

**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

**ESCUELA NACIONAL DE MEDICINA Y HOMEOPATÍA**

**SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN SALUD  
OCUPACIONAL, SEGURIDAD E HIGIENE**

**EVALUACIÓN DEL GRADO DE RIESGO DE INCENDIO  
EN UNA ESCUELA DE NIVEL SUPERIOR. PROPUESTA DE  
MEJORA**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN CIENCIAS  
EN SALUD OCUPACIONAL, SEGURIDAD E HIGIENE**

**PRESENTA:**

**CASILLAS MARTÍNEZ GABRIELA HORTENSIA**



**DIRECTOR DE TESIS**

**M. en C. JORGE TORRES GONZALEZ**

**México D.F a 5 de Octubre de 2011**



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

**CARTA CESIÓN DE DERECHOS**

En la Ciudad de México, D.F., el día **07** del mes de **septiembre** del año **2011**, el (la) que suscribe **Casillas Martínez Gabriela Hortensia**, alumno(a) del Programa de **Maestría en Ciencias en Salud Ocupacional, Seguridad e Higiene**, con número de registro **B081727**, adscrito a la **Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía**, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de **M. en C. Jorge Torres González**, y cede los derechos del trabajo intitulado "**Evaluación del grado de riesgo de incendio en una escuela de nivel superior. Propuesta de mejora**", al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección [gaby\\_kaz@hotmail.com](mailto:gaby_kaz@hotmail.com). Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Gabriela Hortensia Casillas Martínez

Nombre y firma



# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

## ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México siendo las 16:30 horas del día 02 del mes de septiembre del 2011 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de La ENMYH para examinar la tesis titulada:

**"Evaluación del grado de riesgo de incendio,  
en una escuela de nivel superior. Propuesta de mejora"**

Presentada por el alumno:

**CASILLAS**

Apellido paterno

**MARTINEZ**

Apellido materno

**GABRIELA HORTENSIA**

Nombre(s)

Con registro: 

B	0	8	1	7	2	7
---	---	---	---	---	---	---

aspirante de: **Maestría en Ciencias en Salud Ocupacional, Seguridad e Higiene**

Después de intercambiar opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA DEFENSA DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

### LA COMISIÓN REVISORA

Director(a) de tesis

**M. EN C. JORGE  
TORRES GONZÁLEZ**

**D. en C. José  
Weibel Bucay**

**D. en C. César Augusto  
Sandino Reyes López**

**D. en C. Juan Manuel  
Araujo Álvarez**

**Dr. en C. Absalón  
Zamorano Carrillo**

**PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES**

**D. en C. César Augusto  
Sandino Reyes López**



SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA  
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
ESCUELA NACIONAL DE MEDICINA  
Y HOMEOPATÍA  
SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
E INVESTIGACIÓN

## **AGRADEZCO:**

**A mis padres:** por el maravilloso regalo de darme la vida y estar siempre a mi lado hasta el final.

**A mi esposo:** por su apoyo, comprensión, ayuda, amor, tolerancia desde el inicio hasta el final.

**A mi hijo:** por ser el motor de mi vida y mi promesa de amor.

A todos y cada uno de mis maestros que pusieron un minuto de su tiempo para hacer mejor este trabajo y ayudarme a culminar esta etapa.

Las palabras nunca alcanzarán para expresar el agradecimiento y entera satisfacción que siento gracias a todos y cada uno de ustedes.

**CONTENIDO**

<b>ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS</b>	<b>4</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>6</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>10</b>
<b><i>ABSTRACT</i></b>	<b>11</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>12</b>
Problema	12
Justificación	12
<b>Capítulo 1. ANTECEDENTES</b>	<b>15</b>
1.1 Antecedentes	15
1.2 Descripción del objeto de estudio	16
<b>Capítulo 2. MARCO TEÓRICO</b>	<b>19</b>
2.1 El fuego	19
2.1.1 La conquista del fuego.	19
2.1.2 Concepto de fuego	24
2.1.3 Triángulo del fuego	24
2.1.4 Tetraedro del fuego	24
2.1.5 Reacción en cadena	25
2.1.6 Productos de la combustión	26
2.1.6.1 Gases del fuego	26
2.1.6.2 Llama	26
2.1.6.3 Calor	26
2.1.6.4 Humo	26
2.1.7 Explosión	26
2.1.8 Clasificación del fuego	27

