciar el surgimiento de un incendio en el Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR, se ha desarrollado el método de la “Investigación Sistemática de los Riesgos de Incendios”:

1. En cada área o local de la instalación se ha examinado minuciosamente, la presencia tanto de sustancias y materiales combustibles, como de agentes oxidantes en su entorno.
2. A continuación, se ha procedido a identificar la existencia de fuentes de ignición y evidencias de gestión de la prevención de los riesgos, y se ha estudiado la posibilidad de surgimiento de incendio en aquellas áreas o locales de la instalación, donde se ha comprobado la presencia de las mencionadas fuentes.

2.2.3 FACTORES DE RIESGO QUE PROPICIAN LA PROPAGACIÓN DEL INCENDIO

Luego de analizados los factores de riesgo que posibilitan el surgimiento de un incendio, se ha procedido a:

1. Identificar en cada área o local de la instalación la probabilidad de transmisión del calor, a través de las condiciones del entorno, las características constructivas y los equipamientos, fundamentalmente los de tipo eléctricos y conductos mecánicos.
2. Analizar la posibilidad de propagación del incendio, en aquellas áreas o locales de la instalación examinados.

2.2.4 FACTORES DE RIESGO QUE DIFICULTAN LA EXTINCIÓN DEL INCENDIO

Una vez identificados los factores de riesgo que posibilitan de propagación del incendio, se ha seguido los siguientes pasos:

1. Buscar en cada área o local de la instalación, la existencia de medios y fuerzas necesarias para lograr una extinción primaria, y analizar si las cantidades de medios de extinción son las requeridas, así como su estado técnico operativo y funcionalidad.
2. Averiguar sobre la existencia del personal suficiente para combatir el principio de incendio, su preparación, organización y planificación estructurada de las acciones a seguir ante una emergencia.
3. Determinar, en aquellas áreas o locales de la instalación estudiados, si hay dificultades para lograr la extinción del incendio que pudiera surgir.

2.2.5 FACTORES DE RIESGO QUE OBSTACULIZAN LA EVACUACIÓN DE PERSONAS Y BIENES SALVAGUARDABLES

Luego de analizados los factores de riesgo que dificultan de extinción del incendio, se ha procedido a:

1. Estudiar en cada área o local de la instalación, la existencia de vías y salidas de evacuación, su disposición y estado técnico.
2. Averiguar sobre la cantidad de personas, horarios de trabajo, y posibilidades de evacuación; así como también acerca del nivel de preparación del personal sobre procedimientos organizados, planificados y estructurados ante una emergencia.

3. Establecer, en aquellas áreas o locales de la instalación examinados, si hay obstaculización a la evacuación de personas y bienes salvaguardables.

2.3 ESTIMACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS

Para la estimación y valoración de los riesgos en el Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR, se ha desarrollado el “Método Gretener de Evaluación del Riesgo de Incendio” y se han llevado a efecto los siguientes pasos:

1. Partir del estudio del tipo de construcción, y dentro de ésta, del compartimento a considerar.
2. Estimar y valorar el peligro potencial en cuanto a la carga de incendio mobiliaria, la combustibilidad, el peligro de humos, el peligro de corrosión o de toxicidad, la carga térmica inmobiliaria, el nivel de la planta y la superficie del compartimento considerado.
3. Calcular el peligro potencial (P), utilizando la ecuación [1.3]:

$$P = q \cdot c \cdot r \cdot k \cdot i \cdot e \cdot g$$

4. Establecer las medidas de protección (Medidas normales, medidas especiales, medidas en la construcción). En primer lugar, estimar y valorar las medidas normales, dentro de las cuales analizar los extintores portátiles, las bocas de incendio equipadas, la fiabilidad de las fuentes de agua para extinción, las distancias a los hidrantes exteriores, y el personal instruido en materia de extinción de incendios.
5. Calcular las medidas normales (N), con la ecuación [1.5]:

$$N = n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot n_4 \cdot n_5$$

6. Estimar y valorar las medidas especiales de protección, como la detección del fuego, la transmisión de la alarma, la disponibilidad de bomberos, el tiempo para la intervención de los cuerpos de bomberos oficiales, las instalaciones de extinción, y las instalaciones de evacuación de calor y de humo.

7. Calcular las medidas especiales (S), con la ecuación [1.6]:

$$S = s_1 \cdot s_2 \cdot s_3 \cdot s_4 \cdot s_5 \cdot s_6$$

8. Estimar y valorar las medidas en la construcción, dentro de las cuales analizar la resistencia al fuego de la estructura portante del edificio, la resistencia al fuego de las fachadas, la resistencia al fuego de las separaciones entre plantas y pases verticales, y la dimensión de las células cortafuegos teniendo en cuenta las superficies vidriadas utilizadas como dispositivos de evacuación del calor y del humo.

9. Calcular las medidas en la construcción (F), con la ecuación [1.7]:

$$F = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4$$

10. Calcular las medidas de protección (M), con la ecuación [1.4]:

$$M = N \cdot S \cdot F$$

11. Calcular la exposición al riesgo de incendio (B), con la ecuación [1.2]:

$$B = P / M$$

12. Estimar y valorar el peligro de activación de la instalación o del compartimento considerado (A), para lo cual tener presente su uso fundamental.

13. Calcular el riesgo de incendio efectivo (R), con la ecuación [1.8]:

$$R = B \cdot A$$

14. Establecer el riesgo de incendio normal (Rn), de acuerdo con el método Gretener.

15. Estimar y valorar el factor de corrección del riesgo de incendio normal de la instalación ($P_{H,E}$), para lo cual analizar el número de personas admitidas en el compartimento considerado, la clasificación de la exposición al riesgo de las personas, y la situación del mismo compartimento.

16. Calcular el riesgo de incendio aceptado (Ru), con la ecuación [1.9]:

$$R_u = R_n \cdot P_{H,E}$$

2.4 EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS DE LA INSTALACIÓN

La evaluación de la seguridad contra incendios de la instalación se ha realizado sobre la base del cálculo del coeficiente de seguridad contra incendios del “Método Gretener de Evaluación del Riesgo de Incendio”.

Es decir, una vez efectuadas todas las estimaciones y valoraciones, se ha procedido a comparar el riesgo de incendio aceptado con el riesgo de incendio efectivo, y a calcular el coeficiente de seguridad contra incendios (γ), utilizando la ecuación [1.1]:

$$\gamma = (R_u / R)$$

Para determinar si la seguridad contra incendios de la Instalación es “suficiente” o “insuficiente”, se ha utilizado el siguiente postulado:

Si el riesgo de incendio aceptado es menor que el riesgo de incendio efectivo, y por tanto $\gamma < 1$, el edificio o el compartimento cortafuego está insuficientemente protegido contra el incendio; consecuentemente resulta necesario formular nuevos conceptos de protección, mejor adaptados a la carga de incendio.

Caso contrario, si el riesgo de incendio aceptado es mayor que el riesgo de incendio efectivo, y por tanto $\gamma > 1$, el edificio o el compartimento cortafuego está suficientemente protegido contra el incendio (Gretener, 1998).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La exposición de los Resultados y Discusión se ha elaborado en relación directa con la metodología. Una primera etapa donde se ha llevado a cabo la descripción de las características de la instalación, una segunda etapa en la que se ha identificado los factores de riesgo de incendios de la instalación, utilizando el método “What if...?” y el método de la “Investigación Sistemática de los Riesgos de Incendios”; una tercera etapa en la cual se ha estimado y valorado los riesgos, aplicando el “Método Gretener de Evaluación del Riesgo de Incendio”; y una cuarta etapa donde se ha evaluado la seguridad contra incendios de la instalación, utilizando el Método de Gretener. De tal manera que:

1. Para describir las características de la instalación, se han especificado los datos generales de identificación, emplazamiento, accesibilidad, configuración estructural, instalaciones de servicio, vías y condiciones de evacuación, personal de la instalación, actividades, situación de medios exteriores de protección, sistemas y medios de protección contra incendios; así como se han elaborado los planos respectivos precisando aspectos de interés, tales como ubicación de medios de protección contra incendios, escenarios de riesgo, y señalización propuesta de la evacuación.
2. Seguidamente, se ha procedido a identificar los factores de riesgo de incendio de tipo tecnológico, organizacional y humano, en los que se ha analizado la causa de su existencia, las consecuencias que éstos pueden entrañar, las medidas de seguridad para limitarlos, y las recomendaciones para en lo posible eliminarlos o en su defecto reducirlos a un nivel aceptable.
3. Posteriormente, se ha identificado los factores de riesgo que propician el surgimiento de un incendio, los que contribuyen a la propagación de un incendio, los que dificultan la extinción de un incendio, y los que

obstaculizan la evacuación exitosa de personas y bienes salvaguardables en caso de incendio.

4. Luego, se ha llevado a cabo la estimación y valoración de los riesgos sobre la base de los diferentes tipos de conceptos de la instalación, tales como su peligro potencial, las medidas normales, las medidas especiales, las medidas en construcción necesarias para cubrir el riesgo, la determinación del riesgo de incendio efectivo y la situación de peligro para las personas.
5. Por ultimo, se ha evaluado la seguridad contra incendios de la instalación sobre la base del cálculo del coeficiente de seguridad contra incendios, que compara el riesgo de incendio aceptado con el riesgo de incendio efectivo ($\gamma = R_u / R$), y se ha tomado como postulado que, si el riesgo de incendio aceptado es mayor que el riesgo de incendio efectivo, y por tanto $\gamma > 1$, la seguridad contra incendios de la instalación se considera “suficiente”, en tanto si el riesgo de incendio aceptado es menor que el riesgo de incendio efectivo, y por tanto $\gamma < 1$, se considera “insuficiente” (Gretener, 1998).

3.1 DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

3.1.1 DATOS GENERALES DE IDENTIFICACIÓN

3.1.1.1 Identificación

Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR

3.1.1.2 Número de Plantas

- Planta baja
- Mezanine

3.1.1.3 Superficie construida

- Planta baja: 690 m²
- Mezanine: 305 m²

3.1.2 EMPLAZAMIENTO RESPECTO A SU ENTORNO

3.1.2.1 Ubicación y zona de emplazamiento

El Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR es parte del edificio inmobiliario SONELSA, del cual ocupa un bloque anexo a la torre principal.

El Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR se encuentra localizado en la calle Mariscal Foch No. 265 y General Leonidas Plaza, en la ciudad de Quito, provincia de Pichincha; en su entorno se ubican otras edificaciones y viviendas.

3.1.2.2 Uso y características de los edificios colindantes

El Edificio SONELSA, que es la única edificación colindante del Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR, está constituido por una estructura monolítica de paredes de bloques de hormigón, y tiene como uso el administrativo.

3.1.3 ACCESIBILIDAD

Al Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR se accede lateralmente a través de la calle Mariscal Foch, y frontalmente a través de la calle General Leonidas Plaza que termina en la plazoleta de entrada del edificio.

El ancho de las vías públicas donde se ubica es de 7 m.

Los vehículos pesados de emergencia tienen total accesibilidad al Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR.

3.1.4 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

3.1.4.1 Tipología de construcción

El Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR posee una estructura monolítica de paredes de bloques de hormigón, en el interior el entrepiso es de madera sobre vigas de acero no protegidas y a la vez recubierto con alfombras carentes de características ignífugas, por toda el área del mezanine.

3.1.4.2 Escenarios de riesgo

3.1.4.2.1 Escenarios de riesgo de la planta baja

- Centro de documentación técnica
- Sala de la jefatura
- Baño de damas

3.1.4.2.2 Escenarios de riesgo del mezanine

- Jefatura
- Cuarto de comunicaciones

Los escenarios de riesgo del Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR se muestran en los planos del Anexo I.

3.1.5 ACTIVIDADES

La actividad fundamental que se realiza en el Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR es la capacitación técnica profesional del personal de este gran sistema empresarial.

En la planta baja se encuentran las aulas de capacitación, el Centro de documentación técnica o Biblioteca, el auditorio o salón de conferencias y la Sala de la Jefatura.

En el mezanine están las oficinas administrativas y la Jefatura.

Todo lo cual se muestra en los planos del Anexo I.

3.1.6 INSTALACIONES DE SERVICIO

El Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR tiene las siguientes instalaciones de servicio:

- Sistema de ventilación distribuido a lo largo de casi todo el establecimiento.
- Cuadro general de distribución eléctrica (CGD), ubicado en el interior del servicio sanitario de damas de la planta baja.
- Cuarto de comunicaciones localizado en el mezanine.

Lo expuesto anteriormente se encuentra ilustrado en los planos del Anexo I.

3.1.7 SITUACIÓN DE MEDIOS EXTERIORES DE PROTECCIÓN

El hidrante exterior más próximo al establecimiento, perteneciente al servicio público, está ubicado en la intersección de las calles Mariscal Foch y Tamayo.

3.1.8 SISTEMAS Y MEDIOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR posee los siguientes sistemas y medios de protección contra incendios:

- Sistemas pasivos contra incendios.
- Sistema de protección contra el rayo.
- Medios de extinción primarios, cuya localización se especifica en los planos del Anexo I.

3.1.9 USO DE LA INSTALACIÓN

Según el uso previsto y de acuerdo a los procesos desarrollados en las áreas del edificio, se valoró la instalación como de uso Docente.

3.1.10 NÚMERO MÁXIMO DE PERSONAS A EVACUAR EN CADA PLANTA

El Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR cuenta con un total de 26 trabajadores (Mezanine: 18, Planta baja: 8), con un cupo máximo de 80 cursantes que pueden participar de una forma u otra en las diferentes aulas existentes, y con un promedio diario de 3 visitantes por hora y por planta.

Por lo cual, el número máximo de personas a evacuar en cada planta sería:

Mezanine: $18 + 3 = 21$

Planta baja: $88 + 3 = 91$

3.1.11 CONDICIONES DE EVACUACIÓN

El Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR, posee dos vías de evacuación, una ubicada por el acceso principal, y la segunda ubicada en el mezanine a través de una puerta doble que da paso a la escalera de evacuación de la torre principal del edificio SONELSA. La señalización de la evacuación, que se ha propuesto como parte de esta Tesis ante la carencia de la misma, se ilustra en los planos del Anexo II.

Seguidamente, se describen las condiciones de evacuación existentes en cada planta del Instituto, al tiempo que se analiza si cumplen con el Código Técnico de la Edificación (MFOM, 2010), en relación con:

- Compatibilidad de los elementos de la evacuación.
- Densidades de ocupación.
- Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación.
- Dimensionado de los medios de evacuación.
- Protección de las escaleras.

Para lo cual, como lo señala el Código Técnico de la Edificación, se ha tenido en cuenta el uso que corresponde a la instalación y la cantidad de personas a utilizar los recorridos de evacuación.

3.1.11.1 Compatibilidad de los elementos de evacuación

Se refiere a las condiciones que deben cumplir las instalaciones cuya superficie construida sea mayor a 1500 m², y que están integradas a un edificio cuyo uso previsto principal sea distinto del suyo.

- Uso de la instalación: Docente.
- Uso del edificio SONELSA: Administrativo.
- Superficie construida de la instalación: 995 m².

Por consiguiente el Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR está exento de cumplir las condiciones que establece en este aspecto el Código Técnico de la Edificación.

3.1.11.2 Densidades de ocupación

3.1.11.2.1 Planta baja

- a) Superficie construida: 690 m².

- b) Superficie promedio de aulas: 38 m².
- c) Número máximo de ocupantes por aula: 20.
- d) Densidad de ocupación por aula: 1,9 m² / persona.
Según el Código Técnico de la Edificación: 1,5 m² / persona.

Por lo tanto cumple con el Código Técnico de la Edificación.

3.1.11.2.2 Mezanine

- a) Superficie construida: 305 m².
- b) Número máximo de ocupantes: 21.
- c) Densidad de ocupación de la planta: 14,52 m² / persona.
Según el Código Técnico de la Edificación: 10 m² / persona.

Por consiguiente cumple con el Código Técnico de la Edificación.

3.1.11.3 Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

3.1.11.3.1 Planta baja

- a) Número de salidas: 1.
- b) Número máximo de ocupantes: 91.
- c) La longitud de los *recorridos de evacuación* hasta la *salida de planta* no excede de 25 m.

Por lo que cumple con el Código Técnico de la Edificación.

3.1.11.3.2 Mezanine

- a) Número de salidas: 2.
- b) Número máximo de ocupantes: 21.
- c) La longitud de los *recorridos de evacuación* hasta alguna *salida de planta* no excede de 50 m.

Por lo tanto cumple con el Código Técnico de la Edificación.

3.1.11.4 Dimensionado de los medios de evacuación

3.1.11.4.1 Planta baja

a) Puertas

Ancho de puerta de acceso principal:

A = 1,82 m.

Según el Código Técnico de la Edificación:

$$A \geq P / 200 \geq 0,80 \text{ m.} \quad [3.1]$$

Donde:

- A = Ancho del elemento, [m].
- P = Número total de personas cuyo paso está previsto por el punto del cual se dimensiona su ancho.

$$P = P_1 + P_2$$

Donde:

- P₁ = Número máximo de personas a evacuar de la Planta baja = 91.
- P₂ = Número máximo de personas a evacuar del Mezanine = 21.

De lo cual:

$$P = 91 + 21 = 112$$

$$P / 200 = 112 / 200 = 0,56 \text{ m.}$$

$$1,82 \text{ m} > 0,56 \text{ m.}$$

$$1,82 \text{ m} > 0,80 \text{ m.}$$

Por consiguiente cumple con el Código Técnico de la Edificación.

Ancho de puerta de auditorio:

$$A = 0,84 \text{ m.}$$

Según el Código Técnico de la Edificación:

$$A \geq P / 200 \geq 0,80 \text{ m.}$$

Donde:

$$P = 45 \text{ (capacidad máxima del auditorio).}$$

De lo cual:

$$P / 200 = 45 / 200 = 0,225 \text{ m.}$$

$$0,84 \text{ m} > 0,225 \text{ m.}$$

$$0,84 \text{ m} > 0,80 \text{ m.}$$

Por consiguiente cumple con el Código Técnico de la Edificación.

Ancho de puerta de aula 1:

$$A = 0,97 \text{ m.}$$

P = 20.

Por consiguiente cumple con el Código Técnico de la Edificación.

Ancho de puerta de aula 2:

A = 0,97 m.

P = 20.

Por consiguiente cumple con el Código Técnico de la Edificación.

Ancho de puerta de aula 3:

A = 0,81 m.

P = 20.

Por consiguiente cumple con el Código Técnico de la Edificación.

Ancho de puerta de aula 4:

A = 1,40 m.

P = 20.

Por consiguiente cumple con el Código Técnico de la Edificación.

Ancho de puerta del Centro de documentación técnica:

A = 1,45 m.

P = 20.

Por consiguiente cumple con el Código Técnico de la Edificación.

b) Pasillos

Ancho de pasillo que antecede al área de Recepción:

$$A = 1,35 \text{ m.}$$

Según el Código Técnico de la Edificación:

$$A \geq P / 200 \geq 1,00 \text{ m.} \quad [3.2]$$

Donde:

$$P = 112.$$

De lo cual:

$$P / 200 = 112 / 200 = 0,56 \text{ m.}$$

$$1,35 \text{ m} > 0,56 \text{ m.}$$

$$1,35 \text{ m} > 1,00 \text{ m.}$$

Por consiguiente cumple con el Código Técnico de la Edificación.

Ancho de pasillo de auditorio:

$$A = 1,40 \text{ m.}$$

$$P = 46.$$

Por consiguiente cumple con el Código Técnico de la Edificación.

Ancho de pasillo de aula 4:

$$A = 1,40 \text{ m.}$$

$$P = 22.$$

Por consiguiente cumple con el Código Técnico de la Edificación.

c) Pasos entre filas de asientos fijos en auditorio

Paso existente:

$$A = 48 \text{ cm.}$$

Según el Código Técnico de la Edificación:

$$A \geq 30 \text{ cm.}$$

$$48 \text{ cm} > 30 \text{ cm.}$$

Por consiguiente cumple con el Código Técnico de la Edificación.

3.1.11.4.2 Mezanine

a) Puertas

Ancho de puerta de salida de emergencia:

$$A = 1,40 \text{ m.}$$

Según el Código Técnico de la Edificación:

$$A \geq P / 200 \geq 0,80 \text{ m.}$$

Donde:

$$P = 7 \text{ empleados} + 1 \text{ visitante} = 8 \text{ (ver anexo II).}$$

De lo cual:

$$P / 200 = 8 / 200 = 0,04 \text{ m.}$$

$$1,40 \text{ m} > 0,04 \text{ m.}$$

$$1,40 \text{ m} > 0,80 \text{ m.}$$

Por consiguiente cumple con el Código Técnico de la Edificación.

Ancho de puerta de oficina 12, 13, 14, 15:

$$A = 0,84 \text{ m.}$$

$$P = 4 \text{ empleados} + 1 \text{ visitante} = 5.$$

Por consiguiente cumple con el Código Técnico de la Edificación.

b) Pasillos

Ancho de pasillo que antecede a la salida de emergencia:

$$A = 1,60 \text{ m.}$$

Según el Código Técnico de la Edificación:

$$A \geq P / 200 \geq 1,00 \text{ m.}$$

Donde:

$P = 7 \text{ empleados} + 1 \text{ visitante} = 8$ (ver anexo II).

De lo cual:

$P / 200 = 8 / 200 = 0,04 \text{ m.}$

$1,60 \text{ m} > 0,04 \text{ m.}$

$1,60 \text{ m} > 1,00 \text{ m.}$

Por consiguiente cumple con el Código Técnico de la Edificación.

Ancho de pasillo de oficina 12, 13, 14, 15:

$A = 1,95 \text{ m.}$

$P = 4 \text{ empleados} + 1 \text{ visitante} = 5.$

Por consiguiente cumple con el Código Técnico de la Edificación.

Ancho de pasillo de estaciones 6, 7, 8, 9, 10, 11:

$A = 1,35 \text{ m.}$

$P = 7 \text{ empleados} + 1 \text{ visitante} = 8.$

Por consiguiente cumple con el Código Técnico de la Edificación.

Ancho de pasillo de estaciones 4, 5:

$A = 1,75 \text{ m.}$

$P = 9 \text{ empleados} + 1 \text{ visitante} = 10$ (ver anexo II).

Por consiguiente cumple con el Código Técnico de la Edificación.

c) Escaleras

Ancho de la escalera existente:

$$A = 1,29 \text{ m.}$$

Según el Código Técnico de la Edificación:

Para evacuación descendente:

$$A \geq P / 160. \quad [3.3]$$

De lo cual:

$$P / 160 = 21 / 160 = 0,13 \text{ m.}$$

$$1,29 \text{ m} > 0,13 \text{ m.}$$

Por consiguiente cumple con el Código Técnico de la Edificación.

Huella de la escalera existente:

$$h = 36 \text{ cm.}$$

Según el Código Técnico de la Edificación:

$$h \geq 28 \text{ cm.}$$

$$36 \text{ cm} > 28 \text{ cm.}$$

Por consiguiente cumple con el Código Técnico de la Edificación.

Contrahuella de la escalera existente:

$c = 18,50 \text{ cm.}$

Según el Código Técnico de la Edificación:

$13 \text{ cm} \leq c \leq 18,50 \text{ cm.}$

Por consiguiente cumple con el Código Técnico de la Edificación.

Capacidad de evacuación de las escaleras en función de su ancho

Según el Código Técnico de la Edificación:

Un ancho de 1,3 m tiene capacidad de evacuación de 208 personas.

Por consiguiente cumple con el Código Técnico de la Edificación.

3.1.11.5 Protección de las escaleras

Según el Código Técnico de la Edificación, en instalaciones de uso docente y para $h \leq 14 \text{ m}$ (altura de evacuación de la escalera), no es necesario que las escaleras sean protegidas.

Altura de evacuación de la escalera existente: $h = 2,70 \text{ m.}$

Por consiguiente cumple con el Código Técnico de la Edificación.

3.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO DE INCENDIOS DE LA INSTALACIÓN

3.2.1 FACTORES DE RIESGO DE TIPO TECNOLÓGICO, ORGANIZACIONAL Y HUMANO

Se presentan seguidamente en la Tabla 3.1, clasificados, de acuerdo con su tipo, en tecnológicos, organizacionales y humanos, los factores identificados de riesgo de incendios, existentes en el Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR.

Tabla 3.1. Tabla de aplicación del método “What if...?”.

No.	¿Qué pasaría si...	Causa	Consecuencia	Medidas de Seguridad	Recomendaciones
1	en varias oficinas existen extensiones eléctricas conectadas a otras y éstas a la vez se encuentran ubicadas sobre alfombras?	Factor Tecnológico Solución inadecuada a una necesidad, dada la carencia de tomacorrientes.	Las instalaciones sobrecargan el circuito eléctrico, lo que incidirá en posibles cortocircuitos.	Disponer una extensión por tomacorriente con las posiciones y calibre necesarios para conectar los equipos eléctricos.	Canalizar todas las instalaciones eléctricas y ubicar tomacorrientes que garanticen la conexión de todos los equipos eléctricos existentes en cada local.
2	el cuarto de comunicaciones no tiene una temperatura adecuada?	Factor Tecnológico Desconocimiento de los parámetros de operación de los equipos de redes.	Pérdida por quemadura de los componentes electrónicos.	Ubicar un equipo de ventilación en el local que garantice un intercambio de temperatura continuo.	Implementar un sistema de climatización en este local.

Tabla 3.1. Tabla de aplicación del método “What if...?”...**continuación...**

3	existen pases de cables eléctricos sin sellar entre locales contiguos?	<p align="center">Factor Tecnológico</p> <p>Desconocimiento de los mecanismos de propagación de un incendio.</p>	Afectación directa de los locales colindantes al involucrado en el incendio.	Controlar el riesgo y planificar su solución.	Sellar todas las aberturas de pases de cables existentes entre locales para evitar la propagación.
4	no se realizan los mantenimientos a los sistemas de protección contra incendios?	<p align="center">Factor Tecnológico</p> <p>Baja capacidad de las entidades de servicios post-venta de sistemas de protección contra incendios.</p>	Inoperatividad de los sistemas.	Designar un responsable e instruirlo en la verificación de los sistemas de protección contra incendios para que realice autoinspecciones técnicas.	Contratar una empresa que garantice la operabilidad, y de mantenimiento a los sistemas de protección contra incendios.
5	existe una escalera circular con peldaños de madera que comunica el mezanine y la planta baja (Jefatura y sala de Jefatura)?	<p align="center">Factor Organizacional</p> <p>Problemas en el diseño arquitectónico de la instalación.</p>	Posibilidad de propagación directa en ambos niveles a través de la escalera.	Controlar el riesgo y planificar su solución.	Compartimentar los locales que ocupan ambos niveles del resto de los locales de forma resistente al fuego.
6	existe un sistema de ventilación que no se compartimenta entre las aulas y demás locales?	<p align="center">Factor Organizacional</p> <p>Inadecuado diseño de las instalaciones de climatización centralizadas.</p>	Afectación directa del personal existente en las aulas colindantes a la hora del inicio del evento.	Controlar el riesgo y planificar su solución.	Compartimentar los conductos de clima, mediante compuertas cortafuego en las intersecciones de locales.

Tabla 3.1. Tabla de aplicación del método “What if...?”...**continuación...**

7	el acceso al cuarto de equipos se utiliza como bodega?	Factor Organizacional Problemas de explotación de la instalación por carencia de locales.	Con esta carga combustible en un incendio se alcanzarían temperaturas para las cuales no fue diseñado este local.	Garantizar que en este local el almacenamiento sea reducido a los mínimos imprescindibles.	Buscar un local que garantice la seguridad para el almacenamiento de todos los medios que se encuentran en este local.
8	el entrepiso y barrederas de las oficinas del mezanine son de madera y además recubierto con alfombras?	Factor Organizacional Problemas en el diseño de interiores de la instalación.	Involucramiento de toda el área en la combustión con riesgo hacia las colindantes.	Revisar diariamente el estado de las alfombras donde existan instalaciones eléctricas.	Eliminar las alfombras y barrederas de madera o sustituirlas por otras que sean retardantes de la combustión. Tratar el entrepiso.
9	las aulas y el Centro de documentación técnica de la planta baja, así como los locales del mezanine cuentan con tabiques que no poseen la resistencia al fuego requerida?	Factor Organizacional Problemas en el diseño arquitectónico de la instalación.	Involucramiento de toda el área en la combustión con riesgo hacia las colindantes.	Controlar el riesgo y planificar su solución.	Reemplazarlas por un tipo de panelería ligera de una resistencia al fuego superior a 30 minutos.
10	es necesario eliminar el fluido eléctrico ante un incendio, si el Cuadro de distribución eléctrica ubicado en el baño de damas, está a una altura inadecuada?	Factor Organizacional Problemas en el diseño eléctrico de la instalación.	Desarrollo de la propagación del incendio a través de las instalaciones eléctricas.	Ubicar una escalera para que una persona responsable de esa labor, desconecte de forma rápida el fluido eléctrico en caso de una emergencia.	Reubicar el cuadro de distribución eléctrica en cuanto a altura y local, señalizándolo para conocimiento del personal.

Tabla 3.1. Tabla de aplicación del método “What if...?”...**continuación...**

11	el entrepiso se soporta con vigas metálicas no protegidas?	<p align="center">Factor Organizacional</p> Problemas en el diseño estructural de la instalación.	Derrumbe y propagación del incendio de un nivel a otro.	Controlar el riesgo y planificar su solución.	Proteger todas las estructuras soportantes de la instalación, para aumentar su resistencia al fuego a 60 minutos.
12	no existen planes de mantenimiento a los sistemas de protección contra incendios?	<p align="center">Factor Organizacional</p> Desconocimiento de los responsables de la instalación.	Inoperatividad de los sistemas.	Designar un responsable e instruirlo en la verificación de los sistemas de protección contra incendios para que realice autoinspecciones técnicas.	Contratar una empresa que garantice la operabilidad, y de mantenimiento a los sistemas de protección contra incendios.
13	existe una puerta doble que accede al edificio inmobiliario, la cual está normalmente cerrada y clausurada?	<p align="center">Factor Organizacional</p> Problemas de conflicto de intereses de la seguridad de la instalación.	No se podrán evacuar las personas existentes en el momento del evento por la escalera del edificio.	Controlar que la puerta permanezca sin cerrojo ni candado durante la jornada laboral.	Ubicar un sistema de cierre y barra antipánico de forma tal que sólo sea posible su apertura desde el interior hacia la escalera de evacuación.
14	las puertas de acceso de las aulas abren en sentido contrario a la evacuación?	<p align="center">Factor Organizacional</p> Inadecuado diseño del sentido de apertura de las puertas.	Aglomeración de personas en los accesos con posibilidad de que algunas tengan contusiones.	Realizar simulacros e instruir a través de una inducción al personal que frecuenta la instalación, para garantizar la evacuación segura.	Cambiar el sentido de giro de las puertas de accesos a las aulas así como sus marcos.

Tabla 3.1. Tabla de aplicación del método “What if...?”...**continuación...**

15	no existen actas de conciliación con el Cuerpo de bomberos del municipio?	<p>Factor Organizacional</p> <p>Falta de interrelación entre el Instituto y el Cuerpo de bomberos del municipio.</p>	Desconocimiento de las características y riesgos específicos de la edificación, por parte del órgano de respuesta externo.	Realizar contactos de trabajo con el Cuerpo de Bomberos del municipio.	Llevar a efecto las conciliaciones de riesgos y respuestas a emergencias con el Cuerpo de Bomberos del municipio y dejar evidencia de las mismas.
16	existen paneles eléctricos que no poseen sus tapas protectoras?	<p>Factor Humano</p> <p>Falta de gestión por parte del personal designado para esa labor.</p>	Salto de chispas hacia el exterior de los paneles con el consecuente inicio de la combustión de la carga combustible cercana.	Colocar a todos los paneles eléctricos sus respectivas tapas protectoras.	Garantizar el mantenimiento a las instalaciones eléctricas, por parte del personal responsable de esa labor.
17	no existen programas de clases teóricas y prácticas sobre los fundamentos de seguridad contra incendios?	<p>Factor Humano</p> <p>Falta de gestión del personal responsable de su realización.</p>	Deficiente actuación del personal en caso de un evento no deseado.	Programar los planes de clases teóricas y prácticas	Impartir clases teóricas y prácticas a todo el personal de los fundamentos de seguridad contra incendios, así como dejar evidencia de la participación del personal.
18	existen medios de extinción primaria que se encuentran descargados?	<p>Factor Humano</p> <p>Falta de gestión del personal designado para esa labor.</p>	Desarrollo del incendio sin posibilidad de mitigación.	Reubicar los medios que se encuentran en óptimas condiciones, para que todas las áreas se encuentren protegidas.	Sustituir los medios de extinción primaria que se encuentran descargados por otros en óptimo estado técnico.

Tabla 3.1. Tabla de aplicación del método “What if...?”...**continuación...**

19	los medios de extinción primaria se encuentran carentes de mantenimiento?	<p>Factor Humano</p> <p>Falta de gestión del personal designado para esa labor.</p>	El extintor podrá estar inoperante en el momento de ser necesario su uso.	Reubicar los medios que se encuentran en óptimas condiciones con el objetivo que todas las áreas se encuentren protegidas.	Garantizar un mantenimiento planificado a los medios de extinción primaria, para que estén aptos en caso de emergencia.
20	no existen evidencias de las autoinspecciones?	<p>Factor Humano</p> <p>Falta de gestión del personal responsable de su realización.</p>	Falta de claridad del evento de incendio que se va a producir, y de cómo evitarlo.	Programar las autoinspecciones y dejar registros de las mismas.	Realizar las auto-inspecciones e informar de los problemas de la instalación.
21	algunos de los medios de extinción primaria poseen etiquetas de identificación en mal estado o en su defecto carecen de ella?	<p>Factor Humano</p> <p>Falta de gestión del personal designado para esa labor.</p>	El extintor no tendrá garantizada la eficacia en el momento de ser necesario su uso.	Realizar autoinspecciones por parte del personal responsable de la actividad.	Ubicar las etiquetas a aquellos medios de extinción primaria afectados.
22	no existe señalización de los recorridos evacuación?	<p>Factor Humano</p> <p>Falta de gestión del personal designado para esa labor.</p>	Personal atrapado y no dirigido de forma estructurada durante la evacuación.	Realizar un proceso de inducción al personal cursante para que tenga pleno conocimiento de los recorridos de evacuación.	Señalizar todos los recorridos de evacuación existentes e instruir a todo el personal de las acciones a desarrollar durante la evacuación.

Tabla 3.1. Tabla de aplicación del método “What if...?”...**continuación...**

23	ocurre un evento de incendio en la instalación, si los pasillos están obstruidos con material combustible?	<p style="text-align: center;">Factor Humano</p> <p>Falta de organización por el personal designado para esa labor.</p>	No podrán evacuar de forma segura las personas existentes en el momento del evento.	Eliminar todo material combustible que se encuentre obstruyendo los recorridos de evacuación.	Instruir al personal designado para que mantenga organizados y limpios los recorridos de evacuación.
----	--	--	---	---	--

3.2.2 FACTORES DE RIESGO QUE POSIBILITAN EL SURGIMIENTO DEL INCENDIO

Se han identificado los siguientes factores de riesgo que pueden propiciar el surgimiento de un incendio en el Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR:

1. Existen extensiones eléctricas acopladas a otras extensiones eléctricas, ubicadas además directamente sobre las alfombras y cerca de depósitos de desechos, como lo muestran las figuras A.III.1, A.III.2, A.III.3 y A.III.4 del Anexo III.