2.1.8.1 Fuego clase A	27
2.1.8.2 Fuego clase B	27
2.1.8.3 Fuego clase C	27
2.1.8.4 Fuego clase D	27
2.1.9 Métodos de propagación del fuego	27
2.1.9.1 Radiación	27
2.1.9.2 Conducción	28
2.1.9.3 Convección	28
2.1.9.4 Contacto directo de la flama	28
2.2 Métodos de extinción del fuego	28
2.2.1 Extintores	29
2.2.1.1 Tipos de extintores	31
2.2.1.1.1 Dióxido de Carbono	31
2.2.1.1.2 Polvos químicos secos	32
2.2.1.1.3 Espumas	33
2.2.1.1.4 Agua	34
2.2.1.2 Disposición de extintores	36
2.2.2 Sistemas fijos contra incendio	37
2.2.2.1 Hidrantes	37
2.2.2.2 Rociadores	38
2.2.2.3 Disposición de los sistemas fijos	39
Contra incendio	
2.3 Método Gretener	40
2.3.1 Peligros Inherentes al contenido	41
2.3.2 Peligros Inherentes al edificio	42
2.3.3 Medidas de protección adoptadas	45
2.4 Marco legal	50

2.4.1 Legislación Internacional.	<b>50</b>
2.4.1.1 Norma NFPA 10	<b>50</b>
2.4.1.2 NTP 599	<b>54</b>
2.4.1.3 NTP 600	<b>56</b>
2.4.1.4 NTP 42	<b>57</b>
2.4.2 Legislación Nacional	<b>58</b>
2.4.2.1 Constitución Política de los E.U.M.	<b>58</b>
2.4.2.2 Ley Federal del Trabajo	<b>58</b>
2.4.2.3 Reglamento Federal de Seguridad e Higiene en el trabajo	<b>58</b>
2.4.2.4 Reglamento de Construcciones para el DF	<b>59</b>
2.4.2.5 NOM 002- SPTS-2010	<b>59</b>
2.4.2.6 Normas complementarias	<b>61</b>
<b>Capítulo 3. PROCEDIMIENTO O MÉTODO</b>	<b>62</b>
3.1 Objetivos	<b>62</b>
3.2 Objetivo general	<b>62</b>
3.3 Objetivos específicos	<b>63</b>
3.4 Material	<b>63</b>
3.5 Aplicación del Método.	<b>63</b>
3.5.1 Método Gretener	<b>63</b>
3.5.2 NOM-002-STPS-2010	<b>66</b>
<b>Capítulo 4. RESULTADOS</b>	<b>68</b>
4.1 Resultados	<b>68</b>
4.2 Discusión	<b>84</b>
<b>Capítulo 5. CONCLUSIONES</b>	<b>88</b>

<b>Capítulo 6. RECOMENDACIONES</b>	<b>89</b>
6.1 Programa de Seguridad e Higiene en el trabajo.	<b>89</b>
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	<b>101</b>
A) Impresas	<b>101</b>
B) No impresas	<b>103</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>106</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

### FIGURAS

I.	Figura 1. El fuego en la prehistoria.	<b>21</b>
II.	Figura 2. Triángulo del fuego.	<b>24</b>
III.	Figura 3. Tetraedro del fuego.	<b>25</b>
IV.	Figura 4. Métodos de propagación del fuego.	<b>28</b>
V.	Figura 5. Tipos de equipos de extinción.	<b>29</b>
VI.	Figura 6. Partes de un extintor.	<b>30</b>
VII.	Figura 7. Extintor portátil.	<b>30</b>
VIII.	Figura 8. Hidrante.	<b>38</b>
IX.	Figura 9. Rociadores.	<b>39</b>
X.	Figura 10. Tipos de establecimientos industriales.	<b>57</b>

### TABLAS

I.	Tabla 1. Tipos de extintores.	<b>31</b>
II.	Tabla 2. Valores de referencia según el número de plantas del edificio.	<b>43</b>
III.	Tabla 3. Cálculo de la dimensión del compartimento.	<b>44</b>
IV.	Tabla 4. Cálculo de las medidas normales de protección adoptadas.	<b>45</b>
V.	Tabla 5. Cálculo de las medidas especiales de protección adoptadas.	<b>46</b>
VI.	Tabla 6. Cálculo de medidas inherentes a la construcción.	<b>48</b>
VII.	Tabla 7. Unidades del Sistema Internacional.	<b>52</b>
VIII.	Tabla 8. Tamaño y localización de extintores para riesgos Clase A.	<b>54</b>
IX.	Tabla 9. Tamaño y localización de extintores para Riesgos clase B.	<b>54</b>
X.	Tabla 10. Factores de inicio de un incendio.	<b>55</b>
XI.	Tabla 11. Factores de propagación de un incendio.	<b>55</b>
XII.	Tabla 12. Sistemas de evacuación en caso de incendio.	<b>55</b>

XIII.	Tabla 13. Métodos de lucha contra incendios.	<b>56</b>
XIV.	Tabla 14. Determinación del grado de riesgo según la NOM-002-STPS-2010.	<b>67</b>
XV.	Tabla 15. Características de construcción por edificio.	<b>68</b>
XVI.	Tabla 16. Equipos de combate contra incendios por cada edificio.	<b>69</b>
XVII.	Tabla 17. Estado de extintores por edificio.	<b>70</b>
XVIII.	Tabla 18. Factores inherentes a la construcción.	<b>71</b>
XIX.	Tabla 19. Valores obtenidos de la evaluación del edificio de gobierno con el Método Gretener.	<b>72</b>
XX.	Tabla 20. Evaluación del grado de riesgo de incendio con la NOM-002-STPS-2010 en el Edificio de Gobierno.	<b>73</b>
XXI.	Tabla 21. Valores obtenidos de la evaluación del edificio de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación con el Método Gretener.	<b>74</b>
XXII.	Tabla 22. Evaluación del grado de riesgo de incendio con la NOM-002-STPS-2010 en la SEPI.	<b>75</b>
XXIII.	Tabla 23. Valores obtenidos de la evaluación del edificio de la Biblioteca con el Método Gretener.	<b>76</b>
XXIV.	Tabla 24. Evaluación del grado de riesgo de incendio con la NOM-002-STPS-2010 en la Biblioteca.	<b>77</b>
XXV.	Tabla 25. Valores obtenidos de la evaluación del edificio del Gimnasio con el Método Gretener.	<b>78</b>
XXVI.	Tabla 26. Evaluación del grado de riesgo de incendio con la NOM-002-STPS-2010 en el Gimnasio.	<b>79</b>
XXVII.	Tabla 27. Valores obtenidos de la evaluación del edificio de Laboratorios de Licenciatura con el método Gretener.	<b>80</b>
XXVIII.	Tabla 28. Evaluación del grado de riesgo de incendio con la NOM-002-STPS-2010 en el edificio de Laboratorios de Licenciatura.	<b>81</b>
XXIX.	Tabla 29. Seguridad contra incendios obtenida por cada edificio.	<b>82</b>
XXX.	Tabla 30. Comparativa de los criterios evaluados por la NOM-002-STPS-2010 y por le Método Gretener.	<b>83</b>

## GLOSARIO

**Método Gretener:** un método que se refiere al conjunto de edificios o partes del edificio que constituyen compartimentos cortafuegos separados de manera adecuada. Ofrece un cálculo del riesgo de incendio global bastante completo, con un valor que nos dictará si el riesgo en la instalación es aceptable o si por el contrario hay que volver a hacer los cálculos de nuevo con medidas de protección que se adecuen a reducir el riesgo (Gretener, 1991).

**Química del fuego:** es una reacción química de oxidación-reducción fuertemente exotérmica que recibe el nombre de combustión (Rodellar, 1999).

**Fuego:** es la oxidación resultante de la interacción de un combustible y un comburente capaz de generar luz y calor (OIT, 1984).

**Combustión:** es una reacción química, generada por la presencia de materiales combustibles (reductor), y comburentes (oxidante) que interaccionan generando desprendimiento de calor y a su vez puede producir llamas, humos o ser incandescente. (TEWARSON, 1994).

**Incendio:** el fuego que se desarrolla sin control en el tiempo y el espacio (Kreith, 2003).

**Combustible:** toda sustancia susceptible de combinarse con el oxígeno de forma rápida y exotérmica (NOM-002-STPS-2010, 2010).

**Temperatura de inflamación:** es la temperatura mínima a la cual un material combustible o inflamable empieza a desprender vapores sin que éstos sean suficientes para sostener una combustión (García, 2005).

**Temperatura de ignición:** la temperatura mínima a la cual un material combustible desprende suficientes vapores para iniciar y sostener una combustión (Ramírez, 2000).

**Agente extinguidor:** es la sustancia o mezcla de ellas, que al contacto con un material en combustión en la cantidad adecuada, apaga un fuego (NFPA, 2007).

**Bióxido de carbono:** es un agente extinguidor que apaga el fuego mediante la exclusión del oxígeno de la superficie del material que esté ardiendo. Su acción se limita al área de contacto. No corroe ni se deteriora con el tiempo, no conduce electricidad y no se congela. Su utilidad es en incendio por equipo eléctrico, y en líquidos inflamables o volátiles (INSHT, 2001).