Esto se identificó por la proximidad de materiales sólidos combustibles a instalaciones que sobrecargan el circuito eléctrico.

2. No existe un sistema de protección interno contra las sobretensiones (efectos secundarios que producen las corrientes de los rayos) que se pueden inducir en las líneas de alimentación eléctrica, comunicaciones y datos.

Esto se identificó debido a que al no existir dispositivos descargadores de sobretensión, que limiten el impulso electromagnético de un rayo que incidirá

sobre las instalaciones eléctricas y equipamientos tecnológicos sensibles, surgirán arcos eléctricos.

3. Existen paneles eléctricos, así como interruptores, cajas eléctricas y tomacorrientes, que no poseen sus tapas protectoras, como lo muestra la figura A.III.22 del Anexo III.

Esto se identificó debido a que al no contar con tapas estos elementos eléctricos, permitirán que las chispas que se generan en la conexión, encendido y apagado de los mismos, igniten a los sólidos combustibles cercanos.

4. El cuarto de comunicaciones no tiene una temperatura adecuada.

Esto se identificó debido a que la temperatura de trabajo de los equipos sensibles relacionados a las comunicaciones informáticas debe oscilar entre 18 °C y 21 °C, y la temperatura ambiente del local está sobre este rango, puesto que es la misma del nivel constructivo (>24 °C).

3.2.3 FACTORES DE RIESGO QUE PROPICIAN LA PROPAGACIÓN DEL INCENDIO

Se han identificado los siguientes factores de riesgo que pueden contribuir a la propagación de un incendio en el Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR:

1. Existen módulos de poliespuma en el cofre perdido de la cubierta que no fueron retirados y no se encuentran protegidos, como lo muestra la figura A.III.5 presentada en el Anexo III.

Esto se identificó, por tratarse los módulos de material altamente combustible, que además producen durante su combustión una gran

emanación de humos extremadamente tóxicos y goteo que va a inflamar el material combustible que se encuentre debajo, lo cual va a favorecer el rápido avance del incendio.

2. Existen orificios de pases de cables eléctricos por encima de los cielos falsos que no se encuentran sellados, como lo muestran las figuras A.III.6 y A.III.7 presentadas en el Anexo III.

Esto se identificó por los orificios y aberturas que se encuentran sin sellar, los cuales son medios de propagación de las llamas, los humos y demás productos de la combustión.

3. Existe una abertura, con una escalera con peldaños de madera por el interior de una oficina, que comunica el mezanine y la planta baja (Jefatura y sala de Jefatura), como lo muestra la figura A.III.8 presentada en el Anexo III, en la que también se observa el entrepiso de madera recubierto con alfombra.

Esto se identificó por el hecho de existir una comunicación de dos niveles entre locales interiores, que no están compartimentados del resto de los locales, para en caso de producirse un evento no deseado se contenga en este espacio y no se desarrolle por los dos niveles constructivos.

4. El acceso al cuarto de equipos se utiliza como bodega, consecuentemente existe gran carga combustible en esa área, como lo muestra la figura A.III.13 presentada en el Anexo III.

Esto se identificó debido a que el fuego puede avanzar rápidamente gracias a la gran cantidad de combustibles que puede encontrar en esta área, además por el exceso de carga combustible que hay en un almacenamiento, se alcanzarán durante el incendio elevadas temperaturas, para las cuales no está diseñado este local, produciéndose boquetes y la consiguiente propagación del incendio a los locales colindantes.

5. La bodega no se encuentra sectorizada como área de almacenamiento, por lo que no se garantiza la compartimentación del inmueble.

Esto se identificó porque hay sectores de incendio, cuya carga combustible es normalmente superior a la de los locales colindantes, por lo cual deben estar separados por elementos de construcción delimitadores resistentes al fuego durante un período de tiempo determinado, de forma que en su interior se confine (o excluya) el incendio y de ese modo pueda ser combatido sin que se desarrolle.

6. Existe un sistema de ventilación que no posee compuertas cortafuegos entre las aulas y demás locales, como lo muestra la figura A.III.17 presentada en el Anexo III.

Esto se identificó porque al no haber dichas compuertas, permitirá que en caso de un incendio, este se introduzca en el conducto y se propague del local de surgimiento hacia todos los que están comunicados.

7. Las aulas y el Centro de documentación técnica de la planta baja, así como los locales del mezanine cuentan con tabiques que no poseen la resistencia al fuego requerida, como lo muestra la figura A.III.18 presentada en el Anexo III.

Esto se identificó por la carencia de una compartimentación adecuada entre las mismas, que limite la propagación del incendio durante el tiempo requerido. No puede ser cualquier tabique, porque si este no posee la resistencia al fuego requerida, se van a producir boquetes y la consiguiente propagación del evento a los locales colindantes.

8. El entepiso y barrederas de las oficinas del mezanine son de madera, y además recubierto de alfombras, como se ve en la figura A.III.21 del Anexo III.

Esto se identificó debido a que la propagación del fuego se suele producir con suma facilidad gracias a estos elementos combustibles, además de ser carga combustible más allá de la que por diseño debería tener un sector destinado a oficinas.

9. El personal no tiene pleno dominio tanto de las medidas preventivas y de seguridad, como de las acciones a desarrollar ante una emergencia.

Esto se identificó por la razón de que el personal al no conocer las acciones a realizar durante la mitigación de un principio de incendio, permitirá que este avance sin control.

3.2.4 FACTORES DE RIESGO QUE DIFICULTAN LA EXTINCIÓN DEL INCENDIO

Se han identificado los siguientes factores de riesgo que pueden dificultar la extinción de un incendio en el Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR:

1. Se encontró un extintor de polvo químico descargado, junto a la entrada de la escalera del mezanine, como lo muestra la figura A.III.9 presentada en el Anexo III.

Esto se identificó porque el extintor carecía del sello en el pasador de seguridad, y la pluma del manómetro estaba por debajo del nivel de carga óptimo, lo que evidencia que este medio fue accionado.

2. Existen medios de extinción primaria que se encuentran obstruidos y ubicados en el suelo, como se ve en las figuras A.III.10 y A.III.20 del Anexo III.

Esto se identificó porque al estar obstruidos por mobiliarios, se dificultará acceder a ellos en caso de una emergencia.

3. El cuadro general de distribución eléctrica está ubicado a una altura inadecuada y en el servicio sanitario de damas de la planta baja, como lo muestra la figura A.III.12 presentada en el Anexo III.

Esto se identificó por su difícil ubicación, que impide un corte rápido y seguro de la energía eléctrica.

4. El entrepiso se soporta con vigas metálicas no protegidas, como se puede ver en la figura A.III.14 del Anexo III.

Esto se identificó por la falta de una protección estructural a las vigas portantes del entrepiso, que aumente su resistencia al fuego y no permita su colapso, lo cual perjudicaría las acciones de extinción que en ese momento estén en ejecución.

5. Los medios de extinción primaria se encuentran carentes de mantenimiento, como lo muestra la figura A.III.19 presentada en el Anexo III.

Esto se identificó por la observación de las etiquetas de verificación y mantenimiento de los extintores, que señalaban que la última revisión fue en octubre de 2008.

6. El personal no tiene pleno dominio de las acciones a desarrollar ante una emergencia, así como de la utilización de los medios de extinción primaria.

Esto se identificó porque aún en el supuesto caso de contar con medios de extinción primaria en buenas condiciones de operabilidad, el personal desconoce como usarlos, por lo que las acciones de combate serán limitadas e incluso contraproducentes.

7. Se carece de un Plan de Actuación y medios de aviso en caso de un eventual incendio.

Esto se identificó porque al no existir un plan de respuestas a emergencias de incendio adecuadamente estructurado en la instalación, el personal no sabrá que acciones realizar.

8. No se muestran evidencias de que el personal esté debidamente capacitado y entrenado para actuar en casos de incendios.

Esto se identificó por los escasos conocimientos y habilidades que demostró el personal, ante las preguntas de rigor realizadas en diferentes visitas a la instalación. El personal debe recibir capacitación y entrenamiento continuo, de manera que no pierda tiempo valioso en pensar en que hacer, sino que actúe de forma rápida y eficaz en caso de incendios.

3.2.5 FACTORES DE RIESGO QUE OBSTACULIZAN LA EVACUACIÓN DE PERSONAS Y BIENES SALVAGUARDABLES

Se han identificado los siguientes factores de riesgo que pueden obstaculizar la evacuación exitosa de personas y bienes salvaguardables, en caso de un incendio, en el Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR:

1. El personal desconoce las acciones a llevar a cabo y por donde debe dirigirse de forma estructurada la evacuación de personas y bienes que se consideren salvaguardables.

Esto se identificó debido a la escasa evidencia de conocimientos y habilidades demostrada por el personal, ante las preguntas de rigor que se hizo en el transcurso de varias visitas a la instalación. Para que tenga éxito la evacuación, el personal debe conocer a la perfección, las acciones a llevar a cabo y por donde dirigirse, a base de entrenamiento, hasta convertirlas casi en acto reflejo.

2. Existe una puerta doble que accede a la escalera de evacuación del edificio inmobiliario la cual está normalmente cerrada y clausurada, como se visualiza en la figura A.III.11 del Anexo III.

Esto se identificó porque al permanecer la puerta en horario laboral doblemente asegurada, por medio de una reja con llave más una cadena con candado, el personal no podrá evacuar por esa vía.

3. Las puertas de acceso de las aulas abren en sentido contrario al de la evacuación, como lo muestran las figuras A.III.15 y A.III.16 presentadas en el Anexo III.

Esto se identificó debido a que para que la evacuación no se vea entorpecida en locales con capacidad superior a 15 personas, las puertas deben abrir hacia fuera del local.

4. Hay mobiliario ubicado lateralmente en los recorridos de evacuación.

Esto se identificó debido a que si los recorridos de evacuación están obstruidos con material combustible, además de reducir el flujo, no podrán evacuar de forma segura tanto las personas como los bienes salvaguardables en caso de siniestro.

5. Se carece de un Plan de Evacuación en sentido general y específico por áreas y locales.

Esto se identificó porque el Instituto no cuenta con un plan de respuestas a emergencias de incendio adecuadamente estructurado.

6. No existe señalización de los recorridos de evacuación.

Esto se identificó porque no hay señalización acorde a las normativas internacionales y conforme a un plan de respuestas a emergencias adecuadamente estructurado.

3.3 ESTIMACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS

3.3.1 TIPO DE CONSTRUCCIÓN

Como primer paso se estableció el tipo de construcción. Para ello se partió del conocimiento de los tipos de construcciones que existen y que se muestran en las Figuras 3.1, 3.2 y 3.3.

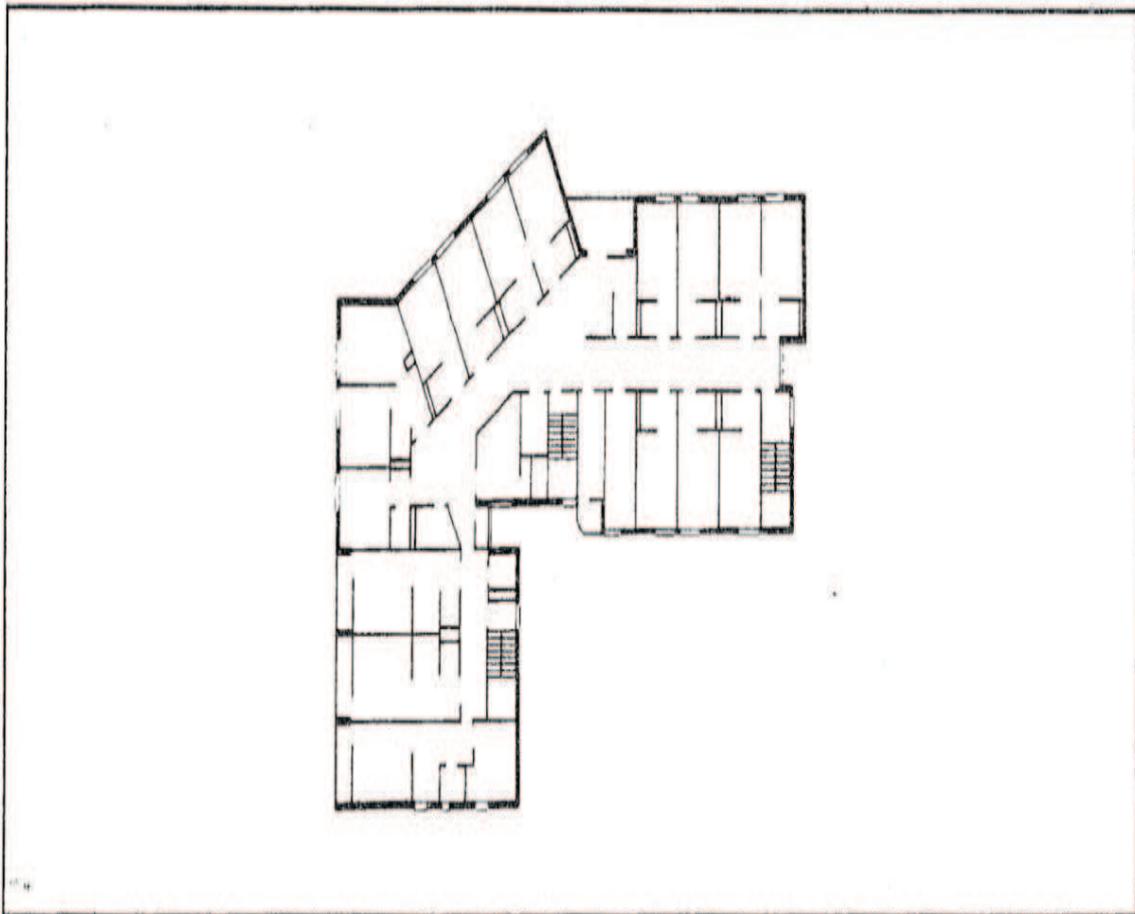


Figura 3.1. Tipo de construcción Z.
(Gretener, 1998)

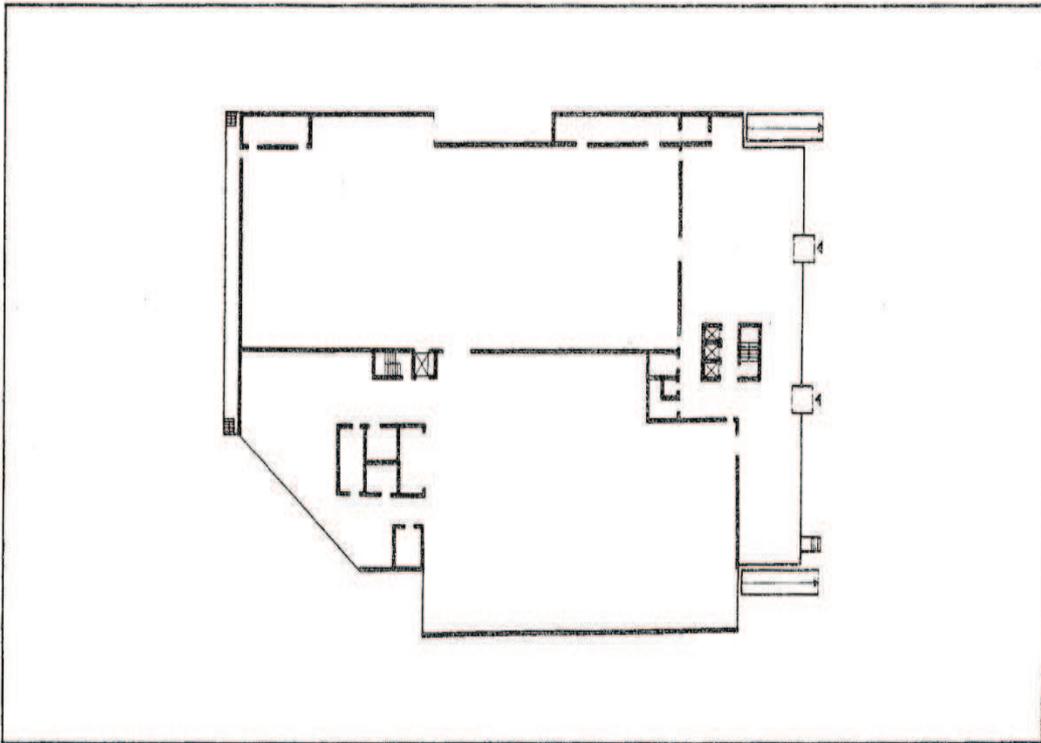


Figura 3.2. Tipo de construcción G.
(Gretener, 1998)

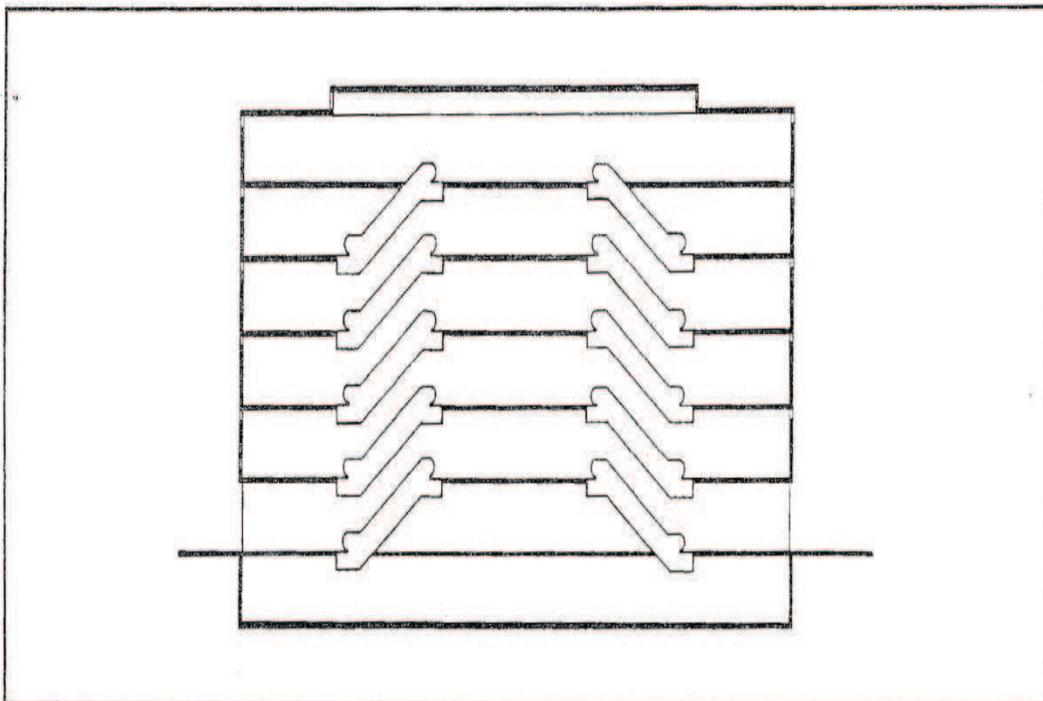


Figura 3.3. Tipo de construcción V.
(Gretener, 1998)

Según su influencia en la propagación del fuego, se distinguen tres tipos de edificaciones:

- Tipo Z: Construcción en células cortafuegos que dificultan y limitan la propagación horizontal y vertical del fuego.
- Tipo G: Construcción de gran superficie que permite y facilita la propagación horizontal pero no la vertical del fuego.
- Tipo V: Construcción de gran volumen que favorece y acelera la propagación horizontal y vertical del fuego.

De las inspecciones se dedujo que el Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR posee una construcción Mixta (B), debido a que la resistencia al fuego de los sistemas constructivos que lo componen es variable; por otra parte se constató la presencia de locales o células que cuentan con una superficie de 30 m² a 200 m², y que las separaciones entre células y entre los niveles constructivos son insuficientemente resistentes al fuego. Según la tabla 3.2 y con estas características, se valoró que el tipo de construcción es “V”.

Tabla 3.2. Determinación del tipo de construcción.

Tipo de construcción	A MACIZA (Resistencia al fuego definida)	B MIXTA (Resistencia al fuego variable)	C COMBUSTIBLE (Escasa re- sistencia al fuego)
Compartimentado			
Células Locales 30 - 200 m ²	Z	Z ¹ G ² V ³	V
Grandes superficies Plantas separadas entre ellas y > 200 m ²	G	G ² V ³	V
Grandes volúmenes Conjunto del edificio, varias plantas unidas	V	V	V

1. Separaciones entre células y plantas resistentes al fuego.
2. Separaciones entre plantas resistentes al fuego, entre células insuficientemente resistentes al fuego.
3. Separaciones entre células y plantas insuficientemente resistentes al fuego.

(Gretener, 1998)

3.3.2 PELIGRO POTENCIAL (P)

En la estimación y valoración del peligro potencial de la instalación se analizó la carga de incendio mobiliaria (Q_m), la combustibilidad (Fe), el peligro de humos (Fu), el peligro de corrosión o toxicidad (Co/Tx), la carga de incendio inmobiliaria (Q_i), el nivel de la planta (E,H) y la superficie del compartimento ($AB-l:b$). En la tabla 3.3 se clasifican tanto los peligros inherentes al contenido como los inherentes al edificio.

Tabla 3.3. Designación de peligros.

Factor	Designación de peligros	Símbolo, Abreviatura	Atribución
q	Carga térmica mobiliaria	Q_m	Peligros inherentes al contenido
c	Combustibilidad	Fe	
r	Formación de humos	Fu	
k	Peligro de corrosión, toxicidad	Co/Tx	
i	Carga térmica inmobiliaria	Q_i	Peligros inherentes al edificio
e	Nivel de la planta o altura del local	E, H	
g	Tamaño de los compartimentos corta-fuegos y su relación longitud/anchura	AB $l:b$	

(Gretener, 1998)

Según el método se realiza el análisis para la parte más peligrosa o crítica de la instalación (Gretener, 1998). En el Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR luego de una minuciosa y total investigación, se ha considerado como el local más peligroso o crítico, el Centro de documentación técnica, por tener la mayor carga combustible, cuyo valor se especificará en los párrafos siguientes.

3.3.2.1 Carga de incendio mobiliaria (Q_m – factor q)

La carga de incendio mobiliaria Q_m (unidad: MJ/m^2) comprende, para cada compartimento cortafuego, la cantidad total de calor desprendida en la combustión completa de todas las materias mobiliarias, dividida por la superficie del suelo del compartimento cortafuego considerado.

Cuando el uso está bien determinado y el tipo de materias depositadas es uniforme, por intermedio de la Tabla A.IV.1 del Anexo IV se determina el valor de la carga de incendio mobiliaria (Q_m) y directamente el valor de q , así como de los factores c , r y k que se analizarán a continuación (Gretener, 1998).

3.3.2.1.1 Estimación de la carga de incendio mobiliaria (Q_m)

El local de riesgo considerado (Centro de documentación técnica), tiene un uso bien determinado (Biblioteca) y el tipo de materias depositadas es uniforme, por consiguiente según como especifica el método Gretener para estos casos, se ha estimado a través de la Tabla A.IV.1, del Anexo IV, que la carga de incendio mobiliaria (Q_m) es de 2000 MJ/m². Es importante señalar que en dicha tabla existe el margen para cubrir los respectivos factores de seguridad (Gretener, 1998).

Seguidamente se va a verificar, si la carga de incendio mobiliaria (Q_m) del Centro de documentación técnica, cuya superficie es de 126 m², está de acuerdo con lo que se ha estimado a través de la Tabla A.IV.1 del Anexo IV.

En la Tabla 3.4 se exponen las cantidades aproximadas de materiales existentes en dicho centro, así como sus respectivos poderes caloríficos y las cargas de incendio mobiliarias calculadas.

Tabla 3.4. Carga de incendio mobiliaria del Centro de documentación técnica.

MATERIAL	PODER CALORÍFICO (MJ/kg)	CANTIDAD (kg)	CARGA DE INCENDIO MOBILIARIA (MJ/m ²)
Madera	18,39	5898	860,83
Cartón	16,30	306	39,59
Papel	17,56	5816	810,55
Textil	15,05	53	6,33
Plástico	37,62	44	13,14

Consecuentemente, el sumatorio de las cargas de incendio mobiliarias es de 1730,44 MJ/m², que al introducir un factor de seguridad del 30%, da como resultado una carga de incendio mobiliaria total de 2249,57 MJ/m².

Por lo tanto, la carga de incendio mobiliaria del Centro de documentación técnica, está dentro del rango establecido por el método Gretener para casos como este.

3.3.2.1.2 Valoración del factor de la carga de incendio mobiliaria (q)

A partir de la estimación anterior, y puesto que la carga de incendio mobiliaria (Q_m) se encuentra comprendida entre 1701 MJ/m² y 2500 MJ/m², se procedió a valorar su factor (q), con el uso de la Tabla 3.5.

Tabla 3.5. Carga de incendio mobiliaria.

Q _m	($\frac{MJ}{m^2}$)	q	Q _m	($\frac{MJ}{m^2}$)	q	Q _m	($\frac{MJ}{m^2}$)	q
hasta	50	0,6	401	600	1,3	5.001	7.000	2,0
51	75	0,7	601	800	1,4	7.001	10.000	2,1
76	100	0,8	801	1.200	1,5	10.001	14.000	2,2
101	150	0,9	1.201	1.700	1,6	14.001	20.000	2,3
151	200	1,0	1.701	2.500	1,7	20.001	28.000	2,4
201	300	1,1	2.501	3.500	1,8	más de	28.000	2,5
301	400	1,2	3.501	5.000	1,9			

(Gretener, 1998)

El valor que se obtuvo del factor de la carga de incendio mobiliaria (q) fue de **1,7**, que es exactamente el valor que determina directamente también la Tabla A.IV.1 del Anexo IV.

3.3.2.2 Combustibilidad (Fe – factor c)

Cuantifica la inflamabilidad y la velocidad de combustión de las materias combustibles.

Todas las materias sólidas, líquidas y gaseosas se encuentran catalogadas en 6 grados de combustibilidad, del 1 al 6 según el catálogo CEA (CEA, 2004).

Deberá tenerse en cuenta la materia que tenga el valor de c mayor, sin embargo, ella debe representar al menos el 10 % del conjunto de la carga de incendio mobiliario contenida en el compartimento considerado.

3.3.2.2.1 Estimación del grado de combustibilidad (Fe)

De acuerdo al local de riesgo considerado (Centro de documentación técnica), se estimó según el catálogo CEA que el grado de combustibilidad (Fe) es de 3, puesto que los materiales depositados en dicho local son, mayoritariamente, papel, cartón y madera; elementos que conforme al citado catálogo tienen ese grado de combustibilidad (CEA, 2004).

3.3.2.2.2 Valoración del factor de la combustibilidad (c)

Realizada la estimación anterior, se procedió a valorar el factor de la misma, usando la Tabla 3.6.

Tabla 3.6. Grado de combustibilidad.

Grado de Combustibilidad - Según CEA	c
1	1,6
2	1,4
3	1,2
4	1,0
5	1,0
6	1,0

(Gretener, 1998)

El valor que se obtuvo del factor de la combustibilidad (c) fue de **1,2**, que es exactamente el valor que determina directamente también la Tabla A.IV.1 del Anexo IV.

3.3.2.3 Peligro de humos (Fu – factor r)

Se refiere este término a las materias que arden desarrollando un humo particularmente intenso.

La materia que tenga el valor r mayor, será determinante; sin embargo, debe representar; al menos, la décima parte del conjunto de carga de incendio mobiliaria contenida en el compartimento considerado. Si existiesen materias fuertemente fumígenas y cuya carga de fuego sea menor del 10 %, aún cuando no cumple la condición anterior, se tomará como valor $r = 1,1$.

3.3.2.3.1 Estimación del peligro de humos (Fu)

De acuerdo al local de riesgo considerado (Centro de documentación técnica), se estimó según el catálogo CEA que el peligro de humos (Fu) es de grado 3; es decir normal, puesto que los materiales depositados en dicho local son, mayoritariamente, papel, cartón y madera; elementos que conforme al citado catálogo tienen ese grado de peligro de humos (CEA, 2004).

3.3.2.3.2 Valoración del factor del peligro de humos (r)

A partir de la estimación anterior, se procedió a valorar el factor del peligro de humos (r), utilizando la Tabla 3.7.

Tabla 3.7. Peligro de humos.

Clasificación de Materias y Mercancías	Grado	Peligro de humo	r
Fu	3	Normal	1,0
	2	Medio	1,1
	1	Grande	1,2

(Gretener, 1998)

El valor que se obtuvo del factor de peligro de humos (r) fue de **1,0**, que es exactamente el valor que determina directamente también la Tabla A.IV.1 del Anexo IV.

3.3.2.4 Peligro de corrosión o toxicidad (C_o – factor k)

Hace referencia a las materias que producen al arder cantidades importantes de gases corrosivos o tóxicos.

La materia que tenga el valor de k mayor, será determinante; sin embargo, debe representar, al menos, la décima parte del conjunto de la carga de incendio mobiliaria contenida en el compartimento considerado.

Si existen materias que presentasen un gran peligro de corrosión o de toxicidad y su participación en la carga mobiliaria total es inferior al 10 %, aún cuando no cumple la condición anterior, se tomará como valor $k = 1,1$.

3.3.2.4.1 Estimación del peligro de corrosión o toxicidad (C_o)

De acuerdo al local de riesgo considerado (Centro de documentación técnica), se estimó según el catálogo CEA que el peligro de corrosión o toxicidad (C_o) es normal, puesto que los materiales depositados en dicho local son, mayoritariamente, papel, cartón y madera; elementos que conforme al citado catálogo tienen el mencionado peligro de corrosión o toxicidad (CEA, 2004).

3.3.2.4.2 Valoración del factor del peligro de corrosión o toxicidad (k)

Efectuada la estimación anterior, se procedió a valorar el factor de la misma, con el uso de la Tabla 3.8.

Tabla 3.8. Peligro de corrosión o toxicidad.

Clasificación de Materias y Mercancías	Peligro de Corrosión o Toxicidad	k
Co	Normal	1,0
	Medio	1,1
	Grande	1,2

(Gretnener, 1998)

El valor que se obtuvo del factor de peligro de corrosión o toxicidad (k) fue de **1,0**, que es exactamente el valor que determina directamente también la Tabla A.IV.1 del Anexo IV.

3.3.2.5 Carga de incendio inmobiliaria (Q_i – factor i)

Permite considerar la parte combustible contenida en los diferentes elementos de la construcción y su influencia en la propagación previsible del incendio.

El factor i depende de la combustibilidad de la construcción portante, de los elementos de las fachadas y cubierta.

3.3.2.5.1 Estimación de la carga de incendio inmobiliaria (Q_i)

De acuerdo al local de riesgo considerado, se estimó que la estructura portante es incombustible.

De igual forma, se estimó que los elementos de fachadas y cubierta son igualmente incombustibles.

Ambas estimaciones bajo el hecho de que la parte fundamental de la construcción es hormigón y acero.

3.3.2.5.2 Valoración del factor de la carga de incendio inmobiliaria (i)

A partir de la estimación anterior, tomando en cuenta la estructura portante y los elementos de fachada y cubierta del compartimento considerado, se procedió a valorar su factor, con el uso de la Tabla 3.9.

Tabla 3.9. Carga de incendio inmobiliaria.

Estructura portante	Elementos de fachadas, tejados	Hormigón Ladrillos Metal	Componentes de fachadas multicapas con capas exteriores incombustibles	Maderas Materias sintéticas
		Incombustible	Combustible protegida	Combustible
Hormigón, ladrillo, acero, otros metales	incombustible	1,0	1,05	1,1
Construcción en madera — revestida — contrachapada* — maciza*	combustible protegida combustible	1,1	1,15	1,2
Construcción en madera — ligera	combustible	1,2	1,25	1,3

* Dimensión mínima según AEAI/SPI.

(Gretener, 1998)

El valor que se obtuvo del factor de la carga de incendio inmobiliaria (i) fue de **1,0**.

3.3.2.6 Nivel de la planta (E,H – factor e)

Cuando se trata de inmuebles de varios pisos, este término cuantifica, en función de la situación de las plantas, las dificultades presumibles que tienen las personas que habitan el establecimiento para evacuarlo, así como la complicación de la intervención de bomberos.

Así mismo para inmuebles de diversas plantas de altura normal, el factor **e** lo determina el número de plantas; mientras que, en las plantas de altura superior a 3 m, se ha de tomar la cota E del suelo del piso analizado para determinar dicho factor, como se muestra en la Figura 3.4.

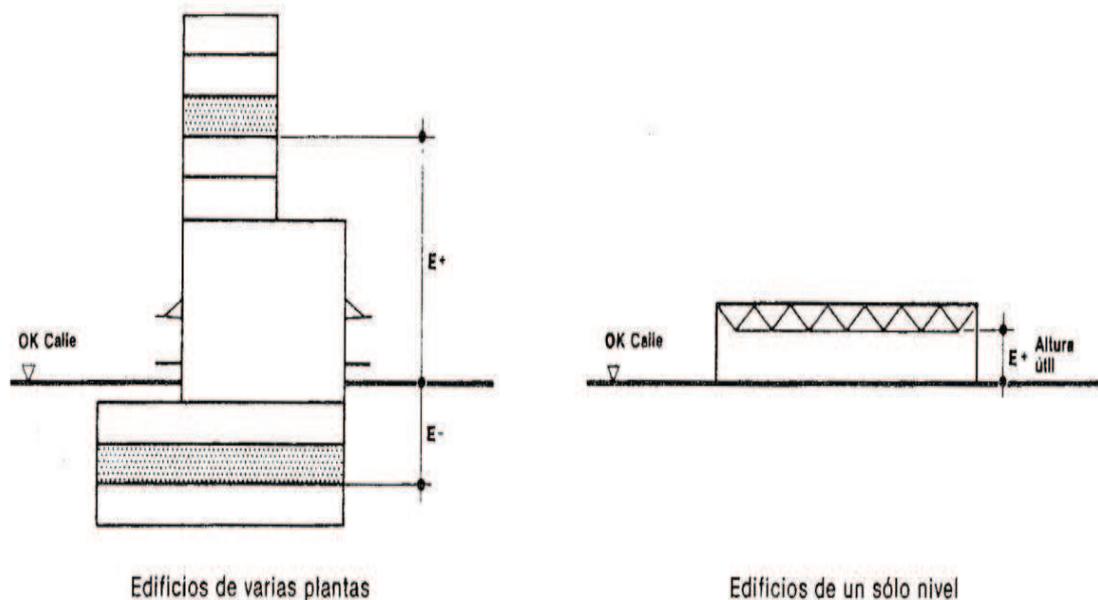


Figura 3.4. Niveles de edificios.
(Gretener, 1998)

En el caso particular de los edificios de tipo de construcción “V”, el valor de e será el más elevado de los que correspondan a los pisos que se comunican entre ellos.

3.3.2.6.1 Estimación del nivel de la planta (E, H)

De acuerdo al local de riesgo considerado, se estimó que dado que este compartimento se encuentra en un edificio de varias plantas de construcción de tipo “V”, la altura de la planta más elevada correspondiente a los pisos comunicados es la del mezanine, la cual es menor a 4 m.