**Límite inferior de inflamabilidad:** es la concentración mínima en % en volumen de combustible en mezcla con el aire, por debajo de la cual la mezcla es demasiado pobre para que arda (NOM-002-STPS-2010, 2010).

**Límite superior de inflamabilidad:** es la máxima concentración de un gas o vapor inflamable (% por volumen en aire) que se inflama si hay una fuente de ignición presente a la temperatura ambiente (NOM-002-STPS-2010, 2010).

**Extintor:** es un equipo portátil o móvil para combatir conatos de incendio, el cual tiene un agente extinguidor que es expulsado por la acción de una presión interna (NFPA, 2007).

**Extintor portátil:** es un equipo diseñado para ser transportado y operado manualmente, que en condiciones de funcionamiento, tiene un peso menor o igual a 20 kilogramos (RFSHT, 1997).

**Detector de incendios:** es un aparato que funciona de manera autónoma y que contiene un dispositivo de alarma audible y visible que se activa al percibir condiciones que indiquen la presencia de una combustión, como son calor, humo, flama o una combinación de éstas, anunciando una situación de emergencia (Soledad, 2001).

**Equipo contra incendios:** es el conjunto de aparatos y dispositivos instalados de manera permanente para el control y combate de incendios (NOM-002-STPS-2010, 2010).

**Extintor móvil:** es un equipo diseñado para ser transportado sobre ruedas y operado manualmente, sin locomoción propia, y cuyo peso es superior a 20 kilogramos (Ramírez, 2007).

**Gases inflamables o combustibles:** son todos aquellos materiales que en condiciones normales de presión y temperatura no tienen volumen ni forma definida, adoptando la forma del recipiente que los contenga, desprenden vapores por debajo de los 37.8 °C, alcanzan fácilmente su temperatura de ignición y tienen una gran velocidad de propagación de llama (NOM-002-STPS-2010, 2010).

**Líquido combustible:** es el líquido que tiene una temperatura de inflamación igual o mayor de 37.8 °C (INSHT, 2005).

**Material resistente al fuego:** es todo aquel material que no es combustible y que estando sujeto a la acción del fuego no arde ni genera humos o vapores tóxicos, ni falla mecánicamente por un período de al menos 2 horas, según los esfuerzos a los que es sometido (Padilla, 2004).

**Materiales pirofóricos:** son aquellas sustancias que en contacto con el aire reaccionan violentamente con desprendimiento de grandes cantidades de luz y calor (Villanueva, 1984).

**Polvo químico seco:** mezcla de productos químicos cuya acción provoca la extinción del fuego (NOM-002-STPS-2010, 2010).

**Sistema fijo contra incendios:** es el instalado de manera permanente para el combate de incendios, los más comúnmente usados son hidrantes y rociadores (Padilla, 2004).

**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 (Fuertes, 2003).

**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 (Gretener, 1991).

**Compartimentos 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, 1991).

### **Células cortafuegos:**

Las células cortafuegos son compartimentos cuya superficie no excede de 200 m<sup>2</sup> y tiene una resistencia al fuego de al menos F30/T301 (F= resistencia al fuego, T = tiempo) (Gretener, 1991).

### **Unidades:**

- (Y) Seguridad contra incendios.
- (A) Peligro de activación.
- (AB) Superficie de compartimento corta fuego.
- (AF) Superficie vidriada.
- (AFFF) Extintores que contienen una mezcla de espumas con agua.
- (AZ) Superficie de la célula cortafuego.
- (B) Exposición al riesgo.
- (c) Combustibilidad.
- (cm<sup>2</sup>) Centímetros cuadrado.
- (Co) Peligro de corrosión.
- (E) Nivel de la planta.
- (F) Factor de resistencia al fuego.
- (FFFP) Extintores que contienen espuma fluoproteínica.
- (Fe) Grado de combustibilidad.
- (Fu) Peligro de humo.
- (G) Construcción de gran superficie.
- (H) Número de personas
- (INSHT) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- (J) Joule.
- (Km.) Kilómetros.

(M) Metros.

(M) Producto de todas las medidas de protección.

(m<sup>2</sup>) Metros cuadrado.

(m<sup>3</sup>) Metros cúbicos.

(Mili-A) Mili Ampéres.

(Min.) Minutos.

(MJ) Mega-Joule.

(N) Medidas normales de protección.

(NFPA) *National Fire Protection Association*.

(NOM) Norma Oficial Mexicana.

(NRI) Nivel de Riesgo de Incendio.

(NTP) Notas Técnicas de Prevención.

(OIT) Organización Internacional del trabajo.

(P) Peligro potencial.