3.3.2.6.2 Valoración del factor del nivel de la planta (e)

A partir de la estimación anterior, se procedió a valorar el factor e , con el uso de la Tabla 3.10.

El valor que se obtuvo del factor del nivel de la planta (e) fue de **1,0**.

3.3.2.7 Superficie del compartimento (AB-l:b – factor g)

Cuantifica la probabilidad de propagación horizontal de un incendio. Cuanto más importantes son las dimensiones de un compartimento cortafuego (AB) más desfavorables son las condiciones de lucha contra el fuego.

Tabla 3.10. Edificio de varias plantas.

EDIFICIOS DE VARIAS PLANTAS		
Planta	E ⁺ Cota de la planta respecto a la rasante	e
Planta 11 y superiores	≤ 34 m	2,00
Plantas 8, 9 y 10	≤ 25 m	1,90
Planta 7	≤ 22 m	1,85
Planta 6	≤ 19 m	1,80
Planta 5	≤ 16 m	1,75
Planta 4	≤ 13 m	1,65
Planta 3	≤ 10 m	1,50
Planta 2	≤ 7 m	1,30
Planta 1	≤ 4 m	1,00
Planta baja	.	1,00

(Gretener, 1998)

La relación longitud / ancho de los compartimentos cortafuegos de grandes dimensiones, influye sobre las posibilidades de acceso de los bomberos.

Los valores del factor g se representan en función de la superficie del compartimento cortafuego ($AB = l \cdot b$), así como por la relación longitud / ancho del compartimento considerado (l/b). Los dos parámetros AB y l/b se relacionan en la Tabla 3.11 del factor g.

Para los edificios de tipo de construcción "V", el compartimento cortafuego más importante es el que se ha tomar en consideración. Aquí se debe tener en cuenta que si representa a varias plantas, la superficie total será la suma de éstas.

3.3.2.7.1 Estimación de la superficie del compartimento (AB)

De acuerdo con el local de riesgo considerado, se estimó que, dado que este compartimento se encuentra ubicado en la planta baja, se tomará la relación l/b de 1:1 para una superficie del compartimento menor a 400 m² (tiene aproximadamente 126 m²), por la nota de la Tabla 3.11.

3.3.2.7.2 Valoración del factor de la superficie del compartimento (g)

A partir de la estimación anterior, considerando que el compartimento se encuentra en la planta baja, se procedió a valorar el factor de la misma, con el uso de la Tabla 3.11.

El valor que se obtuvo del factor dimensional del compartimento (g) fue de **0,4**.

3.3.2.8 Cálculo del peligro potencial (P)

Una vez realizadas las estimaciones y valoraciones anteriores, se procedió a calcular el peligro potencial (P), mediante la ecuación [1.3]:

$$P = q \cdot c \cdot r \cdot k \cdot i \cdot e \cdot g$$

Que al sustituir con los valores de los factores obtenidos anteriormente, se tiene:

$$P = 1,70 \cdot 1,20 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 0,40$$

$$P = 0,816$$

Por consiguiente el valor que se obtuvo del peligro potencial (P) fue de **0,816**.

Tabla 3.11. Tamaño del compartimento corta fuego.

	l:b Relación longitud/anchura del compartimento cortafuego							Factor dimensional
	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	g
800	770	730	680	630	580	500	400	0,4
1200	1150	1090	1030	950	870	760	600	0,5
1600	1530	1450	1370	1270	1150	1010	800	0,6
2000	1900	1800	1700	1600	1450	1250	1000	0,8
2400	2300	2200	2050	1900	1750	1500	1200	1,0
4000	3800	3600	3400	3200	2900	2500	2000	1,2
6000	5700	5500	5100	4800	4300	3800	3000	1,4
8000	7700	7300	6800	6300	5800	5000	4000	1,6
10000	9600	9100	8500	7900	7200	6300	5000	1,8
12000	11500	10900	10300	9500	8700	7600	6000	2,0
14000	13400	12700	12000	11100	10100	8800	7000	2,2
16000	15300	14500	13700	12700	11500	10100	8000	2,4
18000	17200	16400	15400	14300	13000	11300	9000	2,6
20000	19100	18200	17100	15900	14400	12600	10000	2,8
22000	21000	20000	18800	17500	15900	13900	11000	3,0
24000	23000	21800	20500	19000	17300	15100	12000	3,2
26000	24900	23600	22200	20600	18700	16400	13000	3,4
28000	26800	25400	23900	22200	20200	17600	14000	3,6
32000	30600	29100	27400	25400	23100	20200	16000	3,8
36000	34400	32700	30800	28600	26000	22700	18000	4,0
40000	38300	36300	35300	31700	28800	25200	20000	4,2
44000	42100	40000	37600	34900	31700	27700	22000	4,4
52000	49800	47200	44500	41300	37500	32800	26000	4,6
60000	57400	54500	51300	47600	43300	37800	30000	4,8
68000	65000	61800	58100	54000	49000	42800	34000	5,0

NOTA RELATIVA A LA RELACION l:b:

Para todos los compartimentos cortafuegos mencionados a continuación, es necesario leer el valor de g en la columna l:b = 1:1, incluso si la relación l:b efectiva es diferente:

- Compartimentos cortafuego en subsuelo.
- Compartimentos cortafuego interiores en planta baja y de la primera a la séptima planta.
- Compartimentos cortafuego a partir de la octava planta.

(Gretener, 1998)

3.3.3 MEDIDAS DE PROTECCIÓN (M)

En la estimación y valoración de las medidas de protección de la instalación se analizan las medidas normales (N), las medidas especiales (S) y las medidas en la construcción (F).

3.3.3.1 Medidas normales (N)

Las medidas normales se estiman y valoran según las especificaciones de la Tabla 3.12.

3.3.3.1.1 Extintores portátiles (n_1)

Deben considerarse únicamente los extintores homologados, provistos de etiquetas y reconocidos por las instancias competentes y aseguradores contra el incendio.

a) Estimación de los extintores portátiles (n_1)

De acuerdo a la identificación de factores de riesgo en relación con este aspecto, se estimaron los extintores portátiles como insuficientes.

b) Valoración de los extintores portátiles (n_1)

Luego de efectuada la estimación precedente, se procedió a valorar los extintores portátiles (n_1) con el uso de la Tabla 3.12, producto de lo cual se obtuvo el valor de **0,90**.

3.3.3.1.2 Bocas de incendio equipadas (n_2)

Para posibilitar una primera intervención a través del personal instruido de la instalación, las BIE deben estar suficientemente equipadas.

a) Estimación de las bocas de incendio equipadas (n_2)

Se estimaron inexistentes, dada la ausencia de las bocas de incendio equipadas en el interior de la instalación, y puesto que las localizadas en el resto del edificio son inaccesibles.

Tabla 3.12. Medidas normales.

MEDIDAS NORMALES			n								
n ₁	10	Extintores portátiles según RT2-EXT									
	11	Suficientes	1,00								
	12	Insuficientes o inexistentes	0,90								
n ₂	20	Hidrantes interiores (BIE) Según RT2-BIE									
	21	Suficientes	1,00								
	22	Insuficientes o inexistentes	0,80								
n ₃	30	<i>Fiabilidad de la aportación de agua***</i> Condiciones mínimas de caudal* <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Riesgo alto / más de 3.600 l.p.m.</td> <td>Reserva de agua**</td> </tr> <tr> <td>Riesgo medio / más de 1.800 l.p.m.</td> <td>min. 480 m³</td> </tr> <tr> <td>Riesgo bajo / más de 900 l.p.m.</td> <td>min. 240 m³</td> </tr> <tr> <td></td> <td>min. 120 m³</td> </tr> </table>	Riesgo alto / más de 3.600 l.p.m.	Reserva de agua**	Riesgo medio / más de 1.800 l.p.m.	min. 480 m ³	Riesgo bajo / más de 900 l.p.m.	min. 240 m ³		min. 120 m ³	
	Riesgo alto / más de 3.600 l.p.m.	Reserva de agua**									
	Riesgo medio / más de 1.800 l.p.m.	min. 480 m ³									
	Riesgo bajo / más de 900 l.p.m.	min. 240 m ³									
		min. 120 m ³									
			Presión - Hidrante								
			menos de 2 bar	más de 2 bar	más de 4 bar						
		31	Depósito con reserva de agua para extinción: - Elevado o - Con bombeo de agua subterránea con accionamiento independiente de la red eléctrica.	0,70	0,85	1,00					
		32	Depósito elevado sin reserva de agua para extinción, con bombeo de aguas subterráneas, independiente de la red eléctrica.	0,65	0,75	0,90					
		33	Bomba de capa subterránea independiente de la red eléctrica, sin reserva.	0,60	0,70	0,85					
	34	Bomba de capa subterránea dependiente de la red eléctrica, sin reserva.	0,50	0,60	0,70						
	35	Aguas naturales con sistema de impulsión.	0,50	0,55	0,60						
n ₄	40	Longitud de la manguera de aportación de agua									
	41	Long. del conducto < 70 m			1,00						
	42	Long. del conducto 70 - 100 m (Distancia entre el hidrante y la entrada del edificio)			0,95						
	43	Long. del conducto > 100 m			0,90						
n ₅	50	Personal instruido									
	51	Disponibile y formado			1,00						
	52	Inexistente			0,80						

* Cuando el caudal sea menor, es necesario reducir los factores 31 a 34 en 0,05 por cada 300 l.p.m. de menos.

** Cuando la reserva sea menor, es necesario reducir los factores 31 a 34 en 0,05 por cada 36 m³ de menos.

*** Este apartado deberá adaptarse en un futuro a los criterios contenidos en las Reglas Técnicas RT2-CHE y RT2-ABA, más acordes con la realidad en España.

(Gretener, 1998)

b) Valoración de las bocas de incendio equipadas (n_2)

Una vez realizada la estimación anterior, se procedió a valorar las bocas de incendio equipadas (n_2) con el uso de la Tabla 3.12, producto de lo cual se obtuvo el valor de **0,80**.

3.3.3.1.3 Fiabilidad de las fuentes de agua para extinción (n_3)

Para responder a tres grados progresivos de peligros, se exigen condiciones mínimas de caudal y de reserva de agua contra incendios, así como la fiabilidad de la alimentación y de la presión.

La magnitud del riesgo depende del número de personas que puedan encontrarse en peligro simultáneamente en un edificio o en un compartimento así como la concentración de bienes expuestos.

Generalmente se clasifican como de riesgo alto los edificios antiguos históricos-artísticos, grandes almacenes, depósitos de mercancías, explotaciones industriales y artesanales particularmente expuestas al riesgo de incendio, talleres de pintura, de trabajos con la madera y de materias sintéticas, hoteles y hospitales mal compartimentados, asilos para personas de avanzada edad, o con problemas psicológicos, entre otros.

Como de riesgo medio, se clasifican los edificios administrativos, hoteles y hospitales, los bloques de vivienda, condominios, empresas artesanales, edificios agrícolas, entre otros.

Como de riesgo bajo, se clasifican las naves industriales de un único nivel y débil carga de fuego, las instalaciones deportivas, los edificios pequeños de viviendas, las casas unifamiliares, instalaciones de uso docente de altura ≤ 14 m y capacidad ≤ 1000 alumnos, entre otros (Gretener, 1998).

a) Estimación de la fiabilidad de las fuentes de agua para extinción (n₃)

Según las especificaciones de la Tabla 3.12, para Riesgo bajo, se estimó que existe un sistema sin la reserva mínima que establece el método, con bombeo independiente de la red eléctrica, con caudal acorde al riesgo, pero cuya presión efectiva estaría por debajo de 2 bar.

b) Valoración de la fiabilidad de las fuentes de agua para extinción (n₃)

Realizada la estimación que antecede, se procedió a valorar la fiabilidad de las fuentes de agua para extinción (n₃) con el uso de la Tabla 3.12, producto de lo cual se obtuvo el valor de **0,65**.

3.3.3.1.4 Distancias a los hidrantes exteriores (n₄)

Se considera la longitud de manguera que se requiere desde un hidrante exterior hasta el acceso a la edificación, por esto es que se toma la distancia del acceso principal de la edificación al hidrante más cercano.

a) Estimación de las distancias a los hidrantes exteriores (n₄)

Se estimó que la longitud de la manguera de aportación de agua desde el hidrante exterior más cercano es mayor a 100 m, al estar ubicado en la intersección de las calles Mariscal Foch y Tamayo.

b) Valoración de las distancias a los hidrantes exteriores (n₄)

Una vez realizada la estimación anterior, se procedió a valorar las distancias a los hidrantes exteriores (n₄) con el uso de la Tabla 3.12, producto de lo cual se obtuvo el valor de **0,90**.

3.3.3.1.5 *Personal instruido en materia de extinción de incendios (n₅)*

Las personas instruidas deben estar habituadas a usar los extintores portátiles y las bocas de incendio equipadas de la instalación; a su vez, deben conocer sus obligaciones en caso de incendio y sus funciones en el plan de emergencia de incendios de la edificación.

a) Estimación del personal instruido en materia de extinción de incendios (n₅)

Se estimó el personal instruido en materia de extinción de incendios como inexistente, de acuerdo a la identificación de factores de riesgo en relación con este aspecto.

b) Valoración del personal instruido en materia de extinción de incendios (n₅)

Efectuada la estimación precedente, se procedió a valorar al personal instruido en materia de extinción de incendios (n₅) con el uso de la Tabla 3.12, producto de lo cual se obtuvo el valor de **0,80**.

3.3.3.1.6 *Cálculo de las medidas normales (N)*

Una vez realizadas las estimaciones y valoraciones anteriores, se procedió a calcular las medidas normales (N), con la ecuación [1.5]:

$$N = n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot n_4 \cdot n_5$$

Que, al sustituir los factores, con sus respectivos valores obtenidos anteriormente, se tiene:

$$N = 0,90 \cdot 0,80 \cdot 0,65 \cdot 0,90 \cdot 0,80$$

$$N = 0,337$$

Por consiguiente el valor que se obtuvo de las medidas normales (N) fue de **0,337**.

3.3.3.2 Medidas especiales (S)

Las medidas especiales se estiman y valoran según las especificaciones de la Tabla 3.13.

Cuando en alguno de estos grupos no se ha previsto tomar ninguna medida especial, se introduce para ese grupo el valor 1,00.

Los factores s_1 a s_6 permiten evaluar todas las medidas complementarias de protección establecidas con vistas a la detección y lucha contra el fuego.

3.3.3.2.1 Detección del fuego (s_1)

La detección del fuego puede considerarse ya sea por vigilancia con agentes de seguridad a través de rondas, por la instalación automática de detección y alarma de incendio, o por la instalación automática de rociadores de agua.

a) Estimación de la detección del fuego (s_1)

De acuerdo al local de riesgo considerado, se estimó como no prevista, dada la ausencia de instalaciones automáticas de detección y alarma de incendio o de rociadores de agua, y sin vigilancia de acuerdo con los criterios que establece el método.

b) Valoración de la detección del fuego (s_1)

Llevada a efecto la estimación que antecede, se procedió a valorar la detección del fuego (s_1) con el uso de la Tabla 3.13, producto de lo cual se obtuvo el valor de **1,00**.

Tabla 3.13. Medidas especiales.

MEDIDAS ESPECIALES							s	
Detección	s ₁	10	<i>Detección del fuego</i>					
		11	Vigilancia:	al menos 2 rondas durante la noche, y los días festivos rondas cada 2 horas			1,05 1,10	
		12	Inst. detección:	automática (según RT3-DET)			1,45	
		13	Inst. rociadores:	automática (según RT1-ROC)			1,20	
Transmisión de la alarma	s ₂	20	<i>Transmisión de la alarma</i> al puesto de alarma contra el fuego.					
		21	Desde un puesto ocupado permanentemente (p. ej.: portería) y teléfono.				1,05	
		22	Desde un puesto ocupado permanentemente (de noche al menos 2 personas) y teléfono.				1,10	
		23	Transmisión de la alarma automática por central de detección o de rociadores a puesto de alarma contra el fuego mediante un teletransmisor.				1,10	
24	Transmisión de la alarma automática por central de detección o sprinkler al puesto de alarma contra el fuego mediante línea telefónica vigilada permanentemente (línea reservada o TUS)				1,20			
Intervención	s ₃	30	<i>Cuerpos de Bomberos</i> oficiales (SP) y de empresa (SPE)					
			Oficiales SP	SPE Nivel 1	SPE Nivel 2	SPE Nivel 3	SPE Nivel 4	sin SPE
		31	Cuerpos SP	1,20	1,30	1,40	1,50	1,00
		32	SP+alarma simultánea	1,30	1,40	1,50	1,60	1,15
		33	SP+alarma simultánea+TP	1,40	1,50	1,60	1,70	1,30
		34	Centro B*	1,45	1,55	1,65	1,75	1,35
		35	Centro A*	1,50	1,60	1,70	1,80	1,40
		36	Centro A+retén	1,55	1,65	1,75	1,85	1,45
37	SP profesional	1,70	1,75	1,80	1,90	1,60		
Escalones de intervención	s ₄	40	<i>Escalones de intervención</i> de los cuerpos locales de bomberos					
			Escalón Tiempo/distanc.	Inst. sprinkler cl.1 cl. 2	SPE Nivel 1+2	SPE Nivel 3	SPE Nivel 4	sin SPE
		41	E ₁ < 15 min. < 5 km.	1,00 1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
		42	E ₂ < 30 min. > 5 km.	1,00 0,95	0,90	0,95	1,00	0,80
43	E ₃ > 30 min.	0,95 0,90	0,75	0,90	0,95	0,60		
Instalación de extinción	s ₅	50	<i>Instalaciones de extinción</i>					
		51	Sprinkler cl. 1 (abastecimiento doble)				2,00	
		52	Sprinkler cl. 2 (abastecimiento sencillo o superior) o inst. de agua pulverizada				1,70	
		53	Protección automática de extinción por gas (protección de local), etc.				1,35	
ECF	s ₆	60	Instalación de evacuación de humos (ECF) (automática o manual)				1,20	

* O un cuerpo local de bomberos equipado y formado de la misma manera.

(Gretener, 1998)

3.3.3.2.2 Transmisión de la alarma (S_2)

La transmisión de la alarma al puesto de alarma contra el fuego, puede considerarse por la existencia de un puesto ocupado permanentemente con teléfono, por la transmisión de la alarma automática por la central de detección o por los rociadores mediante un tele-transmisor, o por la transmisión de la alarma automática por la central de detección o por los rociadores mediante línea telefónica vigilada permanentemente (Línea exclusiva para comunicarse con el puesto de mando de los Bomberos).

a) Estimación de la transmisión de la alarma (S_2)

De acuerdo al local de riesgo considerado, se estimó como no prevista, dada la ausencia de instalaciones automáticas de alarmas de incendio o de rociadores de agua, así como de un puesto de vigilancia.

b) Valoración de la transmisión de la alarma (S_2)

Una vez realizada la estimación anterior, se procedió a valorar la transmisión de la alarma (S_2) con el uso de la Tabla 3.13, producto de lo cual se obtuvo el valor de **1,00**.

3.3.3.2.3 Disponibilidad de bomberos (S_3)

La disponibilidad de bomberos puede considerarse por la existencia del cuerpo de bomberos oficial y/o de un cuerpo de bomberos de empresa de diferentes niveles, más el tipo de transmisión de alarma, así como por la existencia de Centros de dirección en escalas A y B de servicio de extinción, o de un cuerpo de bomberos con personal profesional.

a) Estimación de la disponibilidad de bomberos (S_3)

Se estimó que lo que existe, es la disponibilidad de Cuerpo de Bomberos SP sin SPE, dado que en la instalación se carece de un Cuerpo de Bomberos de empresa, solo se cuenta con el Cuerpo de Bomberos oficial.

b) Valoración de la disponibilidad de bomberos (S_3)

Llevada a cabo la estimación precedente, se procedió a valorar la disponibilidad de bomberos (S_3) con el uso de la Tabla 3.13, producto de lo cual se obtuvo el valor de **1,00**.

3.3.3.2.4 *Tiempo de intervención de los cuerpos de bomberos oficiales (S_4)*

El tiempo de intervención se cuenta estimando el necesario para la llegada al lugar del siniestro de un primer grupo, suficientemente eficaz, una vez producida la alarma. Por regla general, es posible estimar dicho tiempo teniendo en cuenta la distancia entre el lugar de recepción de la alarma y el lugar del evento no deseado. En presencia de posibles obstáculos (dificultades de tráfico, entre otras situaciones anormales).

a) Estimación del tiempo de intervención de los cuerpos de bomberos oficiales (S_4)

De acuerdo al local de riesgo considerado, se estimó en menos de 15 min. el tiempo de intervención de los cuerpos de bomberos oficiales.

b) Valoración del tiempo de intervención de los cuerpos de bomberos oficiales (S_4)

Una vez realizada la estimación anterior, se procedió a valorar el tiempo de intervención de los cuerpos de bomberos oficiales (S_4) con el uso de la Tabla 3.13, producto de lo cual se obtuvo el valor de **1,00**.

3.3.3.2.5 Instalaciones de extinción (S_5)

Los valores S_5 califican la acción de extinción. No son válidos más que para una protección total del inmueble o de un compartimento cortafuegos. Cuando se trate de una protección parcial, el valor correspondiente se reducirá en forma adecuada.

a) Estimación de las instalaciones de extinción (S_5)

De acuerdo al local de riesgo considerado, se estimaron inexistentes, dada la ausencia de instalaciones de extinción automática.

b) Valoración de las instalaciones de extinción (S_5)

Llevada a efecto la estimación precedente, se procedió a valorar las instalaciones de extinción (S_5) con el uso de la Tabla 3.13, producto de lo cual se obtuvo el valor de **1,00**.

3.3.3.2.6 Instalaciones de evacuación de calor y de humo (S_6)

Debido a la acumulación de calor en las edificaciones de gran superficie, las instalaciones de evacuación de calor y de humos logran reducir el peligro. Por ello, cuando la carga de fuego no es demasiado importante, permiten luchar contra el peligro de una propagación de humos y calor. La eficacia de estas instalaciones no se puede garantizar más que si las compuertas de evacuación de humos y calor se abren a tiempo, en la mayoría de los casos antes de la llegada de los equipos de extinción, por medio de un dispositivo automático de disparo.

Aplicable a los inmuebles de varios pisos, una buena medida consiste en instalar un sistema de ventilación mecánica para la evacuación regular y eficaz de humos y calor.

En locales con cargas de fuego elevadas, protegidos por rociadores automáticos de agua, las instalaciones mecánicas de evacuación de calor y humos no deben activarse antes de la entrada en funcionamiento de dichos rociadores.

Aumentan la eficacia de tales instalaciones, las cortinas corta-humos colocadas bajo el techo.

a) Estimación de las instalaciones de evacuación de calor y de humo (S_6)

De acuerdo al local de riesgo considerado, se estimaron inexistentes, dada la ausencia de instalaciones de evacuación de calor y de humo.

b) Valoración de las instalaciones de evacuación de calor y de humo (S_6)

Una vez realizada la estimación anterior, se procedió a valorar las instalaciones de evacuación de calor y de humo (S_6) con el uso de la Tabla 3.13, producto de lo cual se obtuvo el valor de **1,00**.

3.3.3.2.7 Cálculo de las medidas especiales (S)

Efectuadas las estimaciones y valoraciones que anteceden, se procedió a calcular las medidas especiales (S), con la ecuación [1.6]:

$$S = S_1 \cdot S_2 \cdot S_3 \cdot S_4 \cdot S_5 \cdot S_6$$

Que, al sustituir los factores, con sus respectivos valores obtenidos anteriormente, se tiene:

$$S = 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00$$

$$S = 1,00$$

Por consiguiente el valor que se obtuvo de las medidas especiales (S) fue de **1,00**.

3.3.3.3 Medidas en la construcción (F)

Desde el punto de vista de la técnica de protección contra incendios, la medida de protección contra incendios más eficaz, consiste en una concepción bien estudiada del inmueble.

Puede, en gran medida, limitarse considerablemente el peligro de propagación de un incendio, gracias a la elección juiciosa de los materiales, así como a la implantación de las medidas constructivas apropiadas (creación de células cortafuegos).

Las medidas constructivas más importantes se evalúan por medio de los factores f_1, \dots, f_4 . El factor global F, producto de los factores f_i , representa la resistencia al fuego, propiamente dicha, del inmueble.

Las medidas en la construcción se estiman y valoran según las especificaciones de la Tabla 3.14.

3.3.3.3.1 Resistencia al fuego de la estructura portante del edificio (f_1)

La resistencia al fuego de la estructura portante del edificio puede considerarse por el comportamiento ante el fuego de sus elementos portantes, tales como paredes, dinteles y pilares.

a) Estimación de la resistencia al fuego de la estructura portante del edificio (f_1)

De acuerdo al local de riesgo considerado, se estimó en más de 90 min la resistencia al fuego de la estructura portante (MFOM, 2010).

b) Valoración de la resistencia al fuego de la estructura portante del edificio (f_1)

Una vez realizada la estimación anterior, se procedió a valorar la resistencia al fuego de la estructura portante del edificio (f_1) con el uso de la Tabla 3.14, producto de lo cual se obtuvo el valor de **1,30**.

Tabla 3.14. Medidas inherentes a la construcción.

MEDIDAS INHERENTES A LA CONSTRUCCION						
F		$F = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4$			f	
f_1	11	Estructura portante (elementos portantes: paredes, dinteles, pilares)			1,30	
	12	F90 y más				
	13	F30 / F60 < F30				
f_2	21	Fachadas Altura de las ventanas $\leq 2/3$ de la altura de la planta			1,15	
	22	F90 y más				
	23	F30 / F60 < F30				
f_3	31	Suelos y techos** Separación horizontal entre niveles	Número de pisos	aberturas verticales		
				Z + G	V	V
				ninguna u obturadas	protegidas (*)	no protegidas
			≤ 2	1,20	1,10	1,00
			> 2	1,30	1,15	1,00
	32	F90	≤ 2	1,15	1,05	1,00
> 2			1,20	1,10	1,00	
33	< F30	≤ 2	1,05	1,00	1,00	
		> 2	1,10	1,05	1,00	
f_4	41	Superficie de células Cortafuegos provistas de tabiques F30 puertas cortafuegos T30. Relación de las superficies AF/AZ.	$\geq 10\%$	$< 10\%$	$< 5\%$	
			$\geq 10\%$	$< 10\%$	$< 5\%$	
	42	AZ $< 50\text{ m}^2$	1,40	1,30	1,20	
	43	AZ $< 100\text{ m}^2$	1,30	1,20	1,10	
		AZ $\leq 200\text{ m}^2$	1,20	1,10	1,00	

* Aberturas protegidas en su contorno por una instalación de sprinkler reforzada o por una instalación de diluvio.

** No válido para las cubiertas.

3.3.3.3.2 Resistencia al fuego de las fachadas (f_2)

La resistencia al fuego de las fachadas del edificio toma en consideración el comportamiento ante el fuego de sus elementos, y que la altura de las ventanas sea menor a dos tercios de la altura de la planta donde se ubique el compartimento considerado.

a) Estimación de la resistencia al fuego de las fachadas (f_2)

De acuerdo con el local de riesgo considerado, se estimó la resistencia al fuego de la fachada en menos de 30 min, por los elementos de vidrio (MFOM, 2010).

b) Valoración de la resistencia al fuego de las fachadas (f_2)

A partir de la estimación anterior, se procedió a valorar la resistencia al fuego de las fachadas (f_2) con el uso de la Tabla 3.14, producto de lo cual se obtuvo el valor de **1,00**.

3.3.3.3.3 Resistencia al fuego de las separaciones entre plantas y pases verticales (f_3)

La resistencia al fuego de las separaciones entre plantas y pases verticales, puede considerarse por el comportamiento ante el fuego de sus elementos, el número de pisos y su relación con las aberturas verticales de acuerdo con el tipo de construcción de la edificación.

Para que se consideren protegidas las aberturas verticales, deben contar en su contorno, con una instalación de rociadores automáticos de agua o por una instalación de cortina diluvio.

No se consideran los elementos constructivos que conforman las cubiertas.

a) Estimación de la resistencia al fuego de las separaciones entre plantas y pases verticales (f_3)

De acuerdo al local de riesgo considerado, se estimó la resistencia al fuego de las separaciones entre plantas y pases verticales en menos de 30 min, para 2 pisos con aberturas verticales en un tipo de construcción “V” no protegida (MFOM, 2010).

b) Valoración de la resistencia al fuego de las separaciones entre plantas y pases verticales (f_3)

Una vez realizada la estimación anterior, se procedió a valorar la resistencia al fuego de las separaciones entre plantas y pases verticales (f_3) con el uso de la Tabla 3.14, producto de lo cual se obtuvo el valor de **1,00**.

3.3.3.3.4 Dimensión de las células cortafuegos, y la evacuación del calor y el humo (f_4)

Este factor analiza la dimensión de las células cortafuego, y la evacuación del calor y el humo, para células provistas de paredes con resistencia al fuego de 30 min, con puertas resistentes al fuego igualmente de 30 min, para diferentes superficies de células cortafuegos, en combinación a una relación de superficies vidriadas utilizadas como dispositivos de evacuación del calor y del humo respecto a la célula cortafuego $AF/AZ \geq 10\%$, $< 10\%$ o $< 5\%$.

a) Estimación de la dimensión de las células cortafuegos, y la evacuación del calor y del humo (f_4)

De acuerdo al local de riesgo considerado, se estimó no provista, dada la inexistencia de células cortafuego.

b) Valoración de la dimensión de las células cortafuegos, y la evacuación del calor y del humo (f_4)

Efectuada la estimación anterior, se procedió a valorar la dimensión de las células cortafuego, y la evacuación del calor y del humo (f_4) con el uso de la Tabla 3.14, producto de lo cual se obtuvo el valor de **1,00**.

3.3.3.3.5 Cálculo de las medidas en la construcción (F)

Luego de llevadas a cabo las estimaciones y valoraciones que anteceden, se procedió a calcular las medidas en la construcción (F), con la ecuación [1.7]:

$$F = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4$$

Que, al sustituir los factores, con sus respectivos valores obtenidos anteriormente, se tiene:

$$F = 1,30 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00$$

$$F = 1,30$$

Por consiguiente el valor que se obtuvo de las medidas en la construcción (F) fue de **1,30**.

3.3.3.4 Cálculo de las medidas de protección (M)

Inmediatamente de efectuadas las estimaciones y valoraciones precedentes, se procedió a calcular las medidas de protección (M), con la ecuación [1.4]:

$$M = N \cdot S \cdot F$$

Que al reemplazar con los valores obtenidos anteriormente, se tiene:

$$M = 0,337 \cdot 1,00 \cdot 1,30$$

$$M = 0,438$$

Por consiguiente el valor que se obtuvo de las medidas de protección (M) fue de **0,438**.

3.3.4 CÁLCULO DE LA EXPOSICIÓN AL RIESGO DE INCENDIO (B)

A partir de las estimaciones y valoraciones precedentes, se procedió a calcular la exposición al riesgo de incendio (B), con la ecuación [1.2]:

$$B = P / M$$

Que al sustituir con los valores obtenidos anteriormente, se tiene:

$$B = 0,816 / 0,438$$

$$B = 1,863$$

Por consiguiente el valor que se obtuvo de la exposición al riesgo de incendio (B) fue de **1,863**.

3.3.5 PELIGRO DE ACTIVACIÓN (A)

En la estimación y valoración del peligro de activación de la instalación se analiza el uso fundamental de la misma, o del compartimento considerado, utilizando la Tabla 3.15.

3.3.5.1 Estimación del peligro de activación (A)

De acuerdo con el local de riesgo considerado, se estimó que el peligro de activación (A) es débil.

Tabla 3.15. Peligro de activación.

FACTOR A	PELIGRO DE ACTIVACION	EJEMPLOS
0,85	Débil	Museos.
1,00	Normal	Apartamentos, hoteles, fabricación de papel.
1,20	Medio	Fabricación de maquinaria y aparatos.
1,45	Alto	Laboratorios químicos, talleres de pintura.
1,80	Muy elevado	Fabricación de fuegos artificiales, fabricación de barnices y pinturas.

(Gretener, 1998)

3.3.5.2 Valoración del peligro de activación (A)

Una vez realizada la estimación anterior, se procedió a valorar el peligro de activación (A), obteniéndose el valor de **0,85**, que coincide con lo que establece la Tabla A.IV.1 del Anexo IV.

3.3.6 CÁLCULO DEL RIESGO DE INCENDIO EFECTIVO (R)

Luego de llevadas a cabo las estimaciones y valoraciones que anteceden, se procedió a calcular el riesgo de incendio efectivo (R), con la ecuación [1.8]:

$$R = B \cdot A$$

Que al sustituir con los valores obtenidos anteriormente, se tiene:

$$R = 1,863 \cdot 0,85$$

$$R = 1,584$$

Por consiguiente el valor que se obtuvo del riesgo de incendio efectivo (R) fue de **1,584**.

3.3.7 RIESGO DE INCENDIO NORMAL (R_n)

El riesgo de incendio normal (R_n) de acuerdo con el método Gretenner, se fija en **1,30** (Gretenner, 1998).

3.3.8 FACTOR DE CORRECCIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO NORMAL

En la estimación y valoración del factor de corrección (P_{H,E}) del riesgo de incendio normal de la instalación, se analiza el número de personas admitidas en el compartimento considerado (H), la clasificación de la exposición al riesgo de las personas (p), y la situación del compartimento considerado, mediante la Tabla 3.16.

Tabla 3.16. Exposición al riesgo de las personas.

		CLASIFICACION DE LA EXPOSICION AL RIESGO DE LAS PERSONAS											Valor de P _{H,E}
		1				2				3			
		Situación del compartimento C. F. considerado				Situación del compartimento C. F. considerado				Situación del compartimento C. F. considerado			
NUMERO DE PERSONAS ADMITIDAS EN EL COMPARTIMENTO CORTAFUEGO CONSIDERADO	Planta baja + 1 ^{er} piso	Pisos 2-4	Pisos 5-7	Pisos 8 y super.	Planta baja + 1 ^{er} piso	Pisos 2-4	Pisos 5-7	Pisos 8 y super.	Planta baja + 1 ^{er} piso	Pisos 2-4	Pisos 5-7	Pisos 8 y super.	
	> 1000	≤ 30	.....	.....	> 1000	.....	.....	.....	> 1000	.....	.....	.....	1,00
	≤ 100	.....	.....	.....	≤ 30	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0,95
	≤ 300	.....	.....	.....	≤ 100	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0,90
	≤ 1000	≤ 30	.....	.....	≤ 300	.....	.....	.....	≤ 30	.....	.....	0,85
	> 1000	≤ 100	.....	.....	≤ 1000	≤ 30	.....	.....	≤ 100	.....	.....	0,80
	≤ 300	.....	.....	> 1000	≤ 100	.....	.....	≤ 300	.....	.....	0,75
	≤ 1000	≤ 30	.....	.....	≤ 300	.....	.....	≤ 1000	≤ 30	.....	0,70
	> 1000	≤ 100	.....	.....	≤ 1000	≤ 30	.....	> 1000	≤ 100	.....	0,65
	≤ 300	.....	.....	> 1000	≤ 100	.....	.....	≤ 300	.....	0,60
	≤ 1000	.....	.....	.....	≤ 300	.....	.....	≤ 1000	≤ 30	0,55
	> 1000	.....	.....	.....	≤ 1000	.....	> 1000	≤ 100	.....	0,50
	> 1000	.....	.....	.....	≤ 300	0,45
	≤ 1000	0,45
	> 1000	0,40

(Gretenner, 1998)

La exposición al riesgo de las personas para los establecimientos de pública concurrencia, se clasifica de la siguiente manera:

- $p = 1$ para exposiciones, museos, locales de diversión, salas de reunión, escuelas, restaurantes, grandes almacenes, entre otros.
- $p = 2$ para hoteles, pensiones, guarderías infantiles, albergues, entre otros.
- $p = 3$ para hospitales, asilos, entre otros.

Es preciso para los demás usos consultar los cuadros presentados en el Anexo IV. Para los usos sin indicaciones de categorías específicas para la exposición al riesgo de las personas, el factor de corrección ($P_{H,E}$) que se tomará será de 1,00.

3.3.8.1 Estimación del factor de corrección del riesgo de incendio normal ($P_{H,E}$)

De acuerdo con el local de riesgo considerado, no es estimable el número de personas admitidas en el compartimento.

3.3.8.2 Valoración del factor de corrección del riesgo de incendio normal ($P_{H,E}$)

Una vez realizada la estimación anterior, se procedió a valorar el factor de corrección del riesgo de incendio normal ($P_{H,E}$), producto de lo cual se obtuvo el valor de **1,00**.

3.3.9 CÁLCULO DEL RIESGO DE INCENDIO ACEPTADO (R_u)

Luego de llevadas a cabo las estimaciones y valoraciones que anteceden, se procedió a calcular el riesgo de incendio aceptado (R_u), con la ecuación [1.9]:

$$R_u = R_n \cdot P_{H,E}$$

Que al reemplazar con los valores obtenidos anteriormente, se tiene:

$$R_u = 1,30 \cdot 1,00$$

$$R_u = 1,30$$

Por consiguiente el valor que se obtuvo del riesgo de incendio aceptado (R_u) fue de **1,30**.

3.4 EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS DE LA INSTALACIÓN

Una vez que se han efectuado todas las estimaciones y valoraciones, se procedió a comparar el riesgo de incendio aceptado con el riesgo de incendio efectivo, y a calcular el coeficiente de seguridad contra incendios (γ), mediante la ecuación [1.1]:

$$\gamma = (R_u / R)$$

Que al sustituir con los valores obtenidos anteriormente, se tiene:

$$\gamma = 1,30 / 1,58$$

$$\gamma = 0,82$$

Por consiguiente el valor que se obtuvo del coeficiente de seguridad contra incendios (γ) fue de **0,82**, lo que también se ilustra en la hoja de cálculo del Anexo V.

El riesgo de incendio aceptado (R_u) es menor que el riesgo de incendio efectivo (R), de ahí que el coeficiente de seguridad contra incendios (γ) calculado fue < 1 , por lo que el compartimento está insuficientemente protegido contra el incendio.

El resultado final del Método de Evaluación del Riesgo de Incendio, determinó que el Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR presenta una seguridad contra incendios “**insuficiente**”.

3.5 PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN

A partir de la evaluación precedente, se hace una propuesta de implementación de medidas suplementarias de protección, con la finalidad de obtener una seguridad contra incendios de la instalación de “**suficiente**”.

Se propone como medidas suplementarias de protección las siguientes:

1. Dotar a la instalación de un sistema automático de detección y alarma de incendios, que brinde cobertura a la totalidad de los locales, y sea capaz de transmitir la alarma simultáneamente a la detección, a todo el personal y a los órganos de respuesta. El sistema de detección de incendios que necesitaría el Instituto, sería un sistema automático de tipo convencional de cuatro zonas, de las cuales una sería para el Mezanine, otra para el Centro de documentación técnica, otra para el Auditorio y la última para el resto de la planta baja.
2. Sustituir los medios de extinción primaria que se encuentran descargados, por otros en óptimo estado técnico.
3. Contratar una empresa que garantice la operabilidad y de mantenimiento a los sistemas y medios de protección contra incendios.
4. Tratar el entrepiso y proteger todas las estructuras soportantes de la instalación, a fin de aumentar su resistencia al fuego a 60 min.

5. Sustituir los tabiques de las aulas y del Centro de documentación técnica de la planta baja, así como los de los locales del mezanine, por panelería ligera de una resistencia al fuego superior a 30 min.
6. Compartimentar todos los locales de ambos niveles de forma resistente al fuego.
7. Impartir clases teóricas y prácticas a todo el personal, de los fundamentos de seguridad contra incendio, así como dejar evidencia de la participación del personal, para lo cual pueden utilizarse los Anexos VI y VII.

Con estas variantes, se desarrolla nuevamente la siguiente secuencia de los cálculos del método de Gretener:

- Peligro potencial
- Medidas de protección
- Exposición al riesgo de incendio
- Peligro de activación
- Riesgo de incendio efectivo
- Riesgo de incendio aceptado
- Evaluación de la seguridad contra incendios de la instalación

3.5.1 PELIGRO POTENCIAL (P)

El peligro potencial no varía con respecto al caso real existente.

Por lo cual:

$$P = 0,816$$

3.5.2 MEDIDAS DE PROTECCIÓN (M)

3.5.2.1 Medidas normales (N)

Las medidas normales se estiman y valoran según las especificaciones de la Tabla 3.12.

Todos los coeficientes con respecto al caso real existente se mantienen, excepto n_1 y n_5 .

3.5.2.1.1 Extintores portátiles (n_1)

a) Estimación de los extintores portátiles (n_1)

Ya que con la propuesta se tendrían medios de extinción primaria en óptimo estado técnico, se estimaron los extintores portátiles como suficientes.

b) Valoración de los extintores portátiles (n_1)

Una vez realizada la estimación anterior, se procedió a valorar el factor (n_1), producto de lo cual se obtuvo el valor de 1,0

$$n_1 = 1,0$$

3.5.2.1.2 Personal instruido en materia de extinción de incendios (n_5)

a) Estimación del personal instruido en materia de extinción de incendios (n_5)

Se estimó como disponible y formado, dado que ahora con la medida suplementaria número 7 de la propuesta de implementación, se tendría personal instruido en la extinción.

b) Valoración del personal instruido en materia de extinción de incendios (n₅)

Luego de llevada a cabo la estimación que antecede, se procedió a valorar al personal instruido en materia de extinción de incendios (n₅), producto de lo cual se obtuvo el valor de 1,0.

$$n_5 = 1,0$$

3.5.2.1.3 Cálculo de las medidas normales (N)

Efectuadas las estimaciones y valoraciones anteriores, se procedió a calcular las medidas normales (N), con la ecuación [1.5]:

$$N = n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot n_4 \cdot n_5$$

Que, al sustituir los factores, con sus respectivos valores obtenidos anteriormente, se tiene:

$$N = 1,00 \cdot 0,80 \cdot 0,65 \cdot 0,90 \cdot 1,00$$

$$N = 0,468$$

Por consiguiente, el valor que se obtuvo de las medidas normales (N) fue de **0,468**.

3.5.2.2 Medidas especiales (S)

Las medidas especiales se estiman y valoran según las especificaciones de la Tabla 3.13.

Todos los coeficientes con respecto al caso real existente se mantienen excepto S₁ y S₂.

3.5.2.2.1 Detección del fuego (S_1)

a) Estimación de la detección del fuego (S_1)

Ya que de acuerdo con la medida suplementaria número 1 de la propuesta de implementación, se tendría un sistema de detección y alarma de incendios automático con cobertura a la totalidad de los locales, se estimó la detección del fuego como del tipo de detección automática.

b) Valoración de la detección del fuego (S_1)

Llevada a cabo la estimación que precede, se procedió a valorar la detección del fuego (s_1), producto de lo cual se obtuvo el valor de **1,45**.

3.5.2.2.2 Transmisión de la alarma (S_2)

a) Estimación de la transmisión de la alarma (S_2)

Se estimó la transmisión de la alarma como automática por central de detección mediante un teletransmisor, dado que ahora se tendría un sistema de detección y alarma de incendios automática capaz de transmitir la alarma simultáneamente a la detección, a todo el personal y a los órganos de respuesta.

b) Valoración de la transmisión de la alarma (S_2)

Realizada la estimación anterior, se procedió a valorar la transmisión de la alarma (s_2), producto de lo cual se obtuvo el valor de **1,10**.

3.5.2.2.3 Cálculo de las medidas especiales (S)

Luego de efectuadas las estimaciones y valoraciones que anteceden, se procedió a calcular las medidas especiales (S), con la ecuación [1.6]:

$$S = s_1 \cdot s_2 \cdot s_3 \cdot s_4 \cdot s_5 \cdot s_6$$

Que, al sustituir los factores, con sus respectivos valores obtenidos anteriormente, se tiene:

$$S = 1,45 \cdot 1,10 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00$$

$$S = 1,595$$

Por consiguiente el valor que se obtuvo de las medidas especiales (S) fue de **1,595**.

3.5.2.3 Medidas en la construcción (F)

Las medidas en la construcción se estiman y valoran según las especificaciones de la Tabla 3.14.

Todos los coeficientes con respecto al caso real existente se mantienen excepto f_3 y f_4 .

3.5.2.3.1 Resistencia al fuego de las separaciones entre plantas y pases verticales (f_3)

a) Estimación de la resistencia al fuego de las separaciones entre plantas y pases verticales (f_3)

Se estimó la resistencia al fuego de las separaciones entre plantas y pases verticales en 60 min, ya que de acuerdo con la medida suplementaria número 4 de la propuesta de implementación, se va a tratar el entrepiso y se va a proteger todas las estructuras soportantes de la instalación, a fin de aumentar su resistencia al fuego a 60 min; para 2 pisos en un tipo de construcción que cambiaría a "Z", ya que se tendría separaciones entre células y plantas resistentes al fuego, al adicionar la medida suplementaria de compartimentar todos los locales de ambos niveles de forma resistente al fuego.

b) Valoración de la resistencia al fuego de las separaciones entre plantas y pases verticales (f_3)

Una vez realizada la estimación anterior, se procedió a valorar la resistencia al fuego de las separaciones entre plantas y pases verticales (f_3), producto de lo cual se obtuvo el valor de **1,15**.

3.5.2.3.2 Dimensión de las células cortafuegos, y la evacuación del calor y el humo (f_4)

a) Estimación de la dimensión de las células cortafuegos, y la evacuación del calor y del humo (f_4)

Se estimó como célula resistente al fuego con tabiques F30 y puertas resistentes al fuego T30 por las medidas suplementarias 5 y 6, para superficie de célula cortafuego $AZ < 200 \text{ m}^2$ y una relación entre las superficies vidriadas y la superficie del compartimento $AF/AZ < 10\%$.

b) Valoración de la dimensión de las células cortafuegos, y la evacuación del calor y del humo (f_4)

Efectuada la estimación precedente, se procedió a valorar la dimensión de las células cortafuego, y la evacuación del calor y del humo (f_4), producto de lo cual se obtuvo el valor de **1,10**.

3.5.2.3.3 Cálculo de las medidas en la construcción (F)

Realizadas las estimaciones y valoraciones anteriores, se procedió a calcular las medidas en la construcción (F), con la ecuación [1.7]:

$$F = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4$$

Que, al sustituir los factores, con sus respectivos valores obtenidos anteriormente, se tiene:

$$F = 1,30 \cdot 1,00 \cdot 1,15 \cdot 1,10$$

$$F = 1,645$$

Por consiguiente el valor que se obtuvo de las medidas en la construcción (F) fue de **1,645**.

3.5.2.4 Cálculo de las medidas de protección (M)

A partir de las estimaciones y valoraciones que anteceden, se procedió a calcular las medidas de protección (M), con la ecuación [1.4]:

$$M = N \cdot S \cdot F$$

Que al sustituir con los valores obtenidos anteriormente, se tiene:

$$M = 0,468 \cdot 1,595 \cdot 1,645$$

$$M = 1,228$$

Por consiguiente el valor que se obtuvo de las medidas de protección (M) fue de **1,228**.

3.5.3 CÁLCULO DE LA EXPOSICIÓN AL RIESGO DE INCENDIO (B)

Una vez realizadas las estimaciones y valoraciones anteriores, se procedió a calcular la exposición al riesgo de incendio (B), con la ecuación [1.2]:

$$B = P / M$$

Que al reemplazar con los valores obtenidos anteriormente, se tiene:

$$B = 0,816 / 1,228$$

$$B = 0,664$$

Por consiguiente el valor que se obtuvo de la exposición al riesgo de incendio (B) fue de **0,664**.

3.5.4 PELIGRO DE ACTIVACIÓN (A)

En la estimación y valoración del peligro de activación de la instalación se analiza el uso fundamental de la misma, o del compartimento considerado, mediante la Tabla 3.15.

El peligro de activación de la instalación con respecto al caso real existente se mantiene, puesto que el uso fundamental de la misma o del compartimento considerado no cambia.

Por consiguiente:

$$A = 0,85$$

3.5.5 CÁLCULO DEL RIESGO DE INCENDIO EFECTIVO (R)

Luego de efectuadas las estimaciones y valoraciones que anteceden, se procedió a calcular el riesgo de incendio efectivo (R), con la ecuación [1.8]:

$$R = B \cdot A$$

Que al sustituir con los valores obtenidos anteriormente, se tiene:

$$R = 0,664 \cdot 0,85$$

$$R = 0,565$$

Por consiguiente el valor que se obtuvo del riesgo de incendio efectivo (R) fue de **0,565**.

3.5.6 RIESGO DE INCENDIO ACEPTADO (Ru)

El riesgo de incendio aceptado (Ru) con respecto al caso real existente se mantiene, entonces:

$$Ru = 1,30$$

3.5.7 EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS DE LA INSTALACIÓN

A partir de que se han realizado todas las estimaciones y valoraciones, se procedió a comparar el riesgo de incendio aceptado con el riesgo de incendio efectivo, y seguidamente a calcular el coeficiente de seguridad contra incendios (γ), mediante la ecuación [1.1]:

$$\gamma = (Ru / R)$$

Que al sustituir con los valores obtenidos anteriormente, se tiene:

$$\gamma = 1,300 / 0,565$$

$$\gamma = 2,30$$

Por consiguiente, el valor que se obtuvo del coeficiente de seguridad contra incendios (γ) fue de **2,30**, lo que también se ilustra en la hoja de cálculo del Anexo V.

El riesgo de incendio aceptado (R_u) es mayor que el riesgo de incendio efectivo (R), de ahí que el coeficiente de seguridad contra incendios (γ) calculado fue > 1 , por lo que el compartimento con las medidas suplementarias de protección de la propuesta de implementación, estaría suficientemente protegido contra el incendio.

El resultado final del Método Gretener de Evaluación del Riesgo de Incendio, determinó que el Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR con la propuesta de implementación de medidas suplementarias de protección, presentaría una seguridad contra incendios “**suficiente**”.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Luego de tomar en consideración los resultados obtenidos en la presente Tesis, se exponen las siguientes conclusiones:

1. Se ha corroborado la validez de la hipótesis originaria de este trabajo, en vista de que al realizar la evaluación de la seguridad contra incendios del Instituto de estudios del Petróleo de Petroecuador, se ha determinado los factores de riesgo de incendio y que la seguridad contra incendios del Instituto es *insuficiente*, adicionalmente se ha realizado una propuesta de implementación de medidas suplementarias de protección, con la finalidad de obtener una seguridad contra incendios de la instalación de *suficiente*. Con todo lo cual, se ha dado inicio a una adecuada gestión de la prevención de riesgos de incendios, encaminada a garantizar la seguridad de los empleados, de los educandos, de los visitantes, así como la protección de la integridad de la instalación, y además algo muy importante, este estudio se constituye en la base fundamental, para la implementación de las medidas de control y la elaboración del plan de emergencia.
2. Se ha cumplido a cabalidad con los objetivos planteados, que fueron: establecer las características de la instalación, identificar los factores de riesgo de incendio, estimar y valorar los riesgos, y por ultimo, evaluar la seguridad contra incendios del Instituto de estudios del Petróleo de Petroecuador.
3. Se ha descrito exhaustivamente las características del Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR, de lo cual, se puede destacar entre otros aspectos lo siguiente:

- a) Se han identificado los escenarios de riesgo, los mismos que se ilustran en los planos del Anexo I.
- b) Se ha establecido que las condiciones de evacuación existentes en cada planta del Instituto, cumplen con el Código Técnico de la Edificación, en relación con:
- Compatibilidad de los elementos de la evacuación.
 - Densidades de ocupación.
 - Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación.
 - Dimensionado de los medios de evacuación.
 - Protección de las escaleras.
4. Se han identificado **4** factores de riesgo de incendio de tipo tecnológico, **11** factores de riesgo de incendio de tipo organizacional y **8** factores de riesgo de incendio de tipo humano.
5. Se han identificado **4** factores de riesgo que posibilitan el surgimiento del incendio, **9** que propician la propagación del incendio, **8** que dificultan la extinción del incendio, y **6** que obstaculizan la evacuación de personas y bienes salvaguardables.
6. Las estimaciones y valoraciones han demostrado que el riesgo de incendio efectivo ($R = 1,58$), es mayor que el riesgo de incendio aceptado ($R_u = 1,30$).
7. El coeficiente de seguridad contra incendios calculado fue de **0,82**, menor a la unidad, consecuentemente se ha establecido que el compartimento analizado está insuficientemente protegido contra el incendio.
8. Se ha evaluado de “**insuficiente**” la seguridad contra incendios del Instituto de Estudios del Petróleo de PETROECUADOR.

9. Con la propuesta de implementación de medidas suplementarias de protección, se ha evaluado de “**suficiente**” la seguridad contra incendios de la instalación.

4.2 RECOMENDACIONES

Una vez concluidos los trabajos y expuestos los resultados, se hacen las siguientes recomendaciones, que serán el punto de partida para comenzar a gestionar los riesgos identificados, con la finalidad principal de obtener una seguridad contra incendios de la instalación de “**suficiente**”, como se muestra en la Propuesta de implementación y en la hoja de cálculo del Anexo V:

1. Dotar a la instalación de un sistema automático de detección y alarma de incendios, que brinde cobertura a la totalidad de los locales, y sea capaz de transmitir la alarma simultáneamente a la detección, a todo el personal y a los órganos de respuesta. El sistema de detección de incendios que necesitaría el Instituto, sería un sistema automático de tipo convencional de cuatro zonas, de las cuales una sería para el mezanine, otra para el Centro de documentación técnica, otra para el auditorio y la última para el resto de la planta baja.
2. Para contrarrestar los efectos secundarios que producen las corrientes de los rayos a su paso por los componentes de los sistemas existentes, es necesario instalar un sistema de protección escalonada con dispositivos descargadores de sobretensión coordinados para conseguir que la sobretensión, al llegar a los equipos, quede lo suficientemente atenuada como para que no produzca ningún deterioro en los mismos.
3. Implementar un sistema de climatización destinado al cuarto de comunicaciones.

4. Canalizar todas las instalaciones eléctricas y ubicar tomacorrientes que permitan la conexión segura, de todos los equipos eléctricos existentes en cada local.
5. No sobrecargar las líneas eléctricas.
6. Apagar los aparatos eléctricos después de su utilización.
7. Verificar periódicamente las instalaciones eléctricas, a través de personal especializado.
8. Garantizar el mantenimiento a las instalaciones eléctricas, por parte del personal responsable de esa labor.
9. Compartimentar los conductos de clima, mediante compuertas cortafuego en las intersecciones de locales.
10. Retirar los módulos de poliespuma que existen en el cofre perdido de la cubierta.
11. Sellar todas las aberturas y pases de cables existentes entre locales, para evitar la propagación de incendios.
12. Buscar un local que garantice el almacenamiento con seguridad, de todos los materiales que se encuentran en el acceso al cuarto de equipos.
13. Eliminar las alfombras y barrederas de madera, o en su defecto sustituirlas por otras que sean retardantes de la combustión.
14. Sustituir los tabiques de las aulas y del Centro de documentación técnica de la planta baja, así como los de los locales del mezanine, por panelería ligera de una resistencia al fuego superior a 30 min.

15. Compartimentar todos los locales de ambos niveles de forma resistente al fuego.
16. Impartir clases teóricas y prácticas a todo el personal, de los fundamentos de prevención de incendios, así como dejar evidencia de su participación, para lo cual pueden utilizarse los Anexos VI y VII. Entre otros aspectos, el personal debe tener bien presente, los medios de protección disponibles, su ubicación y su manejo.
17. Efectuar autoinspecciones e informar de los problemas, al responsable de la instalación.
18. Reubicar el Cuadro de distribución eléctrica, en cuanto a altura y local, señalizándolo para conocimiento del personal.
19. Sustituir los medios de extinción primaria que se encuentran descargados, por otros en óptimo estado técnico.
20. Ubicar las etiquetas a aquellos medios de extinción primaria afectados.
21. Garantizar un mantenimiento planificado a los medios de extinción primaria, para que siempre estén aptos en caso de emergencia.
22. Contratar una empresa que garantice la operabilidad y de mantenimiento a los sistemas de protección contra incendios.
23. Ubicar debidamente los medios de extinción primaria, con fácil acceso y clara identificación, sin objetos que obstaculicen su uso inmediato. Para ello aplicar lo que sobre este aspecto se dice en la revisión bibliográfica de la presente tesis.
24. Tratar el entrepiso y proteger todas las estructuras soportantes de la instalación, a fin de aumentar su resistencia al fuego a 60 min.

25. Elaborar un plan de respuestas a emergencias de incendio adecuadamente estructurado, que contemple un plan de actuación y un plan de evacuación, y cuyo objetivo sea la organización de los medios humanos y materiales disponibles para actuar ante una situación de este tipo, donde se defina claramente la secuencia de acciones a desarrollar para el control de las emergencias, respondiendo a las preguntas: ¿Qué se hará? ¿Quién? ¿Cuándo? y ¿Dónde?.
26. Mantener todos los locales limpios y ordenados y en particular organizados y libres de obstáculos los recorridos de evacuación. Las salidas y recorridos de evacuación, no deben estar obstruidos por ningún objeto, de manera que puedan utilizarse sin trabas en cualquier momento.
27. Las puertas de emergencia bajo ningún concepto, deben cerrarse con cadenas ni candados u otros dispositivos de seguridad.
28. Ubicar un sistema de cierre y barra antipánico en la puerta doble que accede al edificio inmobiliario, asociado a un sistema de alarma de incendios, de forma tal que sólo sea posible su apertura en caso de incendio y desde el interior hacia la escalera de evacuación.
29. Cambiar el sentido de giro de las puertas de accesos a las aulas, así como los marcos de las mismas, de modo que su apertura se de en sentido de la evacuación.
30. Señalizar adecuadamente las salidas y recorridos de evacuación, de manera que facilite la misma, para lo cual se deben utilizar los pictogramas internacionales que se muestran en el Anexo VIII.
31. Instruir a todo el personal de las acciones a desarrollar durante la evacuación. Organizar y realizar simulacros de evacuación.

32. Llevar a efecto las conciliaciones de riesgos y respuestas a emergencias con el Cuerpo de Bomberos del municipio y dejar evidencia de las mismas.
33. Colocar un rótulo con los números telefónicos de las instituciones de respuesta a emergencias de la localidad.
34. Colocar planos de evacuación foto luminiscentes en cada una de las plantas del Instituto.
35. Realizar el cuestionario de evaluación de la cultura de seguridad periódicamente, a todo el personal que labora en la instalación, para lo que se debe aplicar el Anexo IX.

BIBLIOGRAFÍA

APCI (Agencia de protección contra incendios), 2005, “Guía de emergencias”, Habana, Cuba, pp. 42, 44.

APCI (Agencia de protección contra incendios), 2009, “Prevención de Incendios”, Habana, Cuba, pp. 4-78.

Asamblea Constituyente, 2008, “Constitución de la República del Ecuador”, Quito, Ecuador, p. 175.

Azcúenaga, L., 2006, “Elaboración de un Plan de Emergencia en la Empresa”, 2a Edición, Fundación Confemetal, Madrid, España, p. 12.

Beneitez, A., López, J., Martín, F., Ortiz, J., Salvador, A. y Tobar, A., 2001, “Manual básico para la elaboración e implantación de un Plan de Emergencia en PYMES”, 1ª Edición, Gráficas Santamaría S. A., Bilbao, España, pp. 5-120.

BSI (British Standards Institution), 2000, “OHSAS 18000:2000. Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud Ocupacional”, Londres, Reino Unido, pp. 4-11.

BSI (British Standards Institution), 2007, “OHSAS 18001:2007. Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud Ocupacional”, Londres, Reino Unido, pp. 3-6.

CAN (Comunidad Andina de Naciones), Resolución 957, 2005, “Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo”, Editorial ILA, Lima, Perú, pp. 8, 12.

CEA (Comité europeo de seguros), 2004, “Catálogo CEA. Clasificación de materiales según su riesgo de incendio”, Editorial Cepreven, Madrid, España, pp. 12-23.

Confederación de empresarios de la Coruña, Fundación para la prevención de riesgos laborales, 2006, "Talleres de prevención de riesgos laborales–Plan de Emergencia", <http://www.cec.es/WebDefault.aspx?MenuInd=2&MenuId=30&Lng=es-ES&tl=0>, (Marzo, 2009), p. 6.

CSN (Consejo de seguridad nuclear), 2010, "Manual de procedimientos técnicos", Madrid, España, pp. 4-54.

Escuela Nacional de Bomberos, 1992, "Fundamentos del uso y manejo de los sistemas de protección contra incendios", Habana, Cuba, pp. 7-33.

Febres-Cordero, L., Decreto Ejecutivo 2393, 1986, "Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo", Quito, Ecuador, p. 10.

Gretenner, M., 1998, "Evaluación del riesgo de incendio. Método de cálculo", Editorial Cepreven, Madrid, España, pp. 2-49.

IEC (International Electrotechnical Commission), 2008, "IEC 62305: Protection against lightning", Ginebra, Suiza, pp. 15-27.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 1991, "INSAG 4: La Cultura de la Seguridad". Colección Seguridad N° 75. OIEA, Viena, Austria, pp. 22-30.

INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo), Ministerio de Trabajo, 2008, "Evaluación de Riesgos Laborales", Madrid, España, p. 2.

Lugo, G. y Arroyo, E., 2003, "Análisis de Riesgos de Incendios", Editorial API, Habana, Cuba, p. 14.

Lugo, G., 2005, "Gestión de la prevención de riesgos", Editorial API, Habana, Cuba, pp. 17-58.

MFOM (Ministerio de Fomento), 2010, "Código Técnico de la Edificación. Seguridad en Caso de Incendio", Madrid, España, pp. 3-86.

MIES (Ministerio de Inclusión Económica y Social), 2009, "Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios", Quito, Ecuador, p. 3-49.

NFPA (National Fire Protection Association), 2008, "NFPA 1: Uniform fire Code", Quincy, Massachusetts, EE.UU., pp. 15- 25.

NFPA (National Fire Protection Association), 2008, "NFPA 10: Standard for Portable Fire Extinguishers", Quincy, Massachusetts, EE.UU., pp. 5-27.

NFPA (National Fire Protection Association), 2008, "NFPA 20: Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection", Quincy, Massachusetts, EE.UU., pp. 7-11.

NFPA (National Fire Protection Association), 2008, "NFPA 70: National Electrical Code", Quincy, Massachusetts, EE.UU., pp. 5-25.

NFPA (National Fire Protection Association), 2008, "NFPA 72: National Fire Alarm Code", Quincy, Massachusetts, EE.UU., pp. 15-26.

NFPA (National Fire Protection Association), 2008, "NFPA 80: Standard for Fire Doors and Fire Windows", Quincy, Massachusetts, EE.UU., pp. 5-9.

NFPA (National Fire Protection Association), 2008, "NFPA 101: Life Safety Code", Quincy, Massachusetts, EE.UU., pp. 25-35.

NFPA (National Fire Protection Association), 2008, "NFPA 550: Guide to the Fire Safety Concepts Tree", Quincy, Massachusetts, EE.UU., pp. 4-6.

NFPA (National Fire Protection Association), 2008, "NFPA 1963: Norma para el Cuidado, Uso y Puesta en Servicio de Gabinetes de Incendios Incluyendo Conexiones y Pitones", Quincy, Massachusetts, EE.UU., pp. 4, 5.

NFPA (National Fire Protection Association), 2008, "NFPA 2001: Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems", Quincy, Massachusetts, EE.UU., pp. 9, 10.

Nolan, D., 2002, "Application of HAZOP and What-If safety reviews to the petroleum, petrochemical & chemical industries", Noyes Publications, New Jersey, EE.UU., pp. 4-65.

ANEXO I
PLANOS DE ESCENARIOS DE RIESGOS Y UBICACIÓN DE MEDIOS DE EXTINCIÓN PRIMARIOS

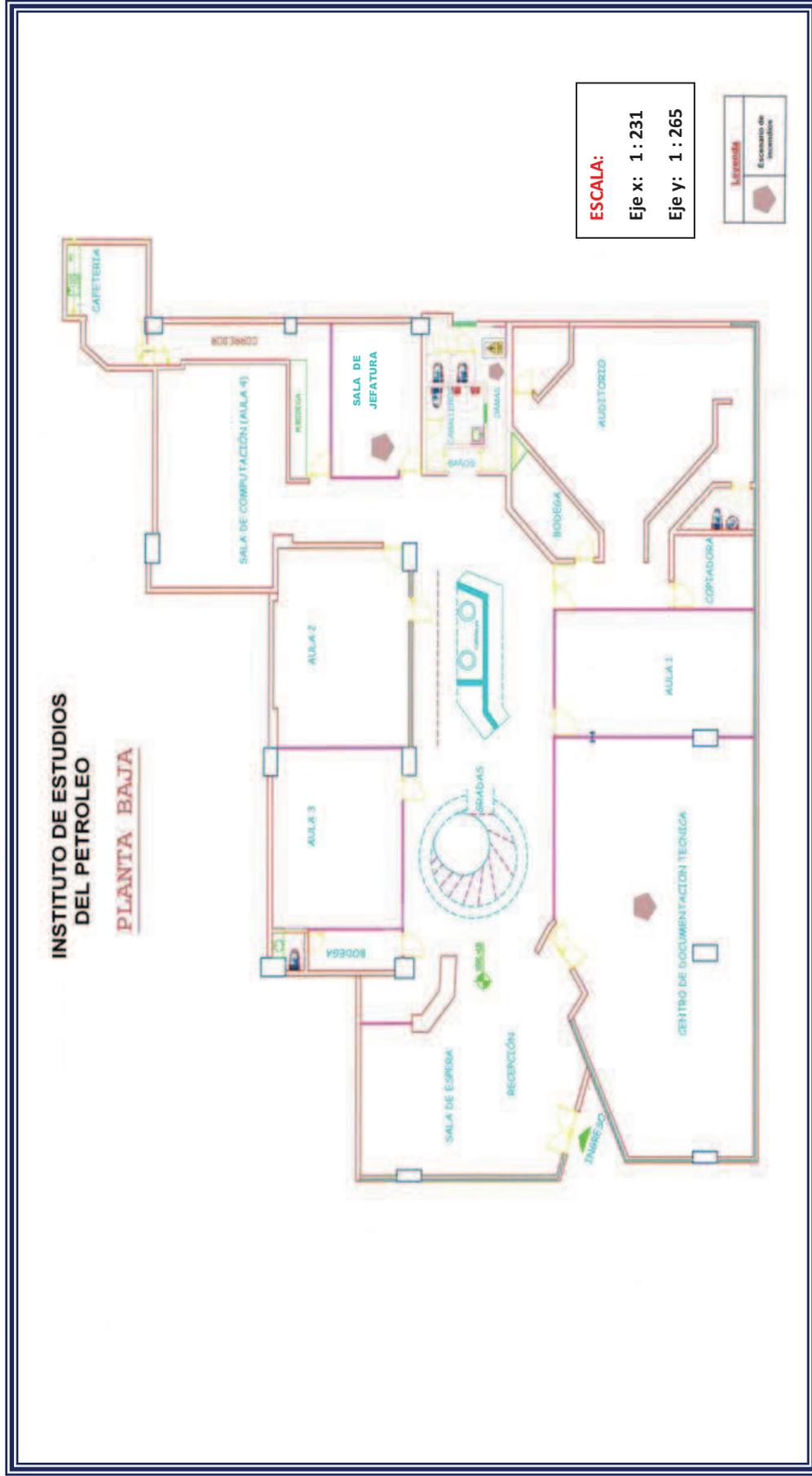


Figura A.I.1. Escenarios de riesgos. Planta baja.

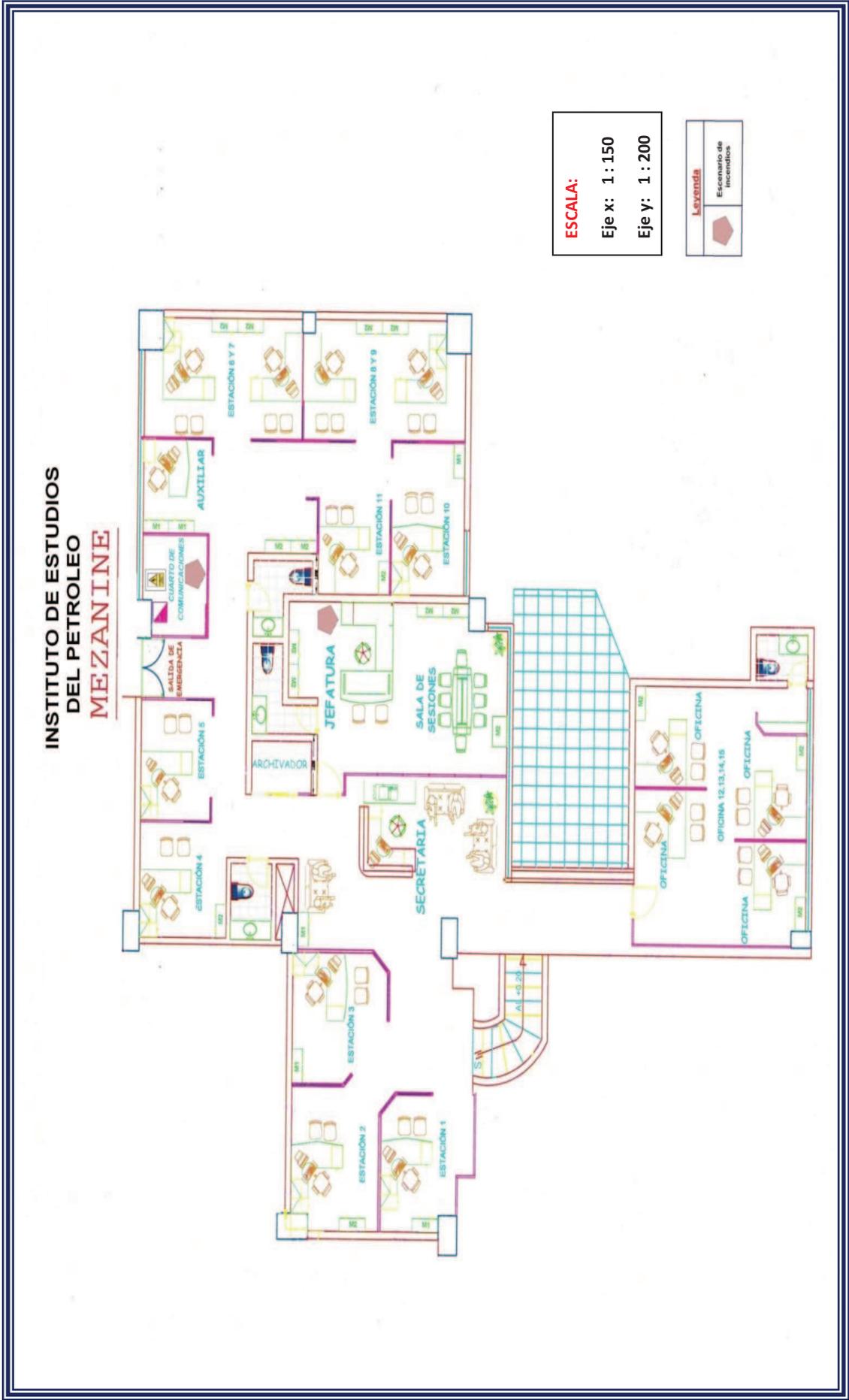


Figura A.I.2. Escenarios de riesgos. Mezanine.