(P<sub>H, E</sub>) Peligro para las personas.

(Q) Carga de incendio.

(Qi) Carga térmica inmobiliaria.

(Qm) Carga térmica mobiliaria.

(R) Riesgo de incendio efectivo.

(RFSHT) Reglamento Federal de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

(Rn) Riesgo de incendio normal.

(Ru) Riesgo de incendio aceptado.

(S) Medidas especiales de protección.

(STPS) Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

(Tx) Peligro de toxicidad.

(V) Construcción de gran volumen.

(Z) Construcción celular.

## Resumen

El objetivo de este Trabajo fue evaluar el grado de riesgo de incendio en una Escuela de Nivel Superior del Instituto Politécnico Nacional.

Los objetivos particulares son:

- Caracterizar el riesgo de incendio presente en cada uno de los edificios.
- Evaluar el grado de riesgo de incendio global y por cada uno de los edificios que integran la Escuela con el Método Gretener.
- Aplicar la NOM-002-STPS-2010 como Método complementario para el análisis del riesgo.
- Comparar los resultados obtenidos con el Método Gretener y con la NOM-002-STPS-2010 con el fin de determinar el grado de cumplimiento de la norma.
- Proponer un programa preventivo de seguridad en el trabajo para disminuir el grado de riesgo de incendio y proteger la integridad de los trabajadores.

El Método Gretener fue desarrollado por M. Gretener en Suiza en 1965, diseñado para establecimientos industriales pero también se puede aplicar a hoteles, hospitales, centros de exhibición y escuelas (entre otros). El método de Gretener considera el diseño arquitectónico, la construcción, la actividad y el contenido del edificio para evaluar el riesgo de incendio. Los dos últimos puntos son muy importantes para este trabajo pues se deben tomar en cuenta las actividades y las personas que ocupan el inmueble, así como los dispositivos de protección con los que se cuenta. Para poder evaluar las medidas de protección, en primer lugar se debe considerar el tipo de actividad que se realiza en el inmueble. Una vez determinada, se procede a evaluar el **riesgo de incendio efectivo**, en el cual se engloban variables como: carga térmica mobiliaria, combustibilidad, formación de humos, peligro de corrosión o toxicidad, carga térmica inmobiliaria, altura del local, tamaño de los compartimentos corta fuego. Para cada uno de estos valores se asigna un valor cuantitativo. Posteriormente se enfoca en: **Medidas normales de protección**: extintores, hidrantes, personal instruido en combate contra incendios, etc. **Medidas especiales**: sistemas de detección de fuego, sistemas de transmisión de alarma, disponibilidad de bomberos, etc. **Medidas inherentes a la construcción**: resistencia al fuego de las diferentes estructuras, etc.

Además se aplicó la NOM-002-STPS-2010, para determinar el riesgo de incendio de acuerdo a la normatividad Mexicana y evaluar el grado de cumplimiento de la misma.

El estudio se realizó en los 5 edificios de la Escuela de Nivel Superior. Tres de ellos están destinados para uso mixto (dos para aulas y laboratorios y el tercero cuenta además, con servicio de consulta externa, por tanto la población flotante que accede a él es más numerosa que en los dos primeros). El cuarto es utilizado como gimnasio y el quinto, como biblioteca. Los resultados obtenidos en cada uno de los edificios, después de la aplicación del Método Gretener y la NOM-002-STPS-2010, confirman que ninguno de los inmuebles cuenta con las medidas suficientes de protección. Por ello se propone, un programa de prevención que permitirá eliminar el riesgo de incendio, lo que evitará pérdidas humanas y materiales, en caso de que se genere un siniestro.

### Palabras Clave:

Método Gretener, evaluación del riesgo de incendio, protección contra incendio, prevención contra incendio.

---

**Abstract:**

The purpose of this thesis was to evaluate the risk of fire in a college of the National Politechnical Institute.

The specific objectives are:

- To characterize the fire hazard in each of the buildings.
- Assess the degree of global risk of fire and each of the buildings that make up the school with Gretener Method.
- Apply the NOM-002-STPS-2010 as complementary methods for risk analysis.
- Compare the results with Method Gretener and the NOM-002-STPS-2010 in order to determine the degree of compliance with the rule.
- Propose a program of preventive safety at work to reduce the degree of risk of fire and protect the integrity of workers.

This method was developed by M. Gretener in Switzerland in 1960. It was designed for industrial building but also applies to hotels, hospitals, exhibition centers and schools (among others). Gretener method considers the architectural design, construction, activity and content of the building to assess the risk of fire. The last two points are very important for this work because it must take into account the activities and the person occupying the property, and protection devices with which account.