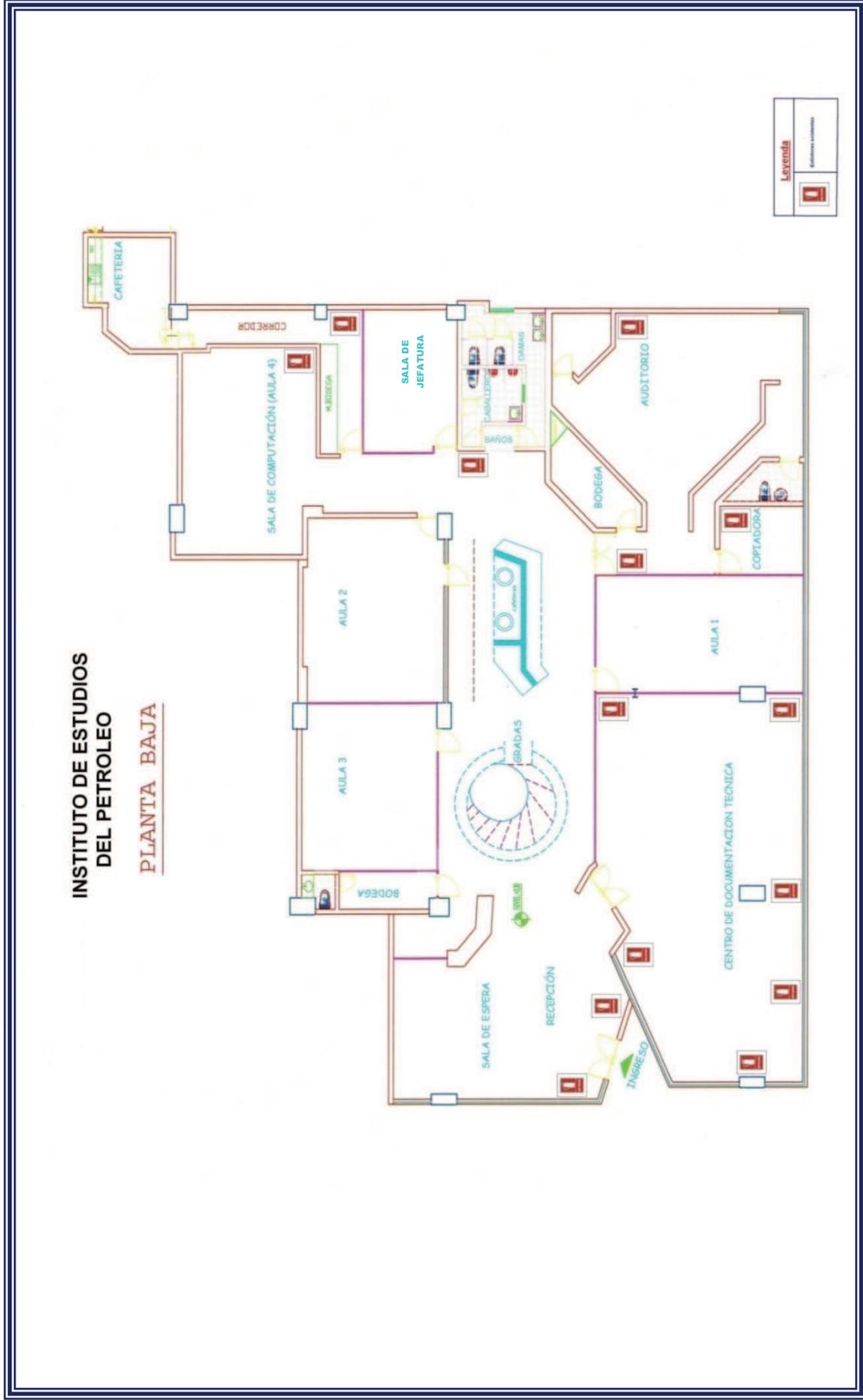


Figura A.I.3. Ubicación de los medios de extinción primarios. Planta baja.

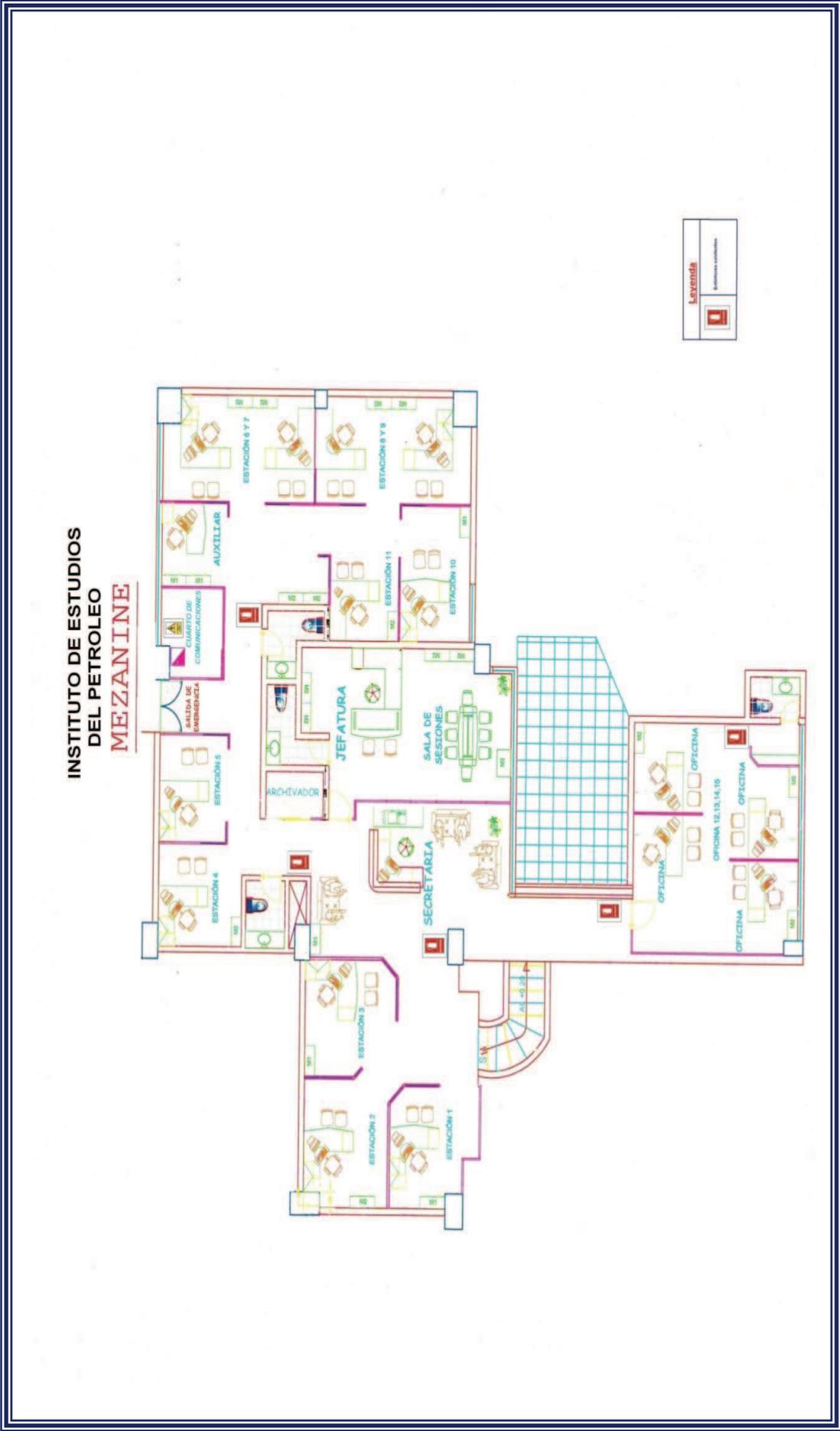


Figura A.I.4. Ubicación de los medios de extinción primarios. Mezanine.

ANEXO II
SEÑALIZACIÓN PROPUESTA DE LA EVACUACIÓN

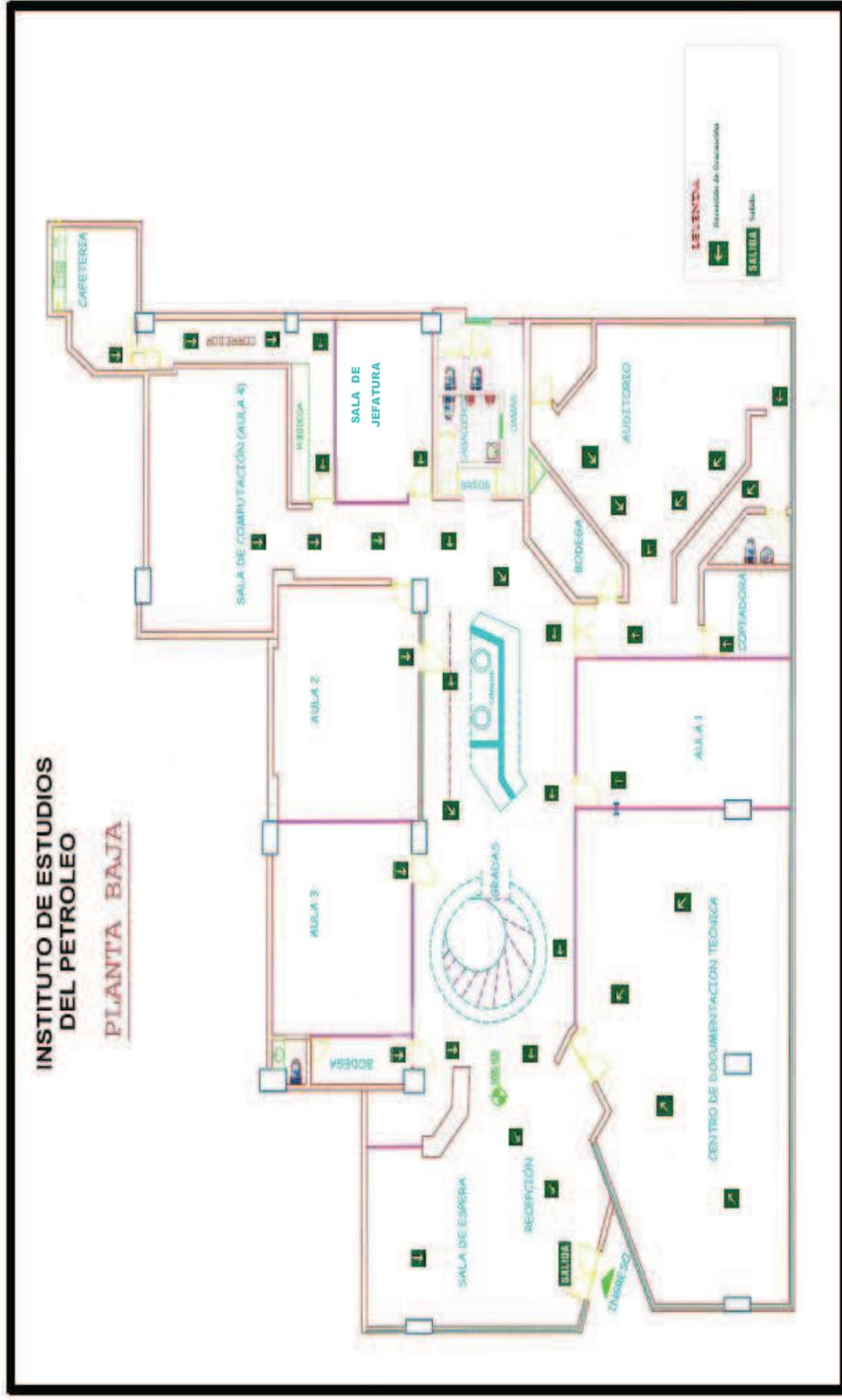


Figura A.II.1 Señalización propuesta de la evacuación. Planta baja.

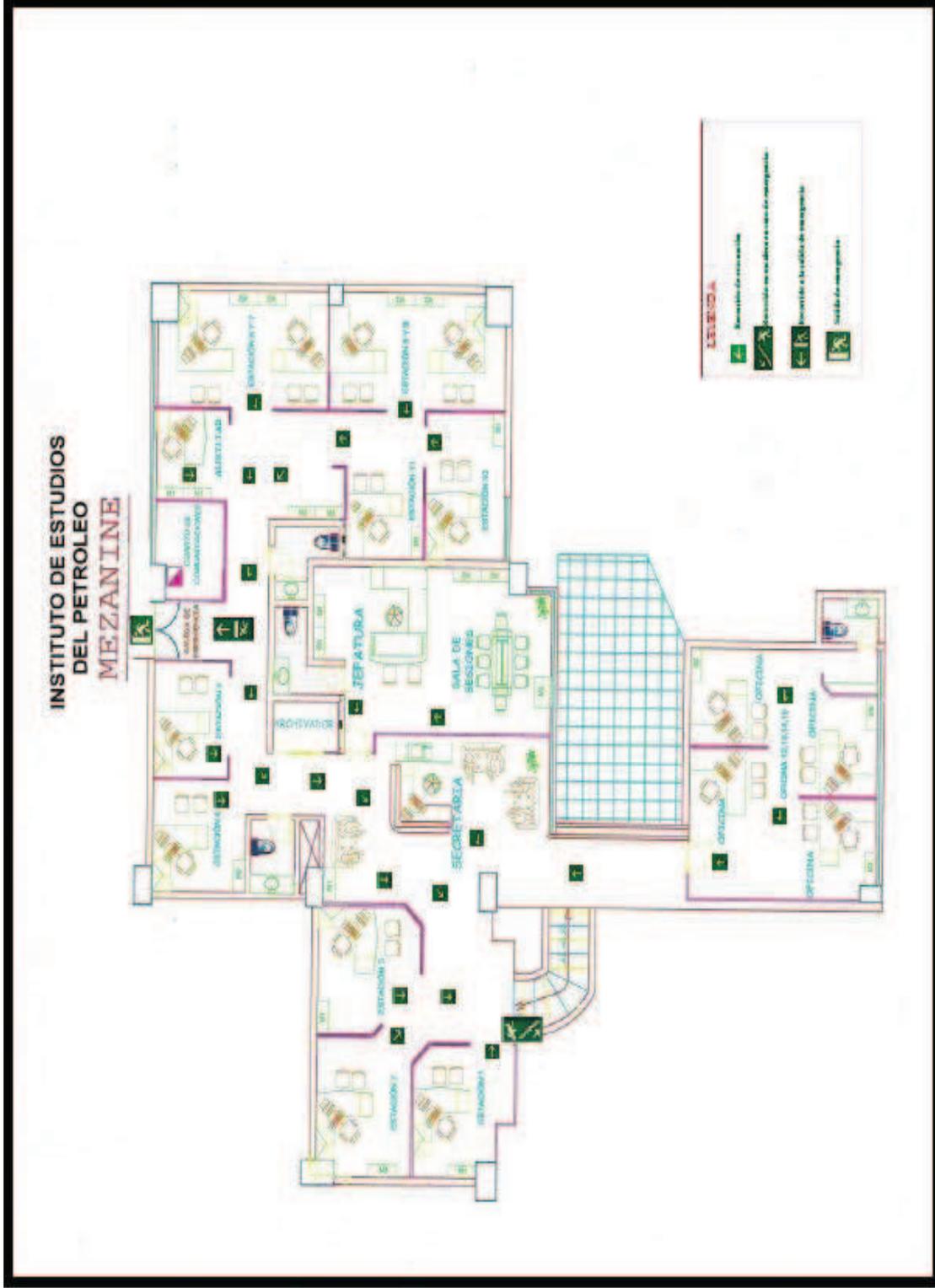


Figura A.II.2 Señalización propuesta de la evacuación. Mezzanine.

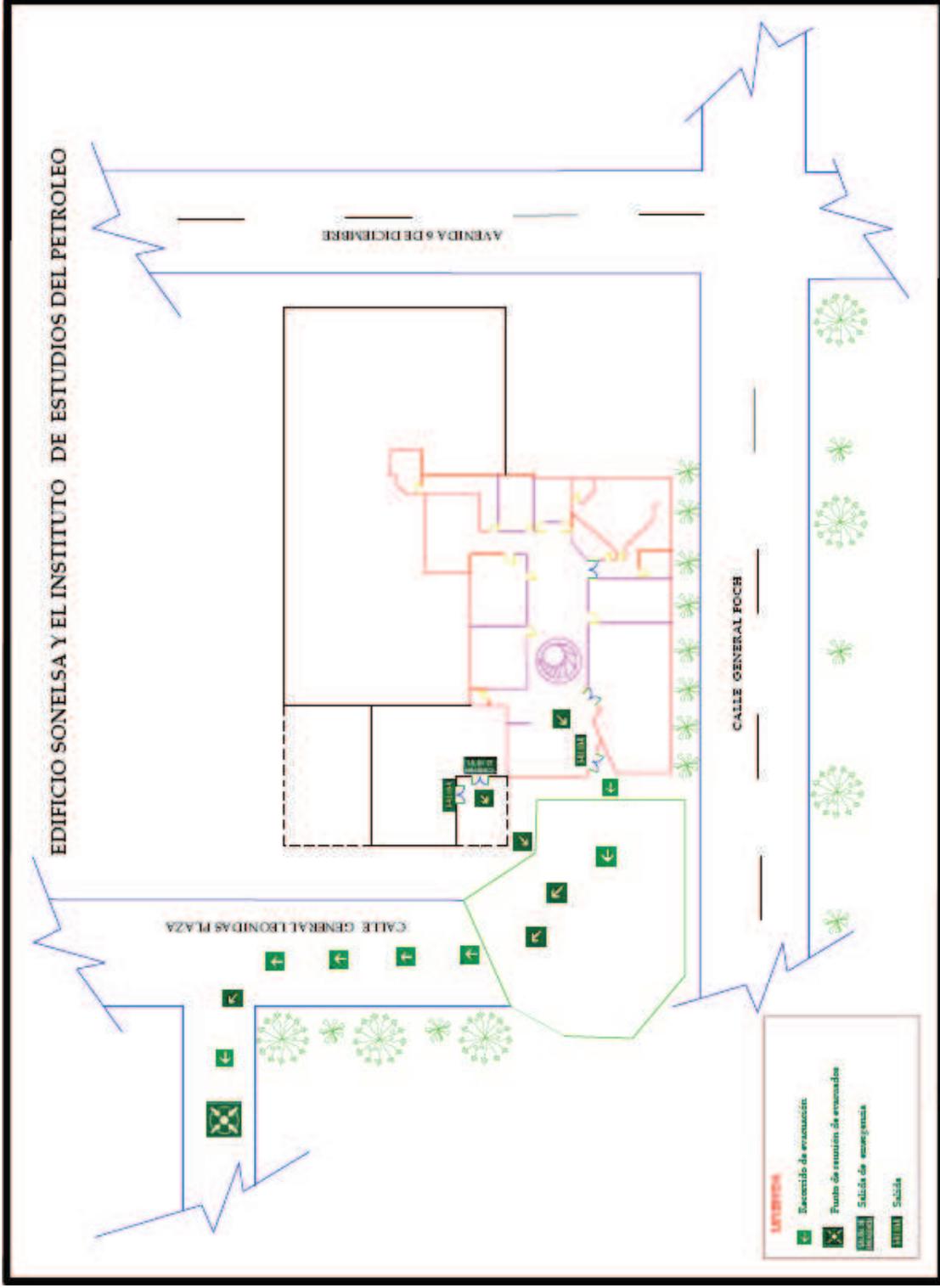


Figura A.II.3 Señalización propuesta de la evacuación. Punto de reunión.

ANEXO III

EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS DE LOS FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS



Figura A.III.1. Factores de riesgo que posibilitan el surgimiento de incendio.
Materiales combustibles próximos a líneas eléctricas sobrecargadas.

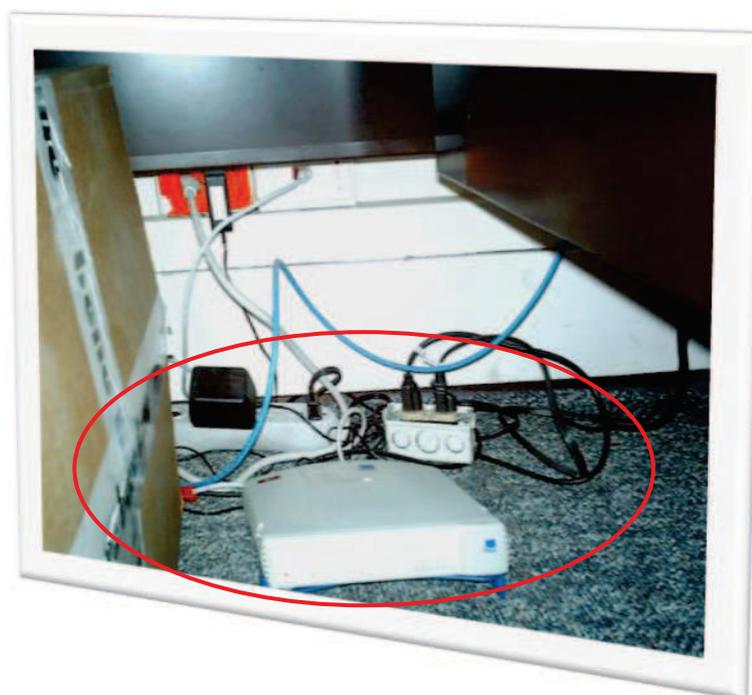


Figura A.III.2. Factores de riesgo que posibilitan el surgimiento de incendio.
Materiales combustibles próximos a líneas eléctricas sobrecargadas.

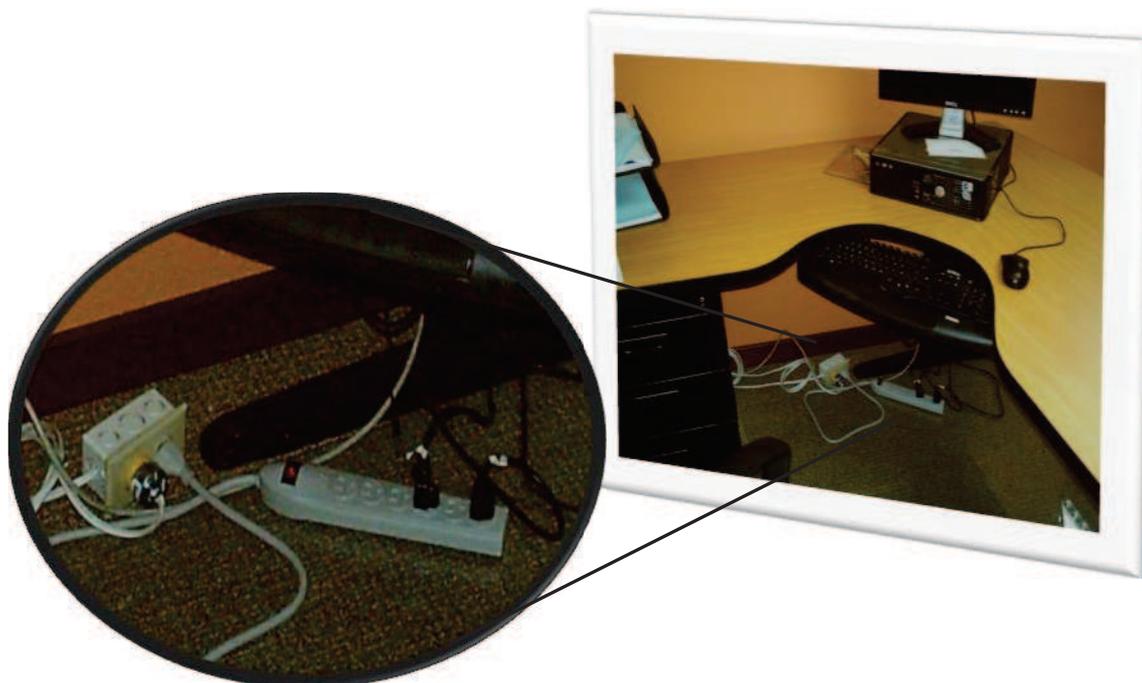


Figura A.III.3. Factores de riesgo que posibilitan el surgimiento de incendio.
Materiales combustibles próximos a líneas eléctricas sobrecargadas.

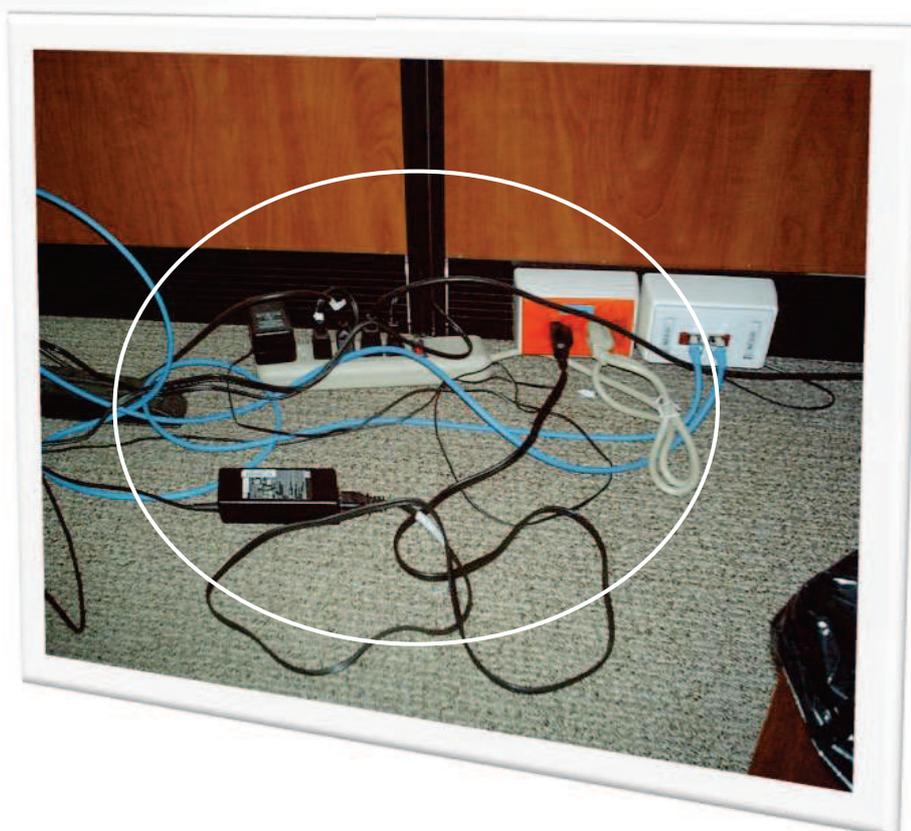


Figura A.III.4. Factores de riesgo que posibilitan el surgimiento de incendio.
Materiales combustibles próximos a líneas eléctricas sobrecargadas.



Figura A.III.5. Factores de riesgo que propician la propagación del incendio.
Módulos de poliespuma: Material altamente combustible. Goteo y humos
extremadamente tóxicos.

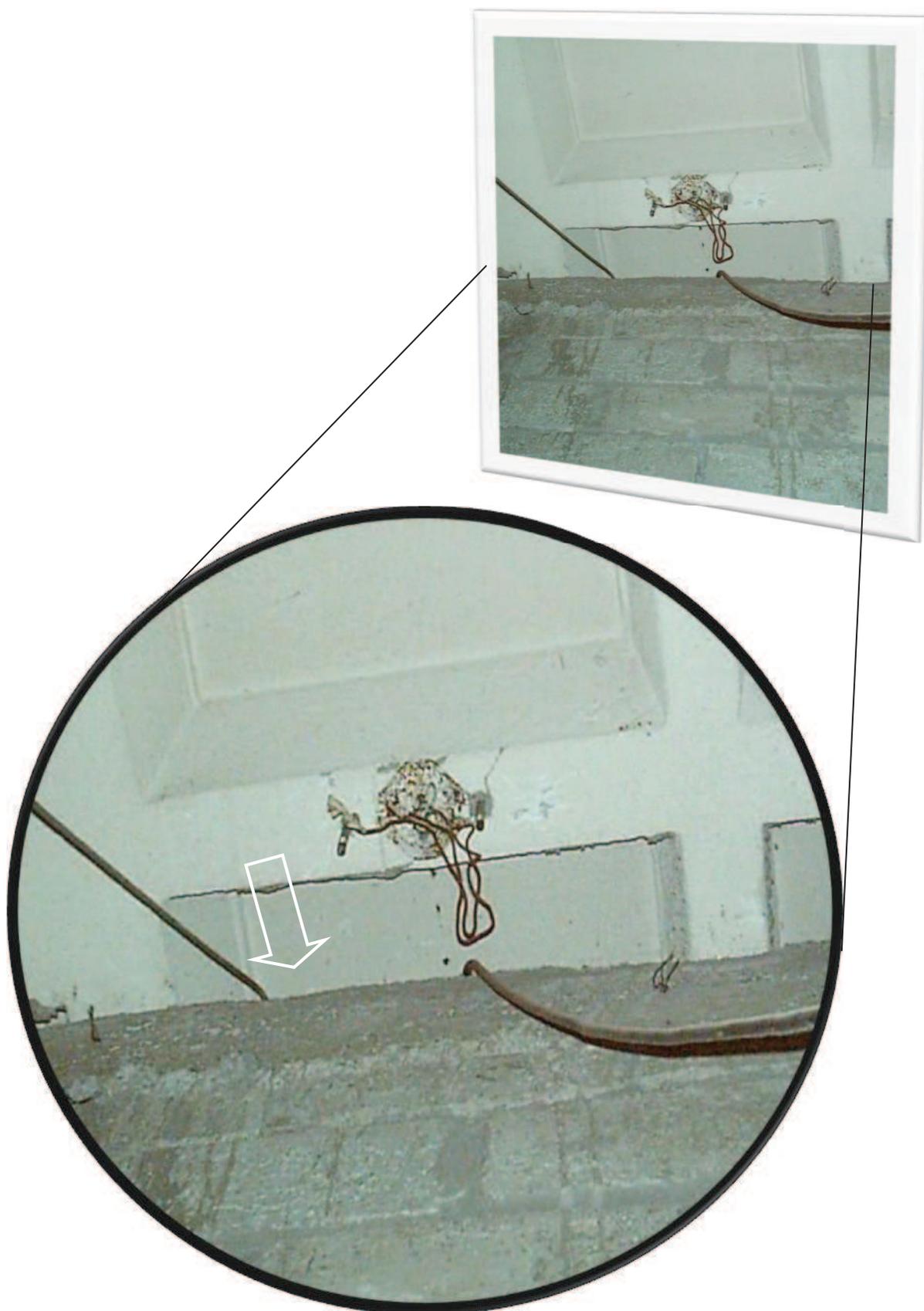


Figura A.III.6. Factores de riesgo que propician la propagación del incendio.
Aberturas sin sellar entre locales contiguos.

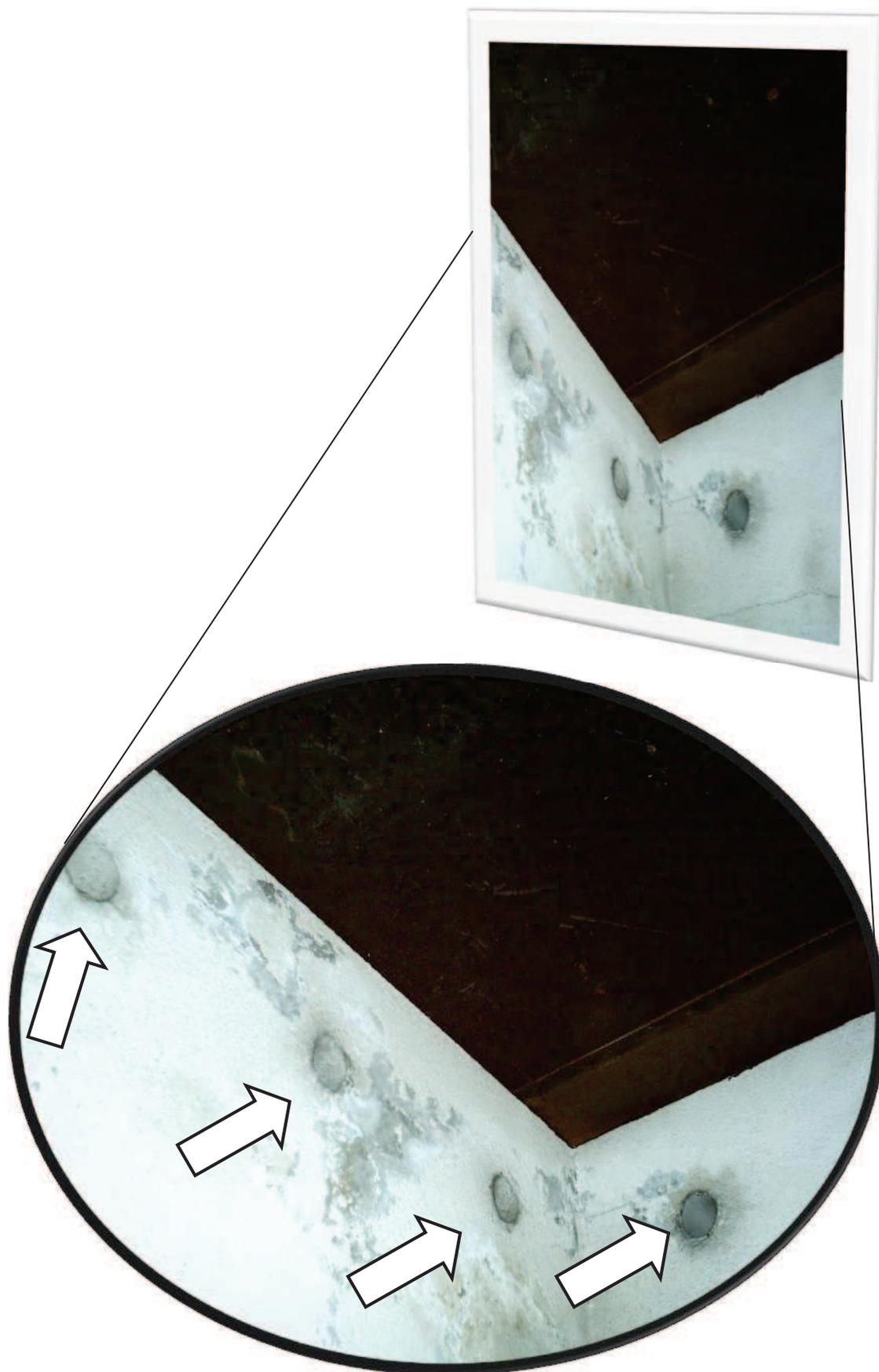


Figura A.III.7. Factores de riesgo que propician la propagación del incendio.
Aberturas sin sellar entre locales contiguos.