To evaluate the protective measures, first you must consider the type of activity taking place in the building. Once determined, we proceed to evaluate the risk of fire cash, which are included variables such as: thermal load interest, flammability, smoke fumes, danger of corrosion or toxicity, heat load real estate, local height, size of compartment firewall. For each oh these values are assigned a quantitative value. Subsequently focuses on: **Normal protective measures:** fire extinguishers, hydrants, personnel trained in firefighting, etc. **Special measures:** fire detection systems, alarm transmission systems, availability of fire brigade. **Measures specific of the construction:** fire resistance, of different structures, etc.

NOM-002-STPS-2010 was applied also to determine the risk of fire in accordance with Mexican law and assess the degree of compliance with it.

The study was conducted in 5 buildings of the school of higher education. Three of them are intended for mixed use (two for classrooms and laboratories and the third account also has outpatient services, so the floating population that accesses it is much higher than in the first two). The fourth is used as a gym and the fifth, as a library.

The results in each of the buildings after application of Gretener's Method and NOM-002-STPS-2010, confirm that none of the property has adequate security measures. We therefore propose that a prevention program that will eliminate the risk of fire, avoiding human and material losses in the event of an accident is generated.

**Keywords:**

Gretener method, fire risk assessment, fire protection, fire prevention.

## Introducción.

El riesgo de incendio, al igual que cualquier otro riesgo de accidente viene determinado por dos conceptos clave: los daños que puede ocasionar y la probabilidad de materializarse. Por lo tanto, el Nivel de Riesgo de Incendio (NRI) se debe evaluar considerando la probabilidad de inicio del éste y las consecuencias que se derivan del mismo. Resulta muy importante llevar a cabo esta evaluación pues nos permite reducir las consecuencias negativas que estos accidentes tienen sobre las personas, su salud y vida laboral así como de los bienes materiales del espacio en el que se presenta el accidente.

La Escuela objeto de este estudio hasta la fecha de este trabajo, no cuenta con otras evaluaciones referentes a este riesgo. El contar con la evaluación, así como con un programa para reducirlo traerá como beneficio inmediato, la implementación de la cultura de prevención de incendios. Esta se centra en la eliminación de cualquiera de los factores que pueden provocar un incendio para evitar que coexistan. Otros aspectos preventivos tales como las medidas de extinción no adoptadas, vías de evacuación correctas y de suficiente anchura, una organización adecuada, etc., son parámetros que se considerarán y valorarán para estimar las consecuencias.

De esto se deriva el **problema de estudio** del presente trabajo de tesis el cual es:

¿Existe riesgo de incendio en los edificios de una Escuela de Nivel Superior?

Y si existe, ¿Cuál es el grado de riesgo?

## Justificación.

Para comprender los daños que un incendio provoca en la vida laboral de las personas de nuestro país, es conveniente dar a conocer los datos de la Oficina de Estadísticas Laborales de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), publicó la siguiente estadística de quemaduras en 2010:

- 40,200 quemaduras por calor dieron lugar a un promedio de cuatro días laborales perdidos cada uno. Las interrupciones se clasificaron como sigue: 16,000 en comercio al detalle; 8,500 en fábricas; 9,000 en la industria de servicio (tales como restaurantes).
- 15,700 quemaduras químicas dieron lugar a un promedio de dos días de trabajo perdidos cada uno. Las interrupciones se clasificaron como sigue: 5,800 en fábricas (por ejemplo fabricantes químicos); 3,200 en industria de servicios y 2,600 en comercio al detalle.

En ocasiones a la prevención, protección y control de incendios no se les da la prioridad que se debe dentro de los programas para la prevención de accidentes desarrollados en la industria. Esto podría justificarse si se tiene la creencia de que las pérdidas causadas por los incendios sólo afectan a la propiedad.

Lamentablemente, los incendios afectan y causan lesiones principalmente a los trabajadores pues cada vez que se presenta un incendio, existe un gran número de ellos lesionados que incluso llegan a perder la vida. Esto afecta de manera directa al

inmueble donde ocurrió el incendio y de manera indirecta genera costos indirectos que son consecuencia de estos trágicos desastres como pueden ser la interrupción en los negocios, interrupción de salarios con respecto trabajadores o incluso de sus propios empleos, gastos públicos causados por combatir el fuego, periferia afectada, deterioro del medio ambiente entre otros.

Es por ello que la prevención y control de incendios debe ser parte de todo programa de seguridad en la industria en general, así como en cualquier inmueble que sea utilizado por un número considerable de personas.