Figura A.III.8. Factores de riesgo que propician la propagación del incendio. Abertura que comunica dos plantas, con escalera y peldaños de madera por el interior de una oficina. Entrepiso de madera recubierto con alfombra.

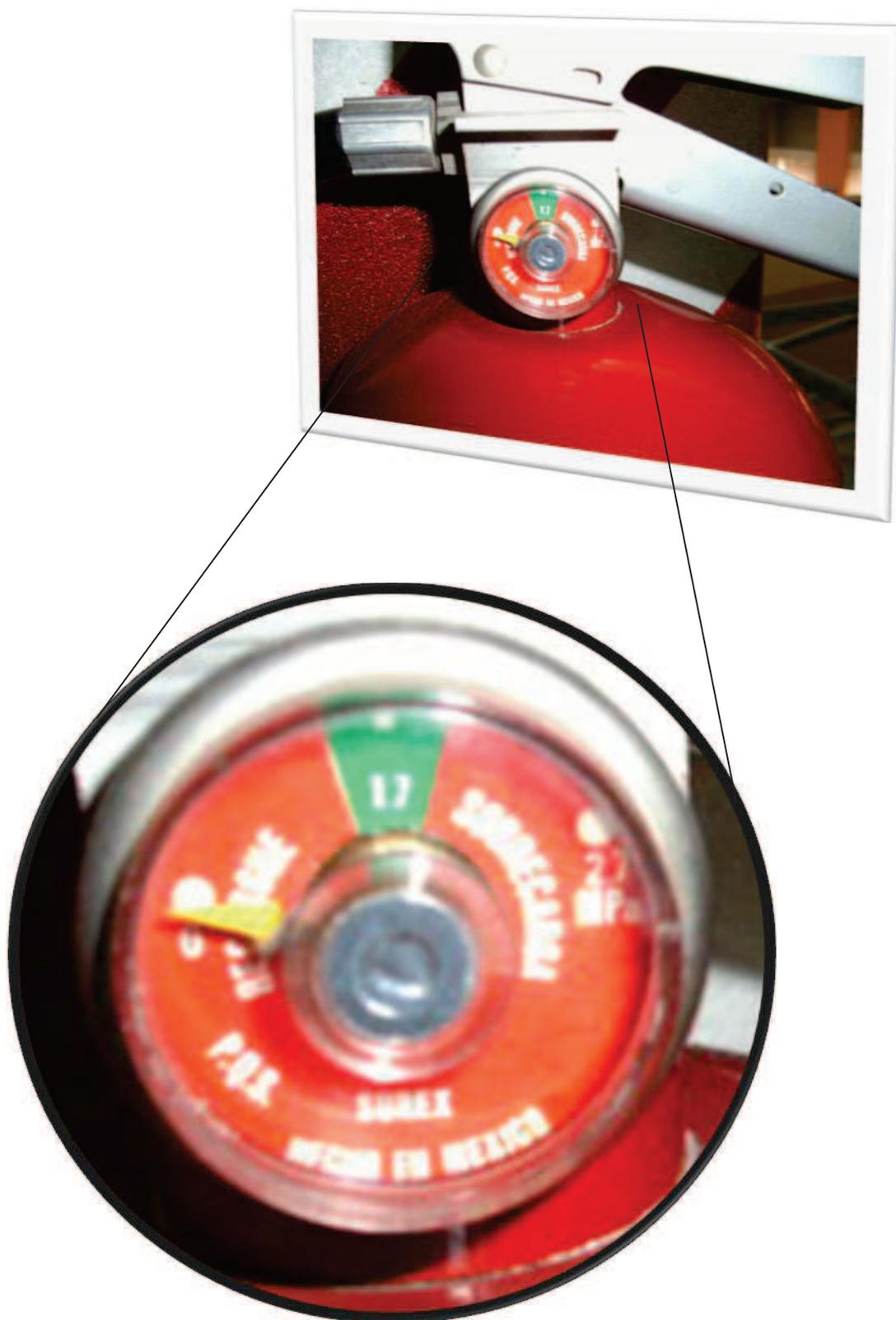


Figura A.III.9. Factores de riesgo que dificultan la extinción del incendio.
Medio de extinción primaria descargado.



Figura A.III.10. Factores de riesgo que dificultan la extinción del incendio.
Medio de extinción primaria obstruido.

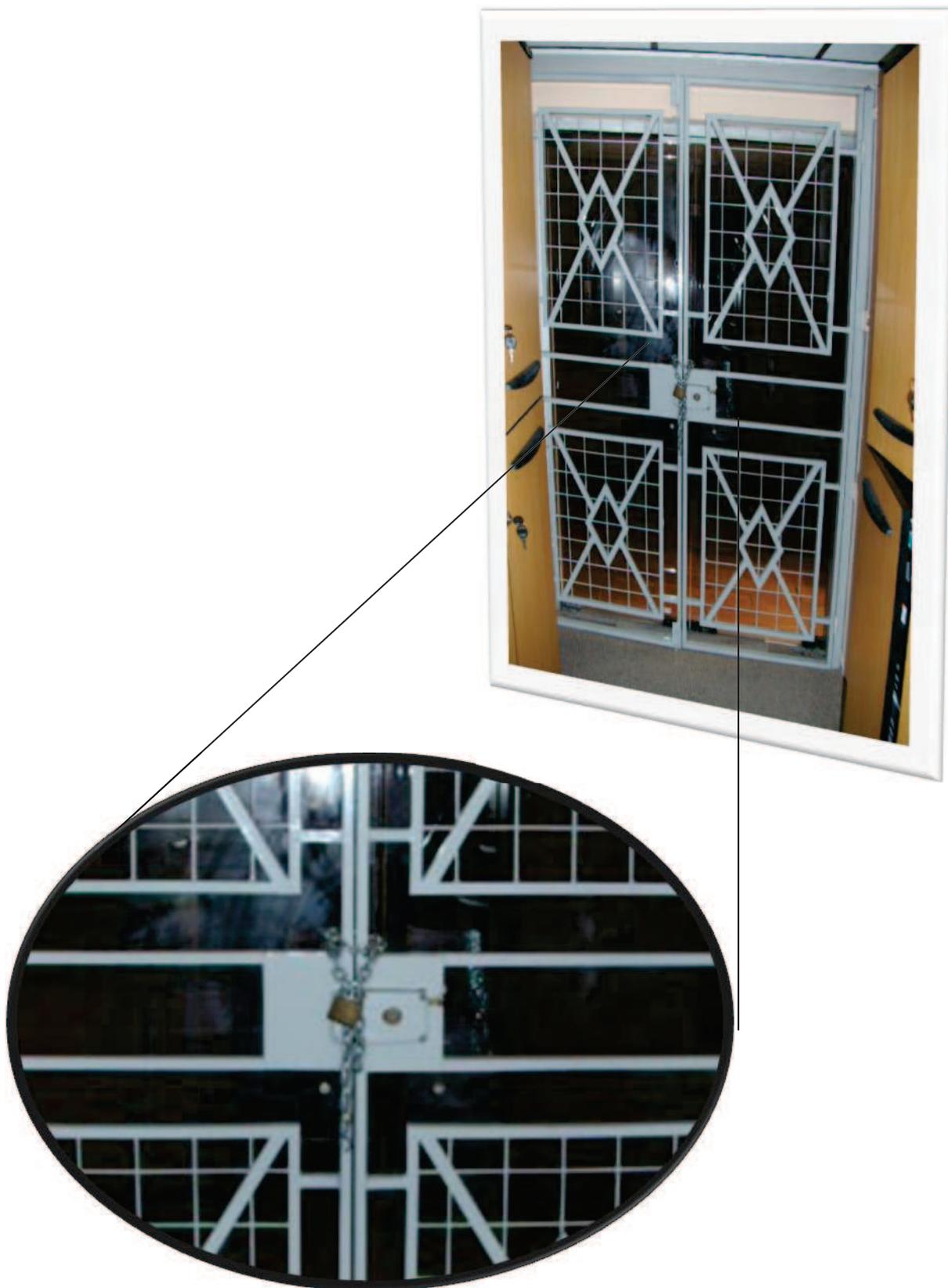


Figura A.III.11. Factores de riesgo que obstaculizan la evacuación de personas y bienes salvaguardables. Puerta de emergencia cerrada y clausurada.

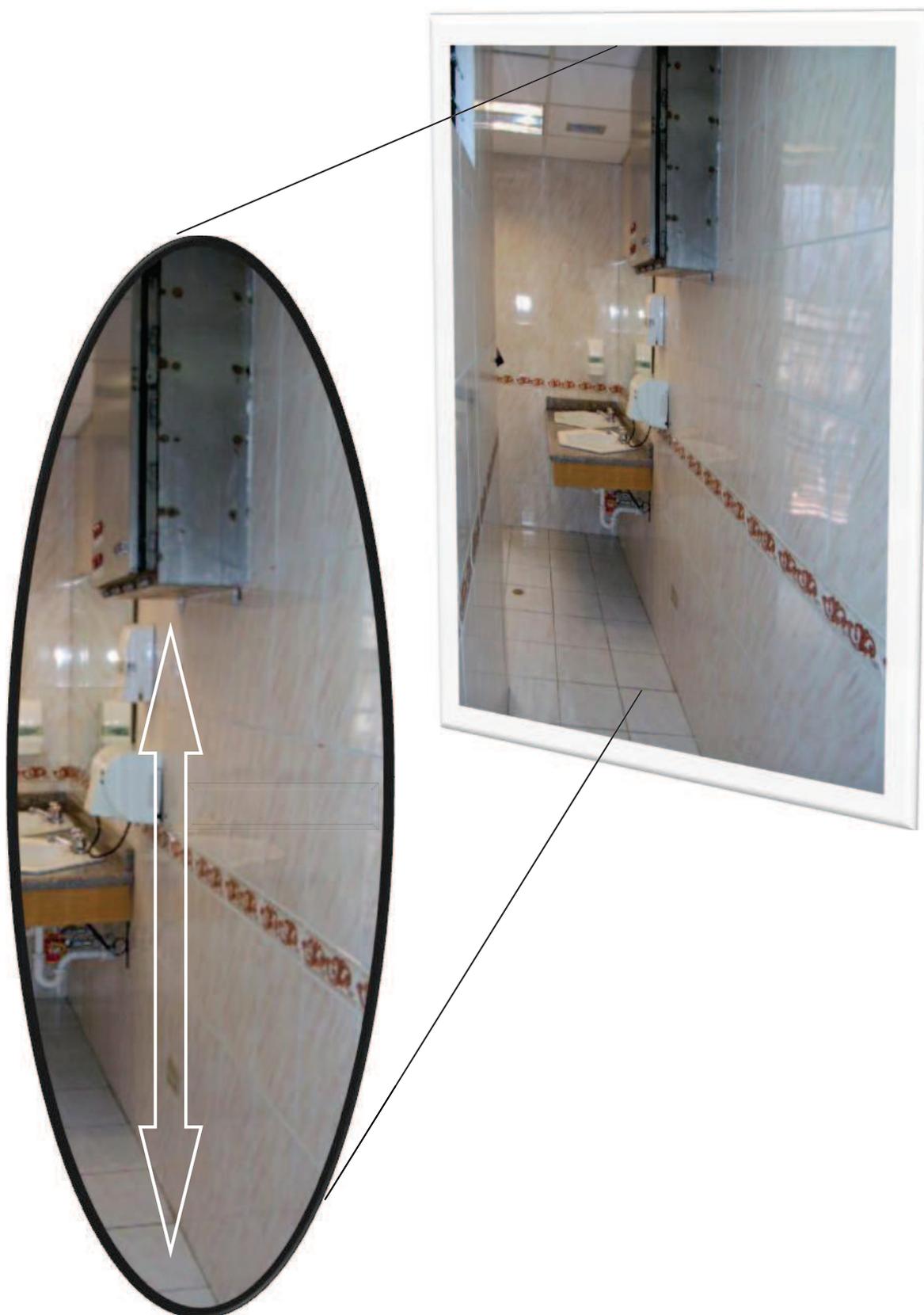


Figura A.III.12. Factores de riesgo que dificultan la extinción del incendio.
Cuadro general de distribución eléctrica a una altura que impide un corte rápido y seguro de la energía eléctrica.



Figura A.III.13. Factores de riesgo que propician la propagación del incendio.
Aglomeración de material combustible en local no sectorizado como área de almacenamiento.



Figura A.III.14. Factores de riesgo que dificultan la extinción del incendio.
Vigas metálicas no protegidas.



Figura A.III.15. Factores de riesgo que obstaculizan la evacuación de personas y bienes salvaguardables. Puertas abren en sentido contrario al de la evacuación.



Figura A.III.16. Factores de riesgo que obstaculizan la evacuación de personas y bienes salvaguardables. Puertas abren en sentido contrario al de la evacuación.



Figura A.III.17. Factores de riesgo que propician la propagación del incendio.
Conductos de climatización carentes de seccionadores automáticos.



Figura A.III.18. Factores de riesgo que propician la propagación del incendio.
Tabiques divisorios no poseen la resistencia al fuego requerida.



Figura A.III.19. Factores de riesgo que dificultan la extinción del incendio.
Medio de extinción primaria carente de mantenimiento.



Figura A.III.20. Factores de riesgo que dificultan la extinción del incendio.
Medios de extinción primaria ubicados en el suelo.

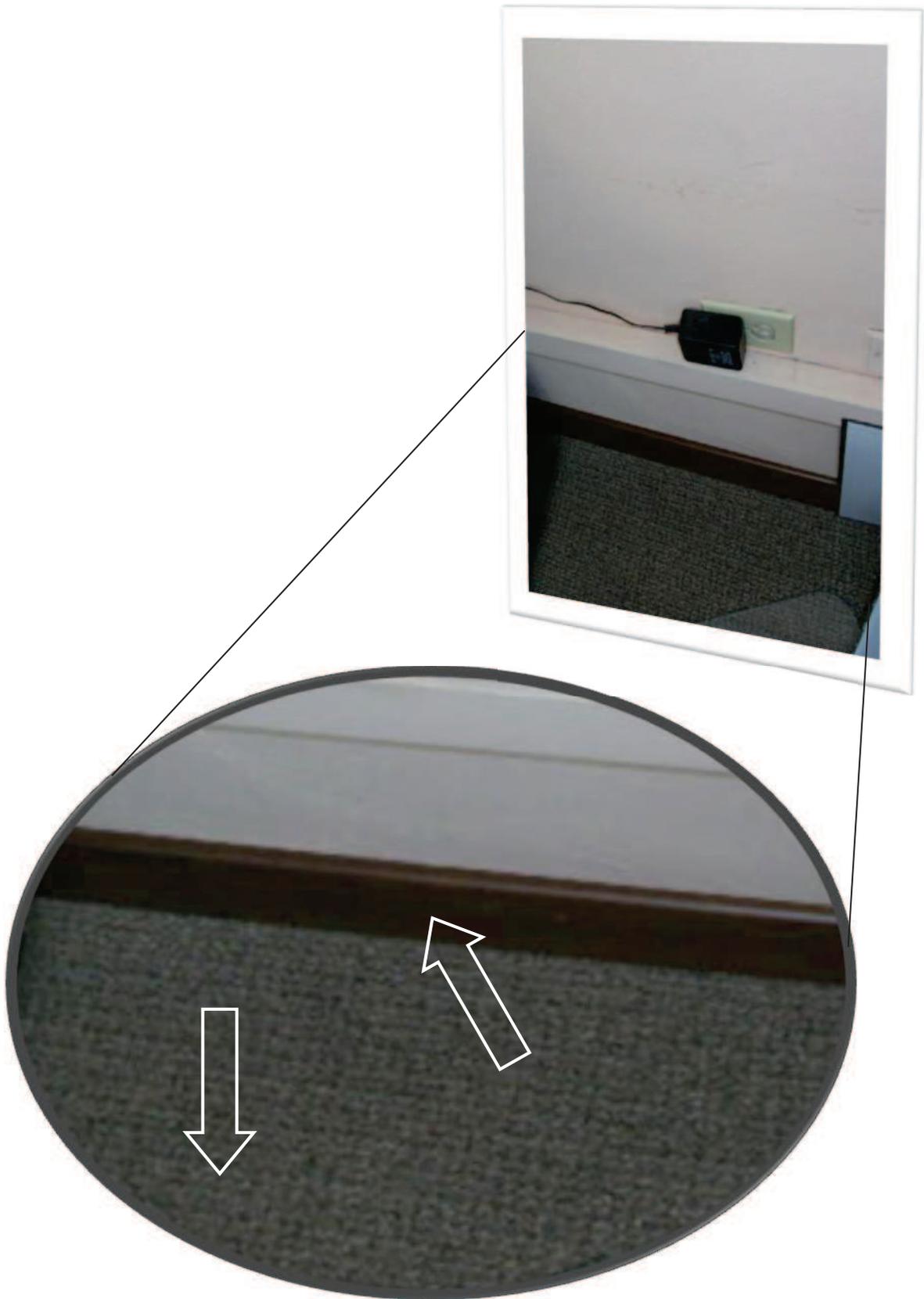


Figura A.III.21. Factores de riesgo que propician la propagación del incendio. Entrepiso y barrederas de madera, y además recubierto de alfombras.

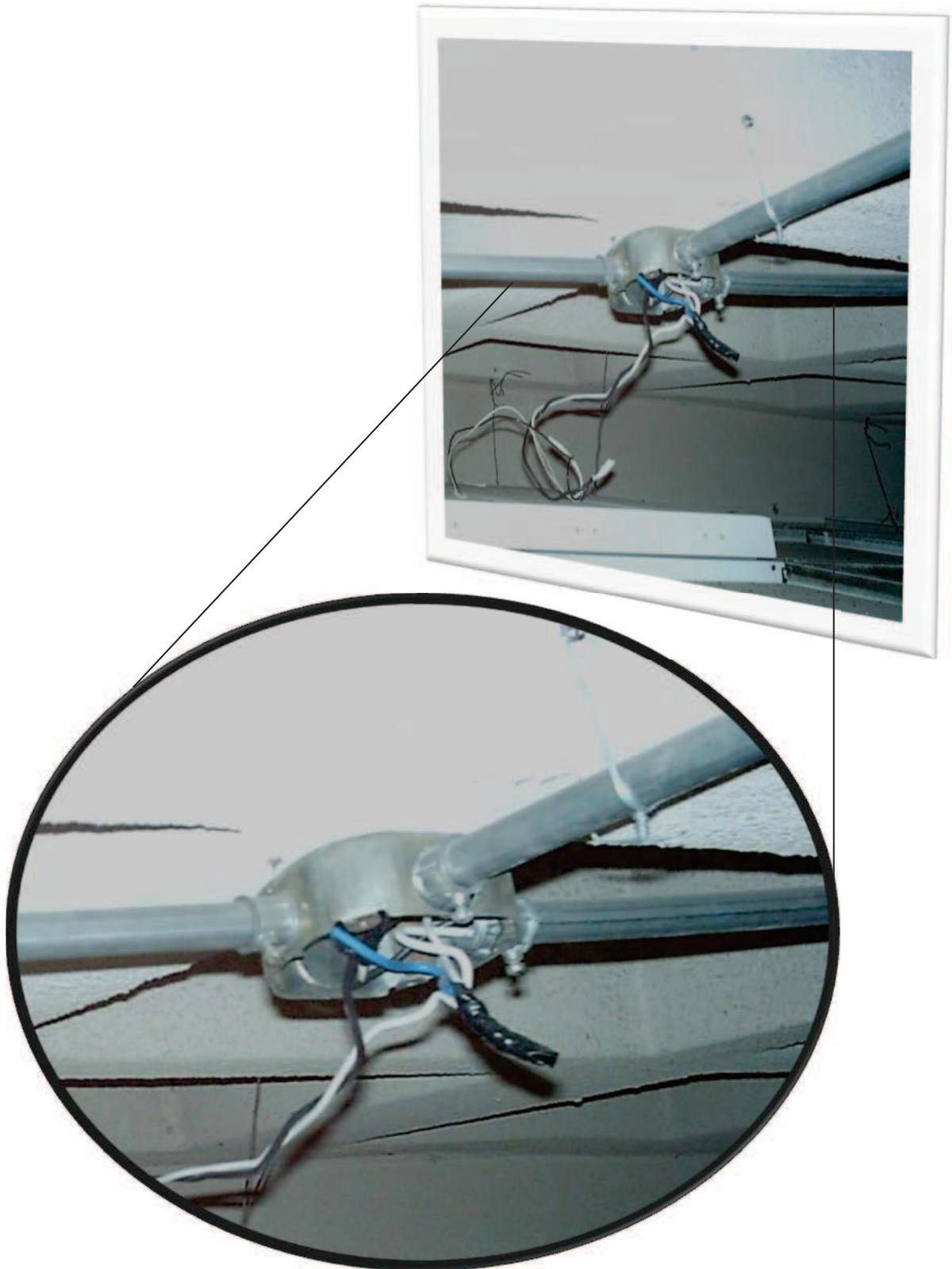


Figura A.III.22. Factores de riesgo que posibilitan el surgimiento del incendio.
Cajas eléctricas sin tapas protectoras

ANEXO IV

CARGAS TÉRMICAS MOBILIARIAS Y FACTORES DE INFLUENCIA PARA DIVERSAS ACTIVIDADES *

Tabla A.IV.1. Cargas térmicas mobiliarias y factores de influencia para diversas actividades.

ACTIVIDAD	FABRICACION / VENTA						ALMACENAMIENTOS					
	Qm MJ/m ²	q	c	r	k	A	p cat	Qm MJ/m ³	c	r	k	A
Abonos químicos.....	200	1.0	1.4	1.0	1.0	1.20	—	200	1.2	1.0	1.0	0.85
Aceites comestibles, expedición.....	900	1.5	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Aceites comestibles.....	1.000	1.5	1.4	1.2	1.0	1.20	—	18.900	1.2	1.2	1.0	0.85
Aceites, mineral, vegetal, animal.....								18.900	1.2	1.2	1.0	0.85
Acero.....	40	0.6	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Acetileno, llenado de botellas.....	700	1.4	1.6	1.0	1.0	0.85	2					
Acido carbónico.....	40	0.6	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Acidos inorgánicos.....	80	0.8	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Acumuladores.....	400	1.2	1.2	1.2	1.0	1.00	—	800	1.0	1.2	1.0	0.85
Acumuladores, expedición.....	800	1.4	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Agua oxigenada.....				1.0	1.0	1.20	—					
Agujas de acero.....	200	1.0	1.0	1.0	1.2	1.00	—					
Alambre metálico aislado.....	300	1.1	1.0	1.2	1.0	1.00	—	1.000	1.2	1.2	1.2	0.85
Alambre metálico no aislado.....	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Albergues.....	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	1					
Albergues juveniles.....	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	2					
Alfarería.....	200	1.0	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Alfarería artística.....	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Alfarería, artículos de.....	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	—					
Algodón en rama, guata.....	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.100	1.2	1.0	1.0	0.85
Algodón, almacén de.....								1.300	1.2	1.0	1.0	0.85
Alimentación.....	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	—	800	1.2	1.0	1.0	0.85
Alimentación, embalaje.....	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Alimentación, expedición.....	1.000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Alimentación, materias primas.....								3.400	1.2	1.0	1.0	0.85
Alimentación, platos precocinados.....	200	1.0	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Almacenes de talleres, etc.....	1.200	1.5	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Almidón.....	2.000	1.7	1.4	1.0	1.0	1.45	—					
Alquitrán.....								3.400	1.4	1.2	1.0	0.85
Alquitrán, productos de.....	800	1.4	1.4	1.2	1.0	1.20	—					
Altos hornos.....	40	0.6	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Aluminio, producción.....	40	0.6	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Aluminio, trabajo de.....	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Antigüedades, venta.....	700	1.4	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Aparatos de radio.....	300	1.1	1.2	1.2	1.2	1.00	—	200	1.2	1.2	1.2	0.85
Aparatos de radio, venta.....	400	1.2	1.2	1.2	1.2	0.85	—					
Aparatos de televisión.....	300	1.1	1.2	1.2	1.2	1.00	—	200	1.2	1.2	1.2	0.85
Aparatos domésticos.....	300	1.1	1.0	1.2	1.0	1.20	—	200	1.2	1.2	1.0	0.85
Aparatos domésticos, venta.....	300	1.1	1.2	1.2	1.0	0.85	—					
Aparatos eléctricos.....	400	1.2	1.0	1.2	1.0	1.20	—	400	1.2	1.2	1.2	0.85
Aparatos eléctricos, reparación.....	500	1.3	1.0	1.2	1.0	1.00	—					
Aparatos electrónicos.....	400	1.2	1.0	1.2	1.2	1.20	—	400	1.2	1.2	1.2	0.85
Aparatos electrónicos, reparación.....	500	1.3	1.0	1.2	1.2	1.00	—					
Aparatos fotográficos.....	300	1.1	1.2	1.0	1.2	1.20	—	600	1.2	1.2	1.2	0.85
Aparatos mecánicos.....	400	1.2	1.2	1.0	1.2	1.20	—					
Aparatos pequeños, construcción de.....	300	1.1	1.0	1.2	1.2	1.20	—					
Aparatos sanitarios, taller.....	100	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Aparatos talleres de reparación.....	600	1.3	1.2	1.0	1.2	1.00	—					
Aparatos, expedición de.....	700	1.4	1.2	1.0	1.2	1.00	—					
Aparatos, pruebas de.....	200	1.0	1.2	1.0	1.2	1.00	—					
Aparcamientos, edificios de.....	200	1.0	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Apartamentos.....	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Apósitos, fabricación de artículos.....	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—	800	1.2	1.0	1.0	0.85
Archivos.....	4.200	1.9	1.2	1.0	1.0	0.85	—	1.700	1.2	1.0	1.0	0.85
Arena.....												
Armarios frigoríficos.....	1.000	1.50	1.2	1.2	1.0	1.20	—	300	1.2	1.2	1.2	0.85
Armas.....	300	1.10	1.2	1.0	1.2	1.20	—					
Armas, venta.....	300	1.10	1.2	1.0	1.2	0.85	—					
Artículos de metal.....	200	1.00	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos de yeso.....	80	0.80	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos metal., fund. por inyección.....	80	0.80	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos metálic., soldadura ligera.....	300	1.10	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos metálicos, amolado.....	80	0.80	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos metálicos, barnizado.....	300	1.10	1.6	1.2	1.0	1.80	—					
Artículos metálicos, cerrajería.....	200	1.00	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos metálicos, chatarras.....	80	0.80	1.0	1.0	1.0	1.00	—					

Tabla A.IV.1. Cargas térmicas mobiliarias y factores de influencia para diversas actividades...continuación...

ACTIVIDAD	FABRICACION / VENTA						ALMACENAMIENTOS					
	Qm MJ/m ²	q	c	r	k	A	p cat	Qm MJ/m ³	c	r	k	A
Artículos metálicos, dorado.....	80	0.80	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos metálicos, estampado.....	100	0.80	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos metálicos, forjado.....	80	0.80	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos metálicos, fresado.....	200	1.00	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos metálicos, fundición.....	40	0.60	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos metálicos, grabación.....	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos metálicos, soldadura.....	80	0.80	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos pirotécnicos.....	Espec.	1.40	EX	1.2	1.0	1.80	2	2.000	1.4	1.2	1.0	1.00
Aserraderos.....	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Asfalto (bidones, bloques), almacén..								3.400	1.0	1.2	1.0	0.85
Asfalto, manipulación de.....	800	1.4	1.2	1.2	1.0	1.00	—	3.400	1.0	1.2	1.0	0.85
Automóviles, almacén de accesorios.								800	1.2	1.2	1.2	0.85
Automóviles, garages y aparcamientos	200	1.0	1.4	1.2	1.0	1.20	1					
Automóviles, guarnición.....	700	1.4	1.2	1.2	1.2	1.00	—					
Automóviles, montaje.....	300	1.1	1.2	1.2	1.2	1.20	—					
Automóviles, pintura.....	500	1.3	1.4	1.2	1.2	1.45	2					
Automóviles, reparación.....	300	1.1	1.4	1.2	1.2	1.20	—					
Automóviles, venta de accesorios....	300	1.1	1.2	1.2	1.2	0.85	—					
Aviones.....	200	1.0	1.2	1.2	1.2	1.20	—					
Aviones, hangares.....	200	1.0	1.4	1.2	1.2	1.20	—					
Azúcar.....								8.400	1.0	1.0	1.0	0.85
Azúcar, productos de.....	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—	800	1.0	1.0	1.0	0.85
Azufre.....												
Balanzas.....	300	1.1	1.0	1.0	1.2	1.20	—					
Bancos, oficinas o sucursales.....	300	1.1	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Barcos de madera.....	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Barcos de plástico.....	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.20	—					
Barcos metálicos.....	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Barnices.....	5.000	1.9	1.6	1.2	1.0	1.80	1	2.500	1.6	1.2	1.0	1.00
Barnices a la cera.....	2.000	1.7	1.4	1.2	1.0	1.20	1	5.000	1.4	1.2	1.0	0.85
Barnices, expedición.....	1.000	1.5	1.4	1.2	1.0	1.00	—					
Barnizado.....	80	0.8	1.6	1.2	1.0	1.45	—					
Barnizado de muebles.....	200	1.0	1.6	1.2	1.0	1.45	—					
Barnizado de papel.....	80	0.8	1.6	1.2	1.0	1.45	—					
Bebidas alcohólicas.....	500	1.3	1.4	1.0	1.0	1.20	—	800	1.2	1.0	1.0	0.85
Bebidas sin alcohol.....	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Bebidas sin alcohol, expedición.....	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Bibliotecas.....	2.000	1.7	1.2	1.0	1.0	0.85	—	2.000	1.0	1.0	1.0	0.85
Bicicletas.....	200	1.0	1.0	1.2	1.0	1.20	—	400	1.2	1.2	1.0	0.85
Bodegas (vinos).....	80	0.8	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Bramante.....	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.100	1.2	1.2	1.0	0.85
Bramante, almacén.....								1.000	1.2	1.0	1.0	0.85
Buhardillas habitables.....	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Cables.....	300	1.1	1.0	1.2	1.2	1.00	—	600	1.2	1.2	1.2	0.85
Cacao, productos de.....	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	—	5.800	1.0	1.0	1.0	0.85
Café, crudo (sin refinar).....								2.900	1.0	1.0	1.0	0.85
Café, extracto.....	300	1.1	1.0	1.0	1.0	1.00	—	4.500	1.0	1.0	1.0	0.85
Café, tostaderos.....	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Cajas de madera.....	1.000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.20	—	600	1.2	1.0	1.0	1.00
Cajas fuertes.....	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Calderas, edificio de.....	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Calefacciones.....	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Calefacciones centrales.....	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Calzado.....	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.20	—	400	1.2	1.2	1.0	0.85
Calzado, accesorios de.....								800	1.2	1.2	1.0	0.85
Calzados, expedición.....	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Calzados, venta.....	500	1.3	1.2	1.2	1.0	0.85	—					
Cantinas.....	300	1.1	1.0	1.0	1.0	0.85	1					
Caramelos.....	400	1.2	1.0	1.0	1.0	1.00	—	1.500	1.2	1.0	1.0	0.85
Caramelos, embajale.....	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Carbón de coke.....								10.500	1.0	1.0	1.0	0.85
Carnicerías, venta.....	40	0.6	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Carretería, artículos de.....	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Carrocerías de automóvil.....	200	1.0	1.2	1.2	1.2	1.20	—					
Cartón.....	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—	4.200	1.2	1.0	1.0	0.85
Cartón embreado.....	2.000	1.7	1.4	1.2	1.0	1.45	—	2.500	1.2	1.2	1.0	0.85

Tabla A.IV.1. Cargas térmicas mobiliarias y factores de influencia para diversas actividades...continuación...

ACTIVIDAD	FABRICACION / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Qm MJ/m ²	q	c	r	k	A	p cat	Qm MJ/m ³	c	r	k	A
Cartón ondulado.....	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.300	1.2	1.0	1.0	0.85
Cartón piedra.....	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Cartonaje.....	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	—	2.500	1.2	1.0	1.0	0.85
Cartonaje, expedición.....	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Caucho.....								28.600	1.2	1.2	1.0	0.85
Caucho, artículos de.....	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.20	—	5.000	1.2	1.2	1.0	0.85
Caucho, venta de artículos.....	800	1.4	1.2	1.2	1.0	0.85	—					
Celuloide.....	800	1.4	1.4	1.2	1.2	1.45	2	3.400	1.4	1.0	1.0	1.00
Cemento.....	40	0.6	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Central de calefacción a distancia...	200	1.0	1.0	1.2	1.2	1.00	—					
Centrales hidráulicas.....	80	0.8	1.0	1.2	1.2	1.00	—					
Centrales hidroeléctricas.....	40	0.6	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Centrales térmicas.....	200	1.0	1.0	1.2	1.2	1.00	—					
Cepillos y brochas.....	700	1.4	1.2	1.0	1.0	1.45	—	800	1.2	1.2	1.0	0.85
Cera.....								3.400	1.2	1.2	1.0	0.85
Cera, artículos de.....	1.300	1.6	1.2	1.2	1.0	1.00	—	2.100	1.2	1.2	1.0	0.85
Cera, venta de artículos de.....	2.100	1.7	1.20	1.2	1.0	1.00	—					
Cerámica, artículos de.....	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Cerillas.....	300	1.1	1.4	1.2	1.0	1.45	—	800	1.4	1.2	1.0	1.00
Cerrajerías.....	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Cervecerías.....	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Cestería.....	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—	200	1.2	1.0	1.0	0.85
Cesterías, venta de artículos de.....	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—	200	1.2	1.0	1.0	0.85
Chapa, artículos de.....	100	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Chapa, embalaje de artículos.....	200	1.0	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Chatarería.....	300	1.2	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Chocolate.....	400	1.2	1.0	1.0	1.0	1.20	—	3.400	1.0	1.2	1.0	0.85
Chocolate, embalaje.....	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Chocolate, fabric./sala de moldes....	1.000	1.5	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Cines.....	300	1.1	1.0	1.0	1.0	1.00	1					
Cochecitos de niño.....	300	1.1	1.2	1.2	1.0	1.20	—	800	1.0	1.2	1.0	0.85
Cochecitos de niño, venta.....	300	1.1	1.0	1.2	1.0	0.85	—					
Colchones no sintéticos.....	500	1.3	1.4	1.2	1.0	1.20	—	5.000	1.2	1.2	1.0	0.85
Colores y barnices, manufacturas de..	800	1.4	1.2	1.2	1.0	1.20	—					
Colores y barnices, mezclas.....	2.000	1.7	1.6	1.2	1.0	1.45	—					
Colores y barnices, venta.....	1.000	1.5	1.4	1.2	1.0	1.00	—					
Colores, con diluyentes combustibles..	4.000	1.9	1.6	1.2	1.0	1.80	1	2.500	1.4	1.2	1.0	1.00
Confiterías.....	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.700	1.0	1.0	1.0	0.85
Congelados.....	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Conservas.....	40	0.6	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Corcho.....								800	1.2	1.2	1.0	0.85
Corcho, artículos de.....	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.20	—	800	1.2	1.2	1.0	0.85
Cordelerías.....	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—	600	1.2	1.2	1.0	0.85
Cordelerías, venta.....	500	1.3	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Correas.....	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Cortinas en rollo.....	1.000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Cosméticos.....	300	1.1	1.6	1.0	1.0	1.45	—	500	1.2	1.0	1.0	0.85
Crin, cerda de.....								600	1.2	1.0	1.0	0.85
Cristalerías.....	100	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Cuero.....								1.700	1.0	1.2	1.0	0.85
Cuero sintético, recorte de artículos..	300	1.1	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Cuero sintético.....	1.000	1.5	1.2	1.2	1.2	1.00	—	1.700	1.2	1.2	1.0	0.85
Cuero sintético, artículos de.....	400	1.2	1.2	1.2	1.0	1.00	—	800	1.2	1.2	1.0	0.85
Cuero, artículos de.....	500	1.3	1.0	1.2	1.0	1.00	—	600	1.0	1.2	1.0	0.85
Cuero, recortes de artículos de.....	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Cuero, venta de artículos de.....	700	1.4	1.0	1.2	1.0	0.85	—					
Deportes, venta de artículos de.....	800	1.4	1.2	1.2	1.0	0.85	—					
Depósitos de hidrocarburos.....				1.2	1.0	1.20	1					
Depósitos de mercancías,												
Incombustibles sobre/en:												
Cajas de madera.....								200	1.0	1.0	1.0	0.85
Cajas de plástico.....								200	1.0	1.2	1.0	0.85
Esteras de madera.....								100	1.0	1.0	1.0	0.85
Esteras metálicas.....								20	1.0	1.0	1.0	0.85
Esteras metálicas con												
Casilleros de madera.....								100	1.0	1.0	1.0	0.85
Paletas de madera.....								3.400	1.6	1.2	1.0	1.00

Tabla A.IV.1. Cargas térmicas mobiliarias y factores de influencia para diversas actividades...continuación...

ACTIVIDAD	FABRICACION / VENTA						ALMACENAMIENTOS					
	Qm MJ/m ²	q	c	r	k	A	p cat	Qm MJ/m ³	c	r	k	A
Diluyentes.....								3.400	1.6	1.2	1.0	1.00
Discos.....	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.45	—					
Droguerías, almacenes.....								800	1.2	1.2	1.0	1.00
Droguerías, venta.....	1.000	1.5	1.6	1.2	1.0	1.00	—					
Edificios frigoríficos.....	2.000	1.7	1.0	1.2	1.0	0.85	—					
Electricidad, almacén de materiales.....								400	1.2	1.2	1.2	0.85
Electricidad, taller.....	600	1.3	1.0	1.2	1.0	1.00	—					
Embalaje de material impreso.....	1.700	1.6	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Embalaje de mercancías combustibles.....	600	1.3	1.4	1.2	1.0	1.00	—					
Embalaje de mercancías incombust.....	400	1.2	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Embalaje de produc. alimenticios.....	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Embalaje de textiles.....	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Emisoras de radio.....	80	0.8	1.0	1.0	1.2	1.00	—					
Encuadernación.....	1.000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Escobas.....	700	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—	400	1.2	1.0	1.0	0.85
Escorias.....												
Escuelas y colegios.....	300	1.1	1.0	1.0	1.0	0.85	1					
Esculturas de piedra.....	40	0.6	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Espicias.....	40	0.6	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Espumas sintéticas.....	3.000	1.8	1.4	1.2	1.0	1.20	—	2.500	1.2	1.2	1.0	1.00
Espumas sintéticas, artículos de.....	600	1.3	1.4	1.2	1.0	1.20	—	800	1.2	1.2	1.0	0.85
Estampación de productos sintéticos, cuero, etc.....	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.700	1.0	1.0	1.0	0.85
Estampado de materias sintéticas.....	400	1.2	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Estampado de metales.....	100	0.8	1.0	1.0	1.2	1.00	—					
Estilográficas.....	200	1.0	1.0	1.0	1.2	1.00	—					
Estudio de televisión.....	300	1.1	1.2	1.2	1.2	1.00	—					
Estufas de gas.....	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Expedición de aparatos, parcialmente en materiales sintéticos.....	700	1.4	1.2	1.2	1.2	1.00	—					
Expedición de artículos de materia sintética.....	1.000	1.5	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Expedición de artículos de cristal.....	700	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Expedición de artículos de hojalata.....	200	1.0	1.2	1.0	1.2	1.00	—					
Expedición de artículos impresos.....	1.700	1.6	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Expedición de bebidas.....	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Expedición de cartonaje.....	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Expedición de ceras y barnices.....	1.300	1.6	1.4	1.2	1.0	1.00	—					
Expedición de muebles.....	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Expedición de pequeños artículos de madera.....	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Expedición de productos alimenticios.....	1.000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Expedición de textiles.....	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Exposición de automóviles.....	200	1.0	1.2	1.2	1.2	1.00	1					
Exposición de cuadros.....	200	1.0	1.2	1.0	1.0	0.85	1					
Exposición de máquinas.....	80	0.8	1.0	1.0	1.1	0.85	1					
Exposición de muebles.....	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	1					
Farmacias (almacenes incluidos).....	800	1.4	1.4	1.0	1.0	1.00	—					
Féretros de madera.....	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.45	—					
Fibras de coco.....								8.400	1.2	1.0	1.0	0.85
Fieltro.....	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—	800	1.2	1.0	1.0	0.85
Fieltro, artículos de.....	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Flores artificiales.....	300	1.1	1.2	1.2	1.0	1.00	—	200	1.2	1.2	1.0	0.85
Flores, venta de.....	80	0.8	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Fontanería.....	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Forraje.....	2.000	1.7	1.2	1.0	1.0	1.20	—	3.300	1.2	1.0	1.0	0.85
Fósforo.....			1.6	1.2	1.0	1.80	1					
Fotocopias, talleres.....	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Fotografía, laboratorios.....	100	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Fotografía, películas.....	1.000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.45	—					
Fotografía, talleres.....	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Fotografía, tienda.....	300	1.1	1.2	1.0	1.2	0.85	—					
Fraguas.....	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Fundición de metales.....	40	0.6	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Funiculares.....	300	1.1	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Galvanoplastia.....	200	1.00	1.00	1.00	1.20	1.00	—					

Tabla A.IV.1. Cargas térmicas mobiliarias y factores de influencia para diversas actividades...continuación...

ACTIVIDAD	FABRICACION / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Qm MJ/m ²	q	c	r	k	A	P cat	Qm MJ/m ³	c	r	k	A
Gasolineras			1.6	1.2	1.0	1.20	—					
Grandes almacenes	400	1.2	1.2	1.2	1.2	1.00	1					
Granos								800	1.2	1.0	1.0	0.85
Granos, venta	600	1.3	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Grasas	1.000	1.5	1.4	1.2	1.0	1.20	1	18.000	1.0	1.0	1.0	0.85
Grasas comestibles	1.000	1.5	1.4	1.2	1.0	1.20	—	18.900	1.0	1.2	1.0	0.85
Grasas comestibles, expedición	900	1.5	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Guantes	500	1.30	1.20	1.00	1.00	1.00	—					
Guardarropa, armarios de madera ...	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Guardarropa, armarios metálicos ...	80	0.8	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Harina en sacos	2.000	1.7	1.2	1.0	1.0	1.45	—	8.400	1.2	1.0	1.0	0.85
Harina, fábrica o comercio sin almacén	1.700	1.6	1.4	1.0	1.0	1.45	—	13.000	1.2	1.0	1.0	0.85
Heladería	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Heno, balas de								1.000	1.2	1.0	1.0	1.00
Herramientas	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Hidrógeno			1.6	1.0	1.0	1.20	1					
Hilados, cardados	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Hilados, encanillado-bobinado	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Hilados, hilatura	300	1.1	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Hilados, productos de hilo								1.700	1.2	1.2	1.0	0.85
Hilados, productos de lana								1.900	1.2	1.0	1.0	0.85
Hilados, torcido	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Hipermercados	400	1.2	1.2	1.2	1.0	1.00	1					
Hogares para ancianos	400	1.2	1.2	1.2	1.0	1.00	3					
Hogares para niños	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	2					
Hojalaterías	100	0.8	1.0	1.0	1.0	1.20	—					
Hormigón, artículos de	100	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Hornos	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Hospitales	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	3					
Hoteles, habitaciones	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	2					
Hoteles, vestíbulos, restaurante, salas	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	2		1.2	1.0	1.0	0.85
Hule	700	1.4	1.2	1.2	1.0	1.00	—	1.300	1.2	1.2	1.0	0.85
Hule, artículos de	700	1.4	1.2	1.2	1.0	1.00	—	2.100	1.2	1.2	1.0	0.85
Iglesias	200	1.0	1.0	1.0	1.0	0.85	1					
Imprentas, almacén								8.000	1.0	1.0	1.0	0.85
Imprentas, embalaje	2.000	1.7	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Imprentas, expedición	200	1.0	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Imprentas, sala de máquinas	400	1.2	1.6	1.2	1.0	1.45	—					
Imprentas, taller tipográfico	300	1.1	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Incineración de basuras	200	1.0	1.0	1.2	1.0	1.00	—					
Instaladores electricistas	200	1.0	1.2	1.2	1.2	1.00	—					
Instaladores, talleres	100	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Instrumentos de música	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Instrumentos de óptica	200	1.0	1.0	1.1	1.2	1.00	—	200	1.2	1.2	1.2	0.85
Internados, pensionados	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	2					
Jabón	200	1.0	1.2	1.2	1.0	1.00	—	4.200	1.0	1.0	1.0	0.85
Jardines de infancia	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	1					
Joyas, fabricación	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Joyas, venta	300	1.1	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Juguetes	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.20	—	800	1.2	1.2	1.0	0.85
Juguetes, venta	500	1.3	1.2	1.2	1.0	0.85	—					
Laboratorios bacteriológicos	200	1.0	1.0	1.0	1.2	1.00	—					
Laboratorios de Física	200	1.0	1.2	1.0	1.2	1.00	—					
Laboratorios eléctricos	200	1.0	1.0	1.0	1.2	1.00	—					
Laboratorios fotográficos	300	1.1	1.0	1.0	1.2	1.00	—					
Laboratorios metalúrgicos	200	1.0	1.0	1.0	1.2	1.0	—					
Laboratorios odontológicos	300	1.1	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Laboratorios químicos	500	1.3	1.6	1.0	1.2	1.45	—					
Láminas de hojalata	40	0.6	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Lámparas de incandescencia	40	0.6	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Lana de madera	500		1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Lapiceros	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.45	—					
Lavadoras	300	1.1	1.2	1.2	1.0	1.00	—	400	1.0	1.0	1.0	0.85
Lavanderías	200	1.0	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Leche condensada	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—	9.000	1.0	1.0	1.0	0.85

Tabla A.IV.1. Cargas térmicas mobiliarias y factores de influencia para diversas actividades...continuación...

ACTIVIDAD	FABRICACION / VENTA						ALMACENAMIENTOS					
	Qm MJ/m ²	q	c	r	k	A	P cat	Qm MJ/m ³	c	r	k	A
Leche en polvo	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—	10.500	1.0	1.0	1.0	0.85
Legumbres frescas, venta	200	1.0	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Legumbres secas	1.000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.00	—	400	1.2	1.0	1.0	0.85
Leña								2.500	1.2	1.0	1.0	0.85
Levadura	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Librerías	1.000	1.5	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Licores	400	1.2	1.6	1.0	1.0	1.45	—	800	1.2	1.0	1.0	1.00
Licores, venta	700	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Limpieza química	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.45	1					
Linoleo	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.20	—					
Locales de deshechos para diversas mercancías	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Lúpulo								1.700	1.2	1.0	1.0	0.85
Madera en troncos								6.300	1.0	1.0	1.0	0.85
Madera, artículos de, barnizado	500	1.3	1.6	1.2	1.0	1.80	—					
Madera, artículos de, carpintería	700	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Madera, artículos de, ebanistería	700	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Madera, artículos de, expedición	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Madera, artículos de, impregnación	3.000	1.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Madera, artículos de, marquetería	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.45	—					
Madera, artículos de, pulimentado	200	1.0	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Madera, artículos de, secado	800	1.4	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Madera, artículos de, serrado	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Madera, artículos de, tallado	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Madera, artículos de, torneado	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Madera, artículos de, troquelado	700	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Madera, mezclada o variada	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	—	4.200	1.2	1.0	1.0	0.85
Madera, restos de								2.500	1.2	1.0	1.0	0.85
Madera, vigas y tablas								4.200	1.0	1.0	1.0	0.85
Madera, virutas								2.100	1.2	1.0	1.0	1.00
Maíta								13.400	1.0	1.0	1.0	0.85
Mantequilla	700	1.4	1.0	1.0	1.0	1.00	—	4.000	1.0	1.0	1.0	0.85
Máquinas	200	1.0	1.0	1.0	1.1	1.20	—					
Máquinas de coser	300	1.1	1.0	1.0	1.2	1.20	—					
Máquinas de coser, venta	300	1.1	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Máquinas de oficina	300	1.1	1.2	1.0	1.2	1.00	—					
Máquinas de oficina, venta	300	1.1	1.2	1.0	1.2	0.85	—					
Marcos	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Mármol, artículos de	40	0.6	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Mataderos	40	0.6	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Material de oficina, almacén								1.300	1.2	1.2	1.0	0.85
Material de oficina, venta	700	1.4	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Materiales de construcción, almacén								800	1.0	1.0	1.0	0.85
Materiales usados, tratamiento	800	1.4	1.4	1.2	1.0	1.20	—	3.400	1.4	1.2	1.0	1.20
Materias sintéticas	2.000	1.7	1.4	1.2	1.1	1.45	—	5.900	1.2	1.2	1.0	1.00
Materias sintéticas inyectadas	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Materias sintéticas, artículos de	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.45	—	800	1.2	1.2	1.0	1.00
Materias sintéticas, estampado de artículos de	400	1.2	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Materias sintéticas, soldaduras de piezas	700	1.4	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Materias sintéticas, expedición de artículos de	1.000	1.5	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Mecánica de precisión, taller	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Médica, consulta	200	1.0	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Medicamentos, embalaje	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—	800	1.0	1.0	1.0	0.85
Medicamentos, venta	800	1.4	1.4	1.0	1.0	1.00	—					
Melaza								5.000	1.0	1.0	1.0	0.85
Mercería venta	700	1.4	1.2	1.0	1.0	0.85	—	1.300	1.0	1.2	1.0	0.85
Mermelada	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Metales preciosos	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Metales, manufacturas en general	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Metálicas, grandes construcciones	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Minerales	40	0.6	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Mostaza	400	1.2	1.0	1.0	1.0	1.20	—					

Tabla A.IV.1. Cargas térmicas mobiliarias y factores de influencia para diversas actividades...continuación...

ACTIVIDAD	FABRICACION / VENTA						ALMACENAMIENTOS					
	Qm MJ/m ²	q	c	r	k	A	P cat	Qm MJ/m ³	c	r	k	A
Motocicletas	300	1.1	1.2	1.2	1.0	1.20	—					
Motores eléctricos	300	1.1	1.0	1.2	1.0	1.20	—					
Muebles de acero	300	1.1	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Muebles de madera	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.45	—	800	1.2	1.0	1.0	0.85
Muebles de madera, barnizado	500	1.3	1.6	1.2	1.0	1.80	—					
Muebles, carpintería	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Muebles, tapizado sin espuma sintética	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	—	400	1.2	1.2	1.0	0.85
Muebles, venta	400	1.2	1.2	1.2	1.0	0.85	—					
Muelles de carga con mercancías	800	1.4	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Municiones	ESPEC.		1.6EX	1.0	1.0	1.80	3					
Museos	300	1.1	1.2	1.0	1.2	0.85	1					
Música, tienda de	300	1.1	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Negro de humo, en sacos								12.600	1.2	1.2	1.0	0.85
Neumáticos	700	1.4	1.2	1.2	1.0	1.20	—	1.800	1.2	1.2	1.0	0.85
Neumáticos de automóviles	700	1.4	1.2	1.2	1.0	1.20	—	1.500	1.2	1.2	1.0	0.85
Nitrocelulosa	ESPEC.		1.6	1.0	1.0	1.80	3	1.100	1.2	1.2	1.0	1.20
Oficinas comerciales	800	1.4	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Oficinas postales	400	1.2	1.2	1.0	1.0	0.85	1					
Oficinas técnicas	600	1.3	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Orfebrería	200	1.0	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Oxígeno												
Paja prensada								800	1.2	1.0	1.0	0.85
Paja, artículos de	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Paja, embalajes de	400	1.2	1.2	1.0	1.0	2.00	—					
Paletas de madera	1.000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.20	—	1.300	1.0	1.0	1.0	0.85
Palillos	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.45	—					
Panaderías industriales	1.000	1.5	1.2	1.2	1.0	1.20	—					
Panaderías, almacenes	300	1.1	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Panaderías, laboratorios y horno	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Paneles de corcho	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.20	—					
Paneles de madera aglomerada	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.20	—	6.700	1.2	1.0	1.0	0.85
Paneles de madera aglomerada, contrachapado	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Papel	200	1.0	1.2	1.0	1.0	1.00	—	10.000	1.0	1.0	1.0	0.85
Papel, apresto	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Papel, deshechos prensados								2.100	1.2	1.0	1.0	0.85
Papel, tratamiento de la madera y materiales celulósicos	80	0.8	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Papel, tratamiento-fabricación	700	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Papel, viejo o granel								8.400	1.4	1.0	1.0	1.00
Papelería	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.100	1.2	1.0	1.0	0.85
Papelería, venta	700	1.4	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Paraguas	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—	400	1.2	1.0	1.0	0.85
Paraguas, venta	300	1.1	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Parquets	2.000	1.7	1.2	1.0	1.0	1.20	—	1.200	1.0	1.0	1.0	0.85
Pastas alimenticias	1.300	1.6	1.2	1.0	1.0	1.20	—	1.700	1.2	1.0	1.0	0.85
Pastas alimenticias, expedición	1.000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Pegamentos combustibles	1.000	1.5	1.6	1.2	1.0	1.45	—	3.400	1.4	1.2	1.0	1.00
Pegamentos incombustibles	800	1.4	1.2	1.2	1.0	1.20	—					
Peletería, productos de	500	1.3	1.0	1.0	1.0	1.00	—	1.200	1.0	1.2	1.0	0.85
Peletería, venta	200	1.0	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Películas, copias	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.45	—					
Películas, talleres de	300	1.1	1.2	1.2	1.2	1.00	—					
Perfumería, artículos de	300	1.1	1.6	1.0	1.0	1.45	—	500	1.2	1.0	1.0	0.85
Perfumería, venta de artículos	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Persianas, fabricación de	800	1.4	1.0	1.0	1.0	1.20	—	300	1.0	1.0	1.0	0.85
Piedras artificiales	40	0.6	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Piedras de afilar	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Piedras preciosas, tallado	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Piedras refractarias, artículos de	200	1.0	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Pieles, almacén								1.200	1.0	1.2	1.0	0.85
Pilas secas	400	1.2	1.0	1.2	1.0	1.00	—	600	1.2	1.0	1.0	0.85
Pinceles	700	1.4	1.2	1.0	1.0	1.45	—					
Placas de fibras blandas	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Placas de resina sintética	300	1.1	1.0	1.0	1.0	1.00	—					

Tabla A.IV.1. Cargas térmicas mobiliarias y factores de influencia para diversas actividades...continuación...

ACTIVIDAD	FABRICACION / VENTA						ALMACENAMIENTOS					
	Qm MJ/m ²	q	c	r	k	A	p cat	Qm MJ/m ³	c	r	k	A
Planeadores	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Porcelana	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Proceso de datos, sala de ordenador ..	400	1.2	1.2	1.2	1.2	1.00	—					
Productos de amianto	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Productos de carnicería	40	0.6	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Productos de lavado (lejía)	300	1.1	1.0	1.0	1.0	1.00	—	200	1.2	1.0	1.0	0.85
Productos de lavado (lejía), materia prima								500	1.0	1.0	1.0	0.85
Productos de reparación de calzados ..	800	1.4	1.4	1.2	1.0	1.45	1	2.100	1.4	1.2	1.0	0.85
Productos farmacéuticos	200	1.0	1.4	1.0	1.0	1.45	—					
Productos lácteos	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Productos laminados, salvo chapa y alambre	100	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Productos químicos combustibles ...	300	1.1	1.4	1.2	1.1	1.45	1	1.000	1.4	1.1	1.1	1.00
Puertas de madera	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	—	1.800	1.0	1.0	1.0	0.85
Puertas plásticas	700	1.4	1.2	1.2	1.0	1.45	—	4.200	1.0	1.2	1.0	0.85
Quesos	100	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—	2.500	1.0	1.0	1.0	0.85
Quioscos de periódicos	1.300	1.6	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Radio, estudios de	300	1.1	1.2	1.2	1.2	1.00	—					
Radiología, gabinete de	200	1.0	1.0	1.0	1.2	1.00	—					
Refinerías de petróleo			1.6	1.2	1.0	1.45	2					
Refrigeradores	1.000	1.5	1.2	1.2	1.0	1.20	—	300	1.2	1.2	1.2	0.85
Rejilla, asientos y respaldos	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Relojes	300	1.1	1.0	1.0	1.2	1.00	—	400	1.2	1.0	1.0	0.85
Relojes, reparación de	300	1.1	1.2	1.0	1.2	1.00	—					
Relojes, venta	300	1.1	1.2	1.0	1.2	0.85	—					
Resinas naturales	3.000	1.8	1.6	1.2	1.0	1.45	—					
Resinas sintéticas	3.400	1.8	1.6	1.2	1.0	1.45	—	4.200	1.2	1.2	1.0	0.85
Resinas sintéticas, placas de	800	1.4	1.2	1.2	1.0	1.20	—	3.400	1.0	1.2	1.0	0.85
Restaurantes	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	1					
Revestimientos de suelos combust. ...	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	—	6.000	1.0	1.2	1.0	0.85
Revestimientos de suelos combust., venta	1.000	1.5	1.2	1.2	1.0	0.85	—					
Rodamientos o cojinetes de bolas ...	200	1.0	1.0	1.0	1.2	1.00	—					
Sacos de papel	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—	12.600	1.2	1.0	1.0	0.85
Sacos de yute	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	—	800	1.2	1.0	1.0	0.85
Sacos plásticos	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.45	—	25.200	1.2	1.2	1.0	0.85
Salas de juego	100	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	1					
Salinas, productos de	80	0.8	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Servicios de mesa	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Silos				1.2	1.0	1.20	—					
Skís	400	1.2	1.2	1.2	1.0	1.45	—	1.700	1.2	1.2	1.0	0.85
Sombrererías	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Sosa	40	0.6	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Sótanos / bodegas de casas residenc. ...	900	1.5	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Tabaco en bruto								1.700	1.2	1.2	1.0	0.85
Tabacos, artículos de	200	1.0	1.2	1.2	1.0	1.00	—	2.100	1.2	1.2	1.0	0.85
Tabacos, venta de artículos	500	1.3	1.2	1.2	1.0	0.85	—					
Talco	40	0.6	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Tallado de piedra	40	0.6	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Talleres de enchapado	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	—	2.900	1.2	1.0	1.0	0.85
Talleres de guarnicionería	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Talleres de pintura (Estudios)	500	1.3	1.6	1.0	1.0	1.20	—					
Talleres de reparación	400	1.2	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Talleres eléctricos	600	1.3	1.0	1.2	1.0	1.00	—					
Talleres mecánicos	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Tapicerías	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Tapicerías, artículos de	300	1.1	1.2	1.2	1.0	1.20	—	1.000	1.2	1.2	1.0	0.85
Tapices	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	—	1.700	1.2	1.2	1.0	0.85
Tapices, tintura	500	1.3	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Tapices, venta	800	1.4	1.2	1.2	1.0	0.85	—					
Teatros	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	1					
Teatros, bastidores			1.2	1.2	1.0	1.20	—	1.100	1.2	1.2	1.0	0.85
Tejares, cocción	40	0.6	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Tejares, hornos de secado, estanterías de madera	1.000	1.5	1.0	1.0	1.0	1.00	—					

Tabla A.IV.1. Cargas térmicas mobiliarias y factores de influencia para diversas actividades...continuación...

ACTIVIDAD	FABRICACION / VENTA						ALMACENAMIENTOS					
	Qm MJ/m ²	q	c	r	k	A	p cat	Qm MJ/m ³	c	r	k	A
Tejares, hornos de secado estanterías metálicas	40	0.6	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Tejares, prensado	200	1.0	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Tejares, preparación de la arcilla	40	0.6	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Tejares, secadero, estanterías de madera	400	1.2	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Tejares, secaderos, estanterías metálicas	40	0.6	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Tejidos de rafia	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Tejidos en general, almacén								2.000	1.2	1.0	1.0	0.85
Tejidos sintéticos	300	1.1	1.2	1.2	1.0	1.00	—	1.300	1.2	1.2	1.0	0.85
Tejidos, cáñamo, yute, lino								1.300	1.2	1.0	1.0	0.85
Tejidos, depósitos de balas de algodón								1.300	1.2	1.0	1.0	0.85
Tejidos, seda artificial	300	1.1	1.2	1.2	1.0	1.00	—	1.000	1.2	1.0	1.0	0.85
Teléfonos	400	1.2	1.2	1.0	1.2	1.00	—	200	1.2	1.2	1.2	0.85
Teléfonos, centrales de	80	0.8	1.2	1.0	1.2	1.00	—					
Televisión, estudios de	300	1.1	1.2	1.2	1.2	1.00	—					
Textiles								1.100	1.2	1.0	1.0	0.85
Textiles, apresto	300	1.0	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Textiles, artículos de								600	1.0	1.0	1.0	0.85
Textiles, artículos de seda	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.100	1.2	1.0	1.0	0.85
Textiles, bajos de prendas	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.000	1.2	1.1	1.0	0.85
Textiles, blanqueado	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Textiles, bordado	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.300	1.2	1.0	1.0	0.85
Textiles, calandrado	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Textiles, confección	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Textiles, corte	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Textiles de lino								1.300	1.2	1.0	1.0	0.85
Textiles de yute	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.300	1.2	1.0	1.0	0.85
Textiles, embalaje	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Textiles, encajes								600	1.2	1.0	1.0	0.85
Textiles, estampado	700	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Textiles, expedición	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Textiles, forros	700	1.4	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Textiles, lencería	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—	600	1.2	1.0	1.0	0.85
Textiles, mantas	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.900	1.2	1.2	1.0	0.85
Textiles, prendas de vestir	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—	400	1.2	1.0	1.0	0.85
Textiles, preparación	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Textiles, ropa de cama	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.000	1.2	1.0	1.0	0.85
Textiles, tejidos (fabricación)	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Textiles, teñido	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Textiles, tricotado	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.300	1.2	1.0	1.0	0.85
Textiles, venta	600	1.3	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Tintas	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Tintas de imprenta	700	1.4	1.4	1.2	1.0	1.45	—	3.000	1.2	1.2	1.0	0.85
Tintorerías	500	1.3	1.2	1.2	1.1	1.00	—					
Tocadiscos	300	1.1	1.2	1.2	1.2	1.00	—	200	1.2	1.2	1.2	0.85
Toldos o lonas	300	1.1	1.2	1.2	1.0	1.00	—	1.000	1.2	1.0	1.0	0.85
Toneles de madera	1.000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.45	—	800	1.0	1.0	1.0	0.85
Toneles plásticos	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.45	—	800	1.2	1.2	1.2	0.85
Torneado de piezas de cobre/bronce	300	1.1	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Tractores	300	1.1	1.0	1.0	1.0	1.20	—					
Trajes	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	—	400	1.2	1.2	1.0	0.85
Trajes, venta	600	1.3	1.2	1.2	1.0	0.85	—					
Transformadores	300	1.1	1.2	1.2	1.2	1.20	—					
Transformadores, bobinado	600	1.3	1.2	1.2	1.2	1.00	—					
Transformadores, estación de	300	1.1	1.2	1.2	1.2	1.00	—					
Tubos fluorescentes	300	1.1	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Turba, productos de			1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Vagones, fabricación de	200	1.0	1.2	1.2	1.0	1.20	—					
Vehículos	300	1.1	1.0	1.2	1.0	1.00	—					
Velas de cera	1.300	1.6	1.2	1.0	1.0	1.00	—	22.400	1.0	1.2	1.0	0.85
Venta por correspondencia, empresas	400	1.2	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Ventanas de madera	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.45	—					
Ventanas de plástico	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.45	—					

Tabla A.IV.1. Cargas térmicas mobiliarias y factores de influencia para diversas actividades...**continuación...**

ACTIVIDAD	FABRICACION / VENTA						ALMACENAMIENTOS					
	Qm MJ/m ²	q	c	r	k	A	p cat	Qm MJ/m ³	c	r	k	A
Vidrio	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Vidrio plano, fábrica de	700	1.4	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Vidrio, artículos de	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Vidrio, expedición	700	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Vidrio, talleres de soplado	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Vidrio, tintura de	300	1.1	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Vidrio, tratamiento de	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Vidrio, venta de artículos de	200	1.0	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Vinagre, producción de	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—	100	1.2	1.0	1.0	0.85
Vinos, despacho de	200	1.0	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Vulcanización	1.000	1.5	1.2	1.2	1.0	1.20	—					
Yeso	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Zulaque de vidrieros	1.000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.300	1.0	1.0	1.0	0.85
Zumos de frutas	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—	300	1.2	1.0	1.0	0.85

*Gretener, 1998

ANEXO V
HOJA DE CÁLCULO DEL MÉTODO DE GREENER

EDIFICIO: SONELSA		LUGAR: Quito, Pichincha		CALLE: Foch 265 y 6 de Dic.	
Parte del Edificio: Instituto de Estudios del Petróleo		VARIANTE ACTUAL		VARIANTE PROPUESTA	
Compartimento: Centro de documentación técnica Tipo de edificio: V		l = 15.80 m b = 7.97 m AB = 126.00 m ² l : b = 1 : 1		l = 15.80 m b = 7.97 m AB = 126.00 m ² l : b = 1 : 1	
TIPO DE CONCEPTO					
q	Carga térmica mobiliaria	Qm = 2000 MJ/m ²	1.70	Qm = 2000 MJ/m ²	1.70
c	Combustibilidad		1.20		1.20
r	Peligro de humos		1.00		1.00
k	Peligro de corrosión		1.00		1.00
i	Carga térmica inmobiliaria		1.00		1.00
e	Nivel de la planta		1.00		1.00
g	Superficie del compartimento		0.40		0.40
P	PELIGRO POTENCIAL	$P = q \cdot c \cdot r \cdot k \cdot l \cdot e \cdot g$	0.82	$P = q \cdot c \cdot r \cdot k \cdot l \cdot e \cdot g$	0.82
n ₁	Extintores portátiles		0.90		1.00
n ₂	Hidrantes internos BIE		0.80		0.80
n ₃	Fuentes de agua - fiabilidad		0.65		0.65
n ₄	Conductos de transportación de agua		0.90		0.90
n ₅	Personal instruido en extinción		0.80		1.00
N	MEDIDAS NORMALES	$N = n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot n_4 \cdot n_5$	0.34	$N = n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot n_4 \cdot n_5$	0.47
s ₁	Detección de fuego		1.00		1.45
s ₂	Transmisión de alarma		1.00		1.10
s ₃	Disponibilidad de bomberos		1.00		1.00
s ₄	Tiempo para la intervención		1.00		1.00
s ₅	Instalación de extinción		1.00		1.00
s ₆	Instalación de evacuación de humo		1.00		1.00
S	MEDIDAS ESPECIALES	$S = s_1 \cdot s_2 \cdot s_3 \cdot s_4 \cdot s_5 \cdot s_6$	1.00	$S = s_1 \cdot s_2 \cdot s_3 \cdot s_4 \cdot s_5 \cdot s_6$	1.60
f ₁	Estructura portante	$F \geq 90 \text{ min}$	1.30	$F \geq 90 \text{ min}$	1.30
f ₂	Fachadas	$F \leq 30 \text{ min}$	1.00	$F \leq 30 \text{ min}$	1.00
f ₃	Forjados	$F \leq 30 \text{ min}$	1.00	$30 < F \leq 60 \text{ min}$	1.15
f ₄	Dimensiones de las celulas • Separación de plantas • Comunicaciones verticales • Superficies vidriadas	AZ= 126 AF/AZ= 0.00%	1.00	AZ= 126 AF/AZ= 9.52%	1.10
F	MEDIDAS DE LA CONSTRUCCIÓN	$F = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4$	1.30	$F = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4$	1.64
B	Exposición al fuego	$B = P / (N \cdot S \cdot F)$	1.86	$B = P / (N \cdot S \cdot F)$	0.66
A	Peligro de activación		0.85		0.85
R	RIESGO INCENDIO EFECTIVO	$R = B \cdot A$	1.58	$R = B \cdot A$	0.57
P _{H,E}	Situación de peligro para las personas	H = 20 p = 1	1.00	H = 20 p = 1	1.00
R _U	Riesgo de incendio aceptado	$R_U = 1,3 \cdot P_{H,E}$	1.30	$R_U = 1,3 \cdot P_{H,E}$	1.30
γ	SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS	$\gamma = R_U / R$	0.82	$\gamma = R_U / R$	2.30
NOTAS:					
1. La exposición al riesgo de incendio se valoró en 1.86					
2. El riesgo de incendio efectivo calculado fue de 1.58					
3. El coeficiente de seguridad contra incendios dió 0.82					
4. La seguridad contra incendios de la instalación fue evaluada como INSUFICIENTE					

ANEXO VI

CONOCIMIENTOS GENERALES PARA LA UTILIZACIÓN DE LOS MEDIOS DE EXTINCIÓN PRIMARIOS*

ANTES DE SU USO:

- Conocer la ubicación de los extintores en el área de trabajo y en la instalación en general.
- Conocer en que tipo o tipos de fuego pueden emplearse los extintores disponibles.
- Leer la etiqueta existente en el frente de los extintores para conocer las diferentes características de cada uno de ellos (forma de usarlo, fuegos en que no deben emplearse, eficiencia).
- Conocer el manejo de los diferentes tipos de extintores existentes en la instalación.

EN EL MOMENTO DE SU USO:

- Verificar el tipo de incendio y utilizar el agente extintor adecuado, empleando el extintor más cercano.
- En el caso de incendio con riesgo eléctrico, procurar efectuar el corte de la tensión eléctrica en la zona afectada antes de utilizar el extintor.
- Atacar el incendio en la misma dirección de su desplazamiento y desde su comienzo, por ejemplo, de espaldas al viento en el exterior, a favor de la corriente en el interior de un local, de abajo hacia arriba, entre otros.

- Cuando se utilicen extintores de CO₂, se adoptaran medidas preventivas a fin de que un contacto accidental con las partes metálicas de la boquilla no provoque quemaduras, debido a la baja temperatura a la que el gas es expulsado.
- Dirigir el chorro del agente extintor a la base de las llamas, en forma de zigzag, apagando el incendio por franjas y no avanzando hasta asegurarse de que se ha apagado la anterior.
- Cuando la salida del agente extintor pueda ser controlada mediante un mecanismo de pistola o similar, solamente utilizarlo cuando esta se dirija a las llamas.
- Cuando sea posible utilizar varios extintores a la vez, se actuara siempre en la misma dirección para evitar posibles interferencias.
- Si se aprecian formas de mareo, dificultad a la respiración, o exceso de calor: retroceder de inmediato, de cara al fuego, no exponiéndose inútilmente.

Los medios de extinción primarios presentes en la instalación son de *Polvo Químico Polivalente* y de *Dióxido de Carbono (CO₂)* por lo que debe tenerse en cuenta los siguientes aspectos para su utilización:

Los polvos químicos son un tipo de agente extintor de gran importancia ya que produce un efecto de sofocación a la vez que actúa inhibiendo o retardando la reacción en cadena del combustible, extinguiendo eficazmente los fuegos producidos por líquidos inflamables y los de tipos eléctricos.

A pesar de su rápido control de las llamas de los combustibles sólidos, en algunos casos se debe continuar con agua para acabar con las brasas incandescentes.

Su principal ventaja es la rapidez con que extinguen las llamas y su desventaja es el alcance de proyección que no supera los 6 m, lo que deriva en un resultado deficiente en el desarrollo de un incendio con llama viva.



Figura A.VI.1. Manejo de extintores de polvo químico.
(Escuela Nacional de Bomberos, 1992)

El Anhídrido Carbónico (CO_2) se trata de un gas inerte, incoloro, inodoro, no corrosivo, no conductor de la electricidad y 50% más pesado que el aire. Se emplea en extintores portátiles o en instalaciones fijas. Extingue al bajar la temperatura y reduce la concentración de oxígeno del aire, siendo poco efectivo al aire libre y peligroso en lugares cerrados si no se provee de una ventilación adecuada.

Por su propiedad dieléctrica y su característica de no producir daños, ya que desaparece fácilmente, lo hace un excelente extintor para los circuitos eléctricos y electrónicos, laboratorios, manufactura de alimentos, entre otros.

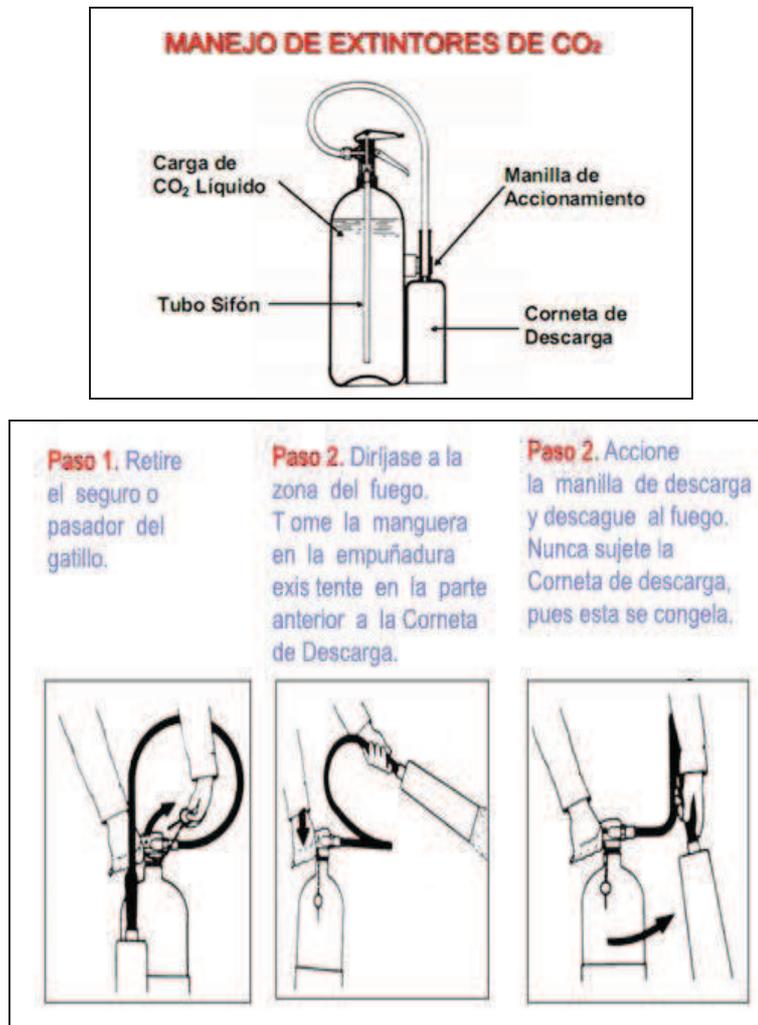


Figura A.VI.2. Manejo de extintores de anhídrido carbónico.
(Escuela Nacional de Bomberos, 1992)

*Escuela Nacional de Bomberos, 1992.

ANEXO VII

TÉCNICAS PARA COMBATIR UN PRINCIPIO DE INCENDIO CON MEDIOS DE EXTINCIÓN PRIMARIOS*

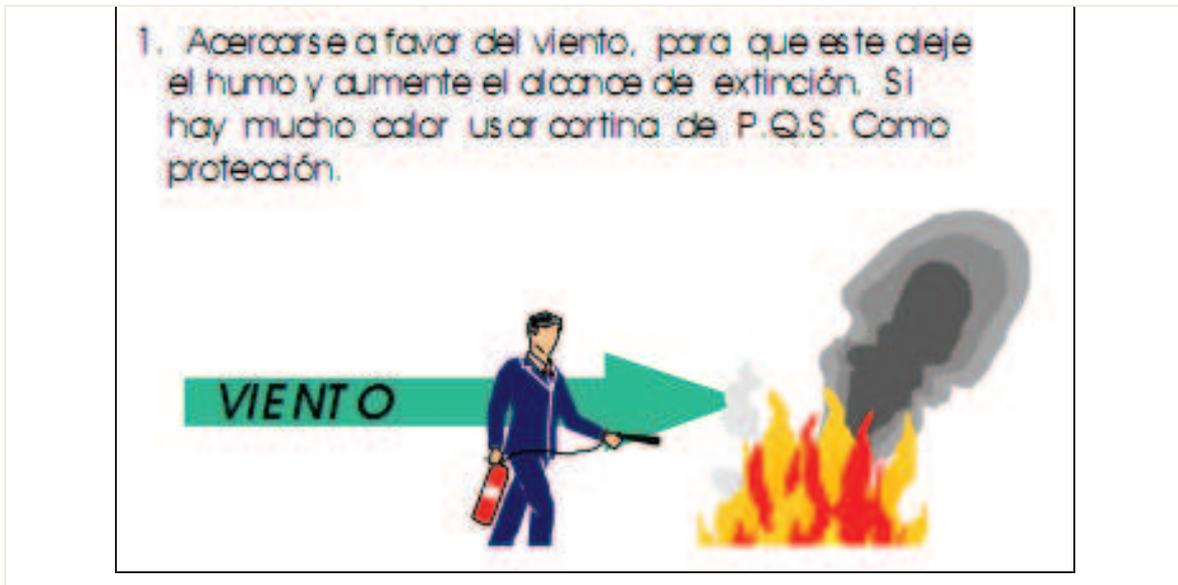


Figura A.VII.1. Técnica de acercamiento a favor del viento.

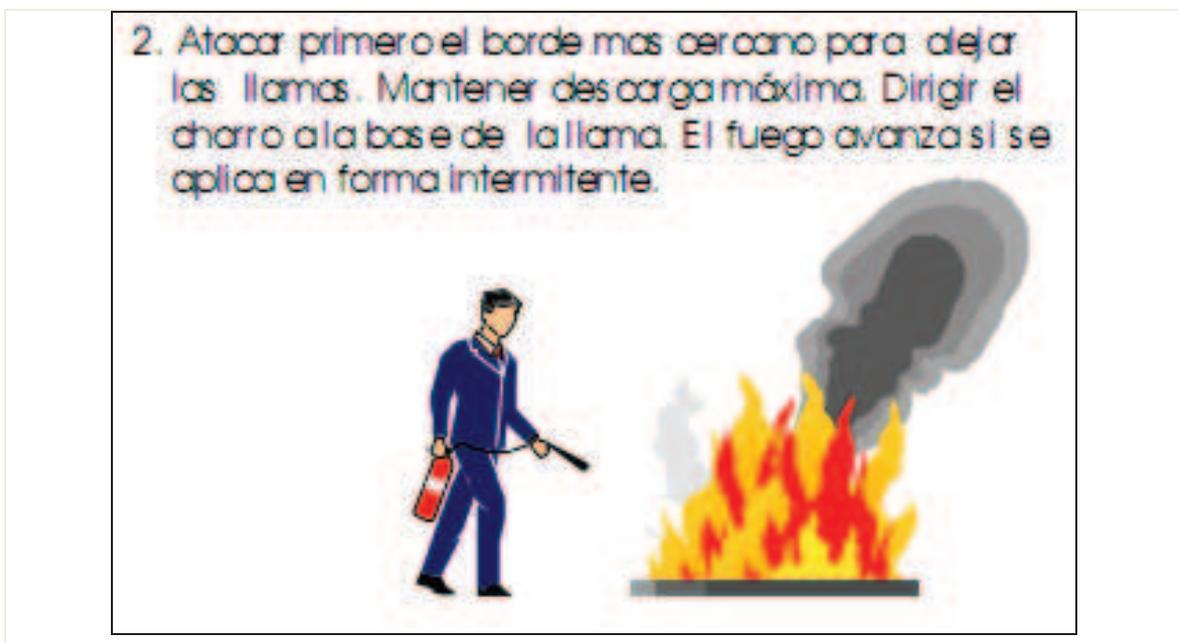


Figura A.VII.2. Técnica de ataque primario del borde más cercano.

3. Barrer rápidamente la tobera de lado a lado muñequeando. Atacar toda la parte frontal del fuego antes de avanzar, para evitar quedar atrapado.



Figura A.VII.3. Técnica de barrido rápido con la tobera del extintor.

4. Mantenerse lo suficiente apartado del fuego para asegurarse que la cortina de polvo abarque más, pues al atacar una pequeña parte aumenta el peligro de quedar atrapado por atrás.



Figura A.VII.4. Técnica a aplicar apartándose del fuego.

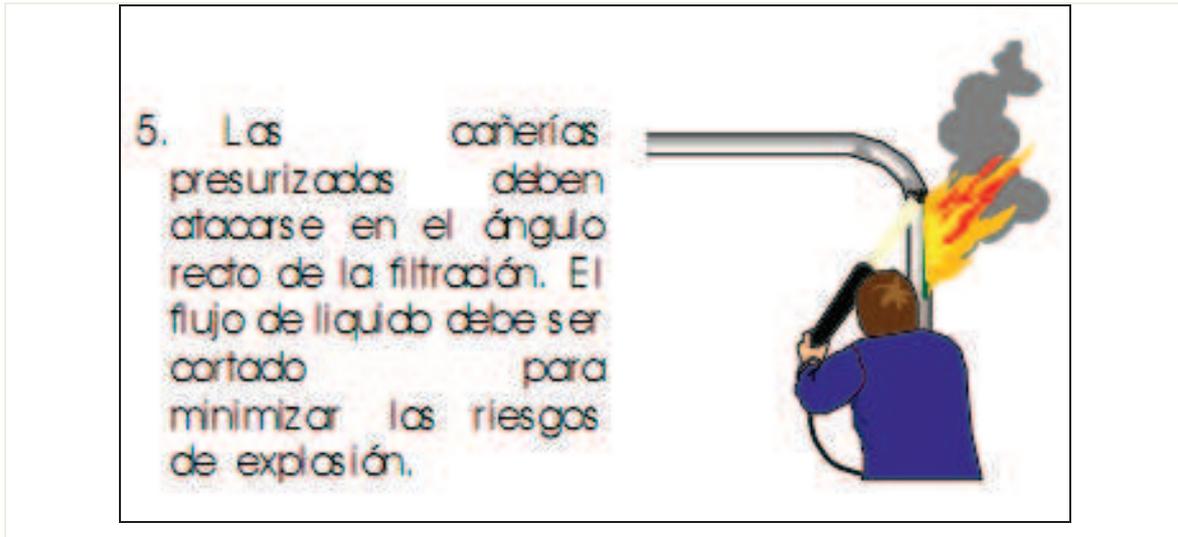


Figura A.VII.5. Técnica a aplicar en cañerías presurizadas con filtración.

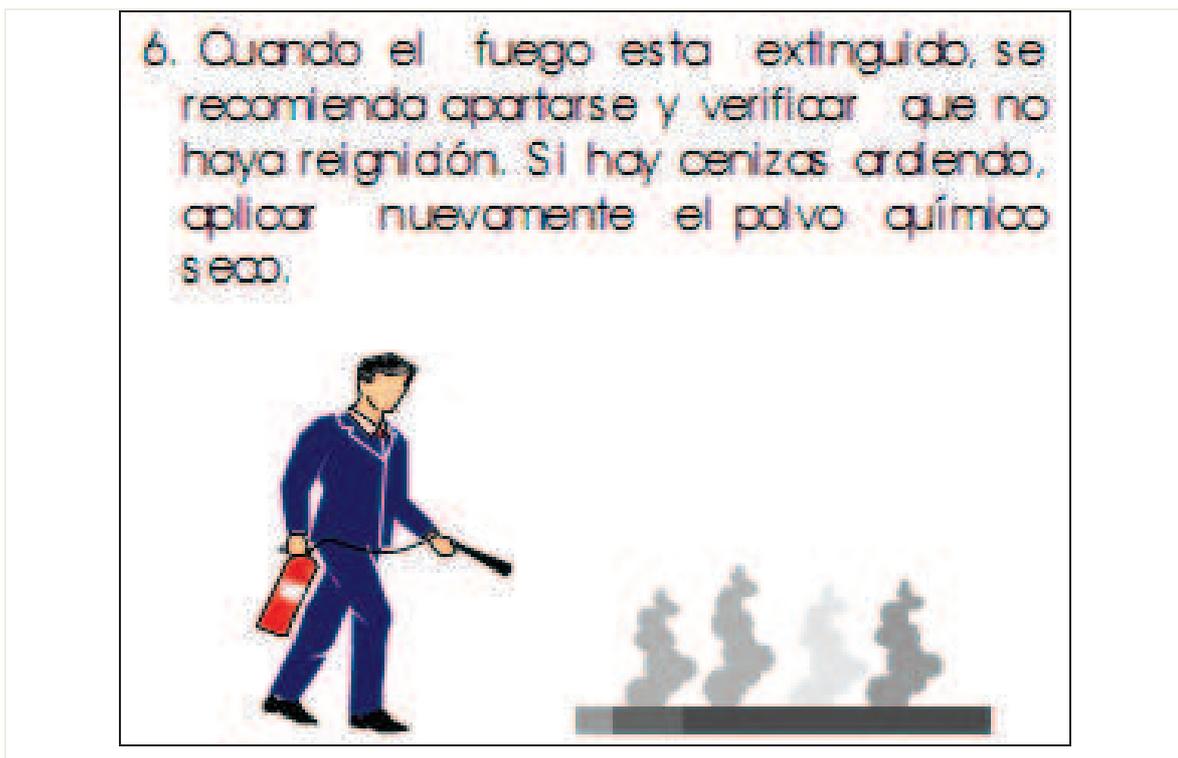


Figura A.VII.6. Técnica a aplicar una vez extinguido el fuego.

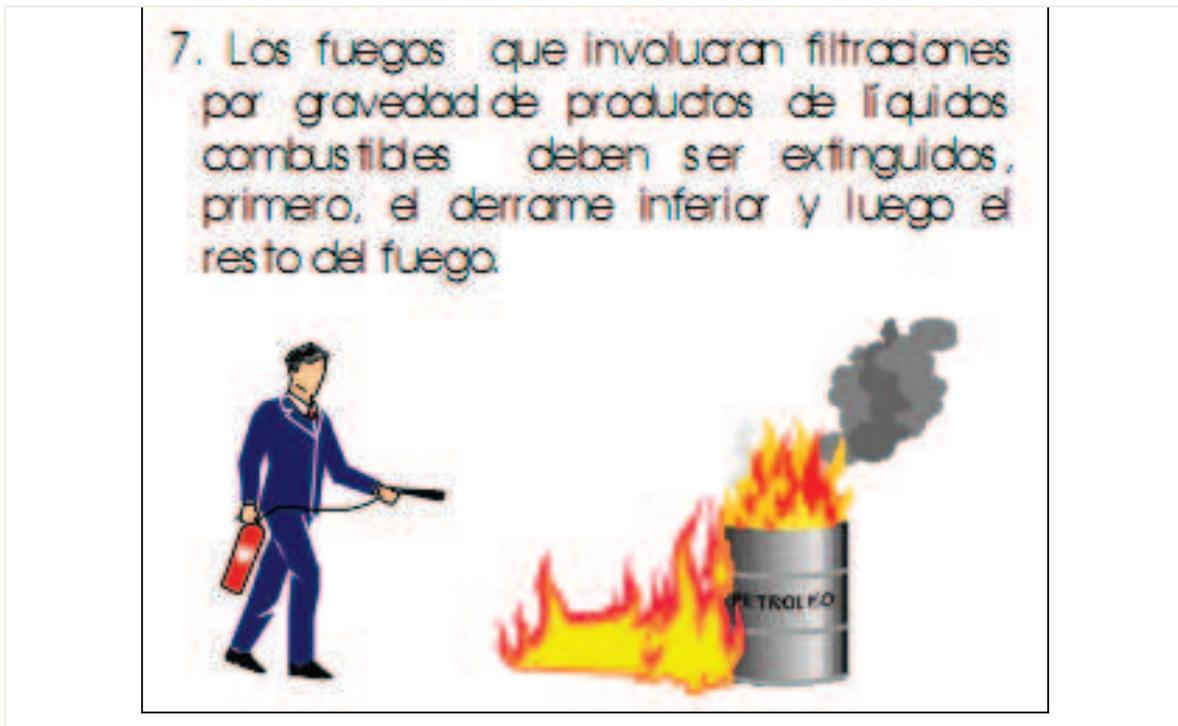


Figura A.VII.7. Técnica a aplicar en filtraciones de líquidos combustibles.

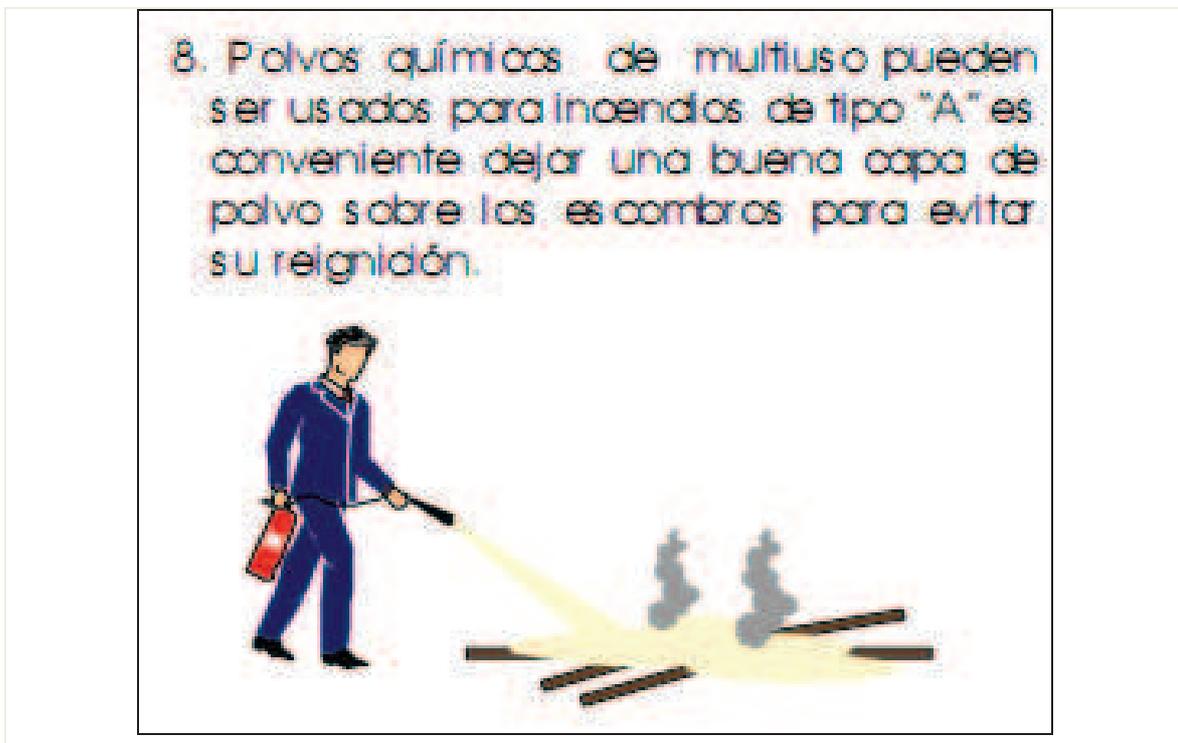


Figura A.VII.8. Técnica a aplicar con extintores de polvo químico.

ANEXO VIII SEÑALIZACIÓN CONTRA INCENDIOS*



Figura A.VIII.1. Señales de salvamento y seguridad.



Figura A.VIII.3. Señales de extinción.

* Agencia de protección contra incendios, 2005.

ANEXO IX

CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DE LA CULTURA DE LA SEGURIDAD*

1.- PRÁCTICAS RELATIVAS A LA SEGURIDAD

1.1- ¿Se ha hecho pública la política de seguridad?

1.2- ¿Es clara y comprensible?

1.3- ¿Expresa la importancia primordial de la seguridad?

1.4- ¿Es recordada al personal con regularidad?

1.5- ¿El personal en su totalidad está familiarizado con la política de seguridad?

1.6- ¿Cuenta la dirección de la entidad con experiencia en seguridad en las prácticas que se aplican en su centro?

1.7- ¿La Dirección incluye en el orden del día temas de seguridad?

1.8- ¿Son invitados a estos los responsables de la aplicación de la práctica para discutir el comportamiento de la seguridad?

1.9- ¿Existe un comité, un grupo, o una oficina que, de forma sistemática, haga llegar sus recomendaciones al máximo directivo de la entidad?

1.10- ¿Existe algún miembro del consejo de dirección que responda específicamente por la seguridad de la entidad como responsabilidad fundamental?

1.10.1- ¿Recibe apoyo y asistencia en sus tareas, por parte de la dirección y de los trabajadores en general?

1.11- ¿Se analizan periódicamente a nivel de consejo de dirección las necesidades de recursos para la seguridad?

1.12- ¿Están definidas las responsabilidades y autoridades para cada puesto de trabajo en la entidad?

1.12.1- ¿Se ha comunicado claramente la distribución de estas?

1.13- ¿Está establecida de forma clara y acertada la responsabilidad y autoridad del directivo de la entidad encargado de la seguridad?

1.14- ¿Se mantienen actualizados los documentos en los que se establecen las responsabilidades y autoridades en materia de seguridad?

1.15- ¿El personal encargado de la seguridad dispone de los equipos, instalaciones e infraestructura de apoyo necesarios?

1.16- ¿Existen problemas de responsabilidad compartida, omisiones o solapamientos en las definiciones de responsabilidad y autoridad de los individuos?

2.- ENTRENAMIENTO

2.1- ¿Existen programas de entrenamiento y reentrenamiento en materia de seguridad para el personal?

2.1.1- ¿Culminan con una evaluación y aprobación formal para cada fase?

2.1.2- ¿Se evalúa la calidad de los programas de entrenamiento?

2.1.3- ¿Algún error operativo o en los procedimientos ha originado modificaciones en el programa de entrenamiento?

2.2- ¿Se le dedica tiempo al entrenamiento del personal en materia de seguridad?

2.3- ¿Se dedican recursos al entrenamiento en materia de seguridad?

2.3.1- ¿Se comparan estos recursos con los asignados al entrenamiento del personal que aplica prácticas similares?

2.3.2- ¿Se revisan periódicamente la aplicabilidad, la corrección y los resultados de los recursos de entrenamiento?

2.4- ¿Se permite que los requerimientos de la producción, investigación o servicios interfieran en el entrenamiento programado?

2.5- ¿Se tienen en cuenta en las sesiones de entrenamiento las dificultades experimentadas previamente durante la aplicación de la práctica?

2.6- ¿Se realizan entrenamientos al personal de mantenimiento?

2.6.1- ¿Se toman medidas para que este sea eficaz?

2.7- ¿Participan los directivos en los cursos de entrenamiento del personal en que se explican las políticas y los procedimientos de seguridad?

2.7.1- ¿Presentan algunos de los temas de entrenamiento?

2.8- ¿Los directivos se preocupan por seguir el entrenamiento del personal y estar al tanto de su nivel de entrenamiento y capacidad?

2.9- ¿La capacitación asegura que el personal comprenda la importancia de sus funciones y las consecuencias de los errores que puedan surgir debido a malas interpretaciones o falta de diligencia?

3.- ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SEGURIDAD

3.1- ¿Se realizan regularmente análisis del comportamiento de la seguridad en la aplicación de la práctica?

3.1.1- ¿Recibe la dirección de la entidad regularmente los análisis del comportamiento de la seguridad en la aplicación de la práctica?

3.1.2- ¿Se toman medidas en forma oportuna respecto de los resultados de los análisis de seguridad?

3.1.3- ¿Es informado el máximo directivo de la entidad acerca de la puesta en práctica de las lecciones aprendidas del análisis de seguridad?

3.2- ¿Conoce la dirección de la entidad cómo se evalúa la seguridad?

3.3- ¿Existen libros de incidencias donde se recogen los sucesos o eventos ocurridos, así como las medidas tomadas en la aplicación de la práctica?

3.3.1- ¿El personal revisa el libro de incidencias o los informes sobre el comportamiento de la seguridad?

3.4- ¿Existe algún sistema de indicadores del comportamiento de la seguridad con un programa para su mejoramiento?

3.4.1- ¿Entiende el personal el significado de esos indicadores?

3.4.2- ¿Se informa a la dirección de la entidad acerca de las tendencias de los indicadores del comportamiento de la seguridad y de las razones de esas tendencias?

3.5- ¿Existen procedimientos para comunicar la ocurrencia de eventos relacionados con la seguridad en la entidad?

3.6- ¿Existen mecanismos formales para evaluar los eventos significativos ocurridos y sacar provecho de las conclusiones obtenidas?

3.7- ¿Existe algún mecanismo formal por el cual el personal que estuvo involucrado en un evento significativo es consultado respecto del contenido final del informe?

3.8- ¿Las evaluaciones anuales del trabajador incluyen, de alguna forma, una sección específica sobre las actitudes personales frente a la seguridad?

3.9- ¿Disponen los directivos de mecanismos que aseguren que otras organizaciones cuyas actividades contribuyen a la base técnica de la seguridad de la instalación o práctica cumplen satisfactoriamente sus responsabilidades?

3.10- ¿Los errores que se producen se consideran más como fuente de experiencia de la que puede extraerse un beneficio que como causa de preocupación?

4.- PREEMINENCIA DE LA SEGURIDAD

4.1- ¿Celebra el máximo directivo de la entidad, con los responsables de la seguridad, reuniones periódicas dedicadas en forma exclusiva al tema?

4.1.1- ¿Tienen otros miembros del personal la oportunidad de participar en reuniones dedicadas a la seguridad?

4.2- ¿Existe algún procedimiento por el cual el personal de jerarquía menor pueda informar sus inquietudes relativas a la seguridad en forma directa al máximo directivo de la entidad?

4.2.1- ¿Conoce el personal este procedimiento?

4.3- ¿Existe algún procedimiento o sistema para informar la ocurrencia de errores

individuales?

4.3.1- ¿Conoce el personal este procedimiento?

4.4- ¿Los canales de comunicación relativos a la seguridad poseen pocas y sencillas interfaces?

4.5- ¿Se alienta a los individuos a que identifiquen, comuniquen y corrijan deficiencias en su trabajo?

4.6- ¿Existe un grupo dedicado a la revisión de la seguridad a tiempo completo, que informe directamente al máximo directivo de la entidad?

4.7- ¿Está debidamente explicado la importancia especial de seguir los procedimientos?

4.8- ¿Se le recuerda al personal este tema en forma regular?

4.9- ¿Se señalan los motivos de seguridad en los que se basan los procedimientos?

4.10- ¿Las funciones relativas a la seguridad se realizan precipitadamente o bajo presiones indebidas?

4.11- ¿Existen sistemas de estímulos y sanciones relacionados con el comportamiento de la seguridad?

4.11.1- ¿Conoce el personal el sistema de premios y sanciones?

4.11.2- ¿Las sanciones estimulan el ocultamiento de errores?

5.- RELACIONES ENTRE LOS DIRECTIVOS DE LA ENTIDAD Y EL ÓRGANO REGULADOR

5.1- ¿Existe órgano regulador para la práctica en cuestión?

5.1.1- ¿Son las relaciones entre el órgano regulador y la entidad; francas, abiertas y al mismo tiempo adecuadamente formales?

5.1.2- ¿Se le permite normalmente a los reguladores el acceso:

1- a las instalaciones?

2- a la documentación?

3- al personal de operación?

5.1.3- ¿Los informes o aspectos requeridos por el órgano regulador son enviados a tiempo?

5.1.4- ¿Se producen contactos entre la entidad y el órgano regulador?

5.1.5- ¿Se reúne el máximo directivo de la entidad regularmente con el personal del órgano regulador?

5.1.6- ¿El órgano regulador se ve como una entidad interventora?

5.1.7- ¿Realiza el órgano regulador inspecciones periódicas a la entidad?

5.1.7.1- ¿Conoce el personal los señalamientos que realiza el órgano regulador en sus inspecciones?

6.- ACTITUDES DE LA DIRECCIÓN

6.1- ¿Se interesan los directivos, de ordinario, por las cuestiones más importantes de seguridad?

6.2- ¿La dirección de la entidad tiene en cuenta las actitudes a favor de la seguridad para la selección de los mandos directivos?

6.3- Cuando por razones de seguridad se produce un retraso en el comienzo de una tarea determinada, ¿La dirección aprovecha la ocasión para demostrar que la seguridad es lo esencial?

6.4- Durante los períodos de alta carga de trabajo, ¿se recuerda al personal que la precipitación no es apropiada?

6.5- ¿Se consulta con los miembros del personal sobre la forma de resolver un problema creado entre la seguridad, los costos y la producción, los servicios y la investigación?

6.6- ¿Se ha planteado alguna vez como fin el mejoramiento de la seguridad?

6.6.1- ¿Está vigente ese planteamiento?

6.7- ¿Se comunica al personal las lecciones resultantes de la experiencia en la propia entidad y en prácticas similares?

6.8- ¿Existe algún sistema para hacer llegar a los altos niveles de dirección las preocupaciones relativas a la seguridad o las mejoras potenciales?

6.8.1- ¿Responde satisfactoriamente a esto la dirección?

6.8.2- ¿Reciben los individuos que transmiten esas preocupaciones estímulos y reconocimiento público?

6.9- ¿Es reconocida por la dirección de la entidad la necesidad de exámenes y auditorías de seguridad aunque se afecten las actividades de producción o servicios?

6.10- ¿Se discute con el personal los resultados y los medios con los que pueden corregirse las deficiencias?

6.11- ¿Se analiza regularmente por parte de la dirección el comportamiento del personal y se evalúa su actitud respecto de la seguridad?

6.12- ¿Expresa la dirección de la entidad en forma pública su reconocimiento a los miembros del personal que toman medidas beneficiosas respecto de la seguridad?

6.13- ¿Es receptiva la dirección ante las infracciones y violaciones de las especificaciones técnicas relativas a la seguridad?

6.14- ¿Existen sistemas para evaluar a los directivos respecto de sus logros y deficiencias en materia de seguridad?

6.14.1- ¿Son efectivos estos sistemas?

6.15- ¿Tienen conciencia los directivos de la necesidad de identificar los puntos débiles de su personal, de especificar sus requerimientos de entrenamiento y de darles otro tipo de ayuda?

6.16- ¿Actualizan los directivos sus conocimientos en temas de seguridad?

6.17- ¿Revisan los directivos en forma regular la asignación de las tareas de su personal?

6.17.1- ¿Están actualizados los documentos relativos a ello?

6.18- ¿Prestan atención los directivos al medio ambiente físico de trabajo de su personal?

6.19- ¿Instituyen los directivos sistemas de supervisión y control de los trabajos

que se realizan?

6.20- ¿Recuerdan los directivos al personal con frecuencia la importancia de la seguridad?

7.- ACTITUD DE LOS INDIVIDUOS

7.1- ¿Tiene el personal conocimientos del compromiso de la dirección con la Seguridad?

7.2- ¿Puede el personal dar ejemplos de situaciones en que la seguridad pueda ser perjudicada por sus propias acciones erróneas?

7.3- ¿Y por las de otros que trabajen en esferas conexas?

7.4- ¿Puede el personal enunciar en forma clara sus propias responsabilidades?

7.5- ¿Se analizan críticamente por el personal los errores propios que pudieran perjudicar la seguridad?

7.6- ¿Usa el personal los mecanismos para informar deficiencias de seguridad y sugerir mejoras?

7.7- ¿Usa también el mecanismo para informar respecto de sus propios errores, inclusive cuando no resulta aparente ningún efecto perjudicial?

7.8- ¿Responde el personal satisfactoriamente ante la investigación de problemas relativos a la seguridad, ayudando en forma efectiva a determinar las causas y poner en marcha las mejoras?

7.9- Los colegas de trabajo ¿tienen buena opinión de aquellos que tienen una actitud positiva respecto de la seguridad, tal como prestar atención a la limpieza de los lugares de trabajo?

7.10- ¿Aprovecha el personal al máximo las oportunidades de entrenamiento?

7.11- ¿Se detiene y piensa el personal cuando se enfrenta a una situación imprevista?

7.11.1- En esos casos, ¿sus acciones se inspiran en la seguridad?

7.12- ¿Es positiva la actitud del personal ante los exámenes y las auditorías de seguridad que afectan a sus propias áreas de trabajo?

7.13- ¿Se responde positivamente ante las mejoras que se tratan de introducir como resultado de los exámenes o auditorías?

7.14- ¿Comunica el personal en forma efectiva su experiencia a otros individuos y grupos?

7.15- ¿Reconoce el personal que las actitudes a favor de la seguridad son importantes en la selección y el ascenso de los cuadros de dirección?

7.16- ¿El personal comprende no solo sus propias responsabilidades sino también las de sus colegas inmediatos?

7.17- ¿El personal comprende cómo sus responsabilidades complementan las de otros grupos?

9.- SUPERVISIÓN GERENCIAL IN SITU

9.1- ¿Los jefes directos del personal visitan regularmente las áreas en las que se está realizando un trabajo relacionado con la seguridad?

9.2- ¿Se interesan por los problemas o solamente por el cumplimiento del cronograma?

9.3- Los directivos de nivel medio ¿hacen a menudo inspecciones personales de las tareas relacionadas con la seguridad de las que son responsables?

9.4- El máximo directivo de la entidad ¿inspecciona de tanto en tanto la realización de trabajos relacionados con la seguridad?

9.5- ¿Visitan los mandos superiores regularmente la entidad?

9.6- ¿Prestan atención a los temas de seguridad?

*INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 1991