El riesgo de que se presente un incendio es permanente. Esto hace necesario que se cuente en las comunidades (sobre todo en aquellos lugares con gran densidad de población) con departamentos de bomberos bien capacitados y con las herramientas suficientes para afrontar un siniestro de gran magnitud. En este punto se comprende la importancia de la prevención pues se puede afirmar que las pérdidas pueden ser evitadas si se emplean técnicas de ingeniería adecuadas así como, una reglamentación que permita la detección oportuna y eliminación de los conatos de incendio pues la mayoría se generan debido a fallas humanas (OIT, 2007).

Dadas estas consideraciones, se establecen como objetivos de este trabajo de tesis, los siguientes:

### **Objetivo General.**

- Determinar el Grado de Riesgo de Incendio de los edificios de una Escuela de Nivel Superior.

### **Objetivos específicos.**

- Caracterizar el riesgo de incendio presente en cada uno de los edificios.
- Evaluar el grado de riesgo de incendio global y por cada uno de los edificios que integran la Escuela con el Método Gretener.
- Aplicar la NOM-002-STPS-2010 como Método complementario para el análisis del riesgo.
- Comparar los resultados obtenidos con el Método Gretener y con la NOM-002-STPS-2010 con el fin de determinar el grado de cumplimiento de la norma.
- Proponer un programa preventivo de seguridad en el trabajo para disminuir el grado de riesgo de incendio y proteger la integridad de los trabajadores.

El procedimiento utilizado para realizar esta evaluación es el Método Gretener, el cual fue desarrollado por M. Gretener en Suiza durante la década de los sesenta. Fue diseñado para establecimientos industriales pero también se puede aplicar a hoteles, hospitales, centros de exhibición y escuelas (entre otros). El método de Gretener considera el diseño arquitectónico, la construcción, la actividad y el contenido del edificio para evaluar el riesgo de incendio. Los dos últimos puntos son muy importantes para este trabajo pues se deben tomar en cuenta las actividades y las personas que ocupan el inmueble, así como los dispositivos de protección con los que se cuenta.

El estudio se realizó en 5 edificios de la Escuela objeto de estudio. Tres de ellos son de uso mixto (dos para aulas y laboratorios y el tercero cuenta además con servicio de consulta externa, por lo que la población flotante que accede a él, es mucho mayor que en los dos primeros). El cuarto es utilizado como gimnasio y el quinto como biblioteca.

El Método elegido para la evaluación de riesgos arroja como resultado una serie de datos cuantitativos de los parámetros antes mencionados, expresando un valor para cada variable que es evaluada, mismo que al final del análisis nos indica si la seguridad contra incendio es suficiente.

El presente trabajo contiene 4 capítulos los cuales son:

**CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES.** Aquí se presentan los estudios previos realizados en cuanto a Riesgo de Incendio y el tratamiento que se ha dado, se hace una descripción sobre la Escuela estudiada y sus condiciones hasta el momento de la investigación.

**CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.** Se describen aspectos relacionados con el Riesgo de Incendio con los siguientes apartados:

**2.1 FUEGO.** Se tratan teorías, componentes y características de éste, su clasificación de acuerdo al tipo de combustible, y los métodos de propagación.

**2.2 MÉTODOS DE EXTINCIÓN DE FUEGO.** Se mencionan los tipos de extintores, sistemas contra incendio, hidrantes, rociadores, sistemas fijos contra incendio; sus características y la normatividad referente a los mismos.

**2.3 MÉTODO GRETENER.** Utilizado en este proyecto, cuyas variables se desglosan, así como la descripción de cómo se debe aplicar para obtener el resultado final.

**2.4 MARCO LEGAL.** Se comentan las leyes vigentes donde se tratan aspectos referentes a control de incendios. Entre ellos están: *National Fire Protection Association* (NFPA), Normas Técnicas de Prevención (NTP), Constitución Política de E.U.M., Ley Federal del Trabajo, Reglamento Federal de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, NOM-002-STPS-2010.

**CAPÍTULO 3. PROCEDIMIENTO.** Se describe la implementación del Método Gretener en la Escuela objeto de estudio, mencionando todas las variables involucradas en el proceso, aplicando las fórmulas matemáticas con los valores obtenidos de las evaluaciones y mediciones de los 5 edificios que integran la Escuela para finalmente, obtener el grado de riesgo a que cada edificio, se encuentra expuesto. También se realiza la evaluación del riesgo aplicando la NOM-002-STPS-2010 para evaluar el grado de cumplimiento de la misma.

**CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** Se presentan los resultados obtenidos así como su explicación.

**CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y PROPUESTAS DE MEJORA.** Este capítulo presenta las conclusiones finales del trabajo, así como el Programa de Seguridad en el trabajo dirigido a disminuir el riesgo y a proteger la integridad de los trabajadores.

## **CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES**

### **1.1 Antecedentes.**

De la revisión realizada de acuerdo al tema de investigación, se obtuvieron trabajos de tesis relacionados con la evaluación de riesgos de incendio. Sin embargo, los trabajos se realizaron en empresas de ramos diferentes al de este trabajo y la pretensión es la realización de programas de seguridad para abatir este riesgo. A continuación, se mencionan los trabajos.

Vivanco Carrasco (1997) en su “Diseño e implementación de una guía general para la identificación y prevención del riesgo de incendio en una fábrica de muebles accesorios para baño”, plantea una guía que especifica los puntos más importantes para la identificación de riesgos y con base en estos, adopta las medidas necesarias para prevenir cada uno de ellos.

Soledad Martínez (2001): en su investigación para tesis, “Diagnóstico de riesgo por incendio y su prevención para una empresa del ramo eléctrico”, evalúa las posibles fuentes de generación de incendio dentro de la empresa y con base en esto, realiza la propuesta de prevención.

Rittner publica un artículo en 2004 en la revista *Fire Protection Engineering*, en el cual hace un análisis comparativo entre la resistencia de los materiales de construcción frente al fuego y la colocación de rociadores como equipos de control de incendios en las escuelas. Donde señala que el hecho de que los materiales garanticen la contención del fuego no significa que se tengan que dejar de lado los sistemas que tengan la capacidad de apagar el fuego. Considerando que de no contar con éstos las pérdidas humanas como las materiales son excesivas.

Además menciona que los rociadores requieren una vigilancia estrecha que verifique su funcionamiento ya que el solo hecho de contar con estos sistemas no garantiza la protección, menciona que es necesario hacer revisiones mensuales para detectar el estado de los mismo y en caso de ser necesario realizar mantenimiento correctivo, realizar pruebas con los detectores de humo para de igual forma asegurar su funcionamiento.

Adicional a ello propone que el diseño de las rutas de evacuación, los accesos vehiculares y de peatones, estacionamientos, áreas recreativas, entre otros sean hechos de manera que garanticen un desalojo adecuado de la escuela.

Todo esto supervisado por los administradores de los colegios quienes deben ser los responsables de vigilar que estas medidas se cumplan.

Cano Sánchez, Crisanto Fabián y Rodríguez Orta (2007), efectúan una investigación sobre “Valuación económica de los sistemas contra incendio, su situación en México, aplicado a un caso práctico con rociadores automáticos”. Se enfocan básicamente, a la aplicación de sistemas contra incendios, y mencionan la importancia de este tema desde el momento en que se decide construir un edificio, ya que desde ese momento, dicen, se debe considerar el riesgo que representa y hacen énfasis en la factibilidad de implementar estos sistemas ya que no tienen un costo exagerado y a largo plazo, brindan un beneficio mayor.

Por otra parte, Ramírez Tapia (2007) en su “Modelo de programa específico de seguridad contra incendio de una empresa de adhesivos industriales”, se centra en la prevención y protección contra incendios a través del establecimiento de medidas mínimas de prevención. Lo realiza a través del Método Meseri.

Cortés Segundo y Ponce Galicia (2007) en el “Proyecto a nivel ejecutivo para el diseño de las instalaciones hidrosanitarias, pluvial y contra incendio de un centro educativo”, dicen que es importante desde el inicio de la construcción del inmueble, tomar las medidas de protección contra incendio para que los sistemas de control de pérdidas resulten efectivos si se planean desde el comienzo.

En Agosto de 2007 la revista *Topical Fire Research Series* emitida por la *U.S. Fire Administration* donde se hace referencia a los incendios en escuelas. Menciona que las muertes por incendios en escuelas son escasas, y que el origen del fuego en las escuelas es de 3 tipos: 32% provocados, 29% en las cocinas de las escuelas, 9% por calentamiento. La cifra de daños estimada por incendios en escuelas de 2003 a 2005 es de 85 millones los cuales causaron en promedio 100 heridos. En este artículo se menciona que la protección contra incendios no depende de una sola medida empleada, sino que es ideal adquirir 2 de las principales que son: la colocación de rociadores y materiales de construcción resistentes al fuego.

Como puede notarse, todos los trabajos mencionados van enfocados a la prevención del riesgo, pero ninguno utiliza el Método Gretener. Esto debido quizá, a la poca aplicación que el Método tiene en México. A diferencia en España, ha tenido un auge muy importante. Ejemplo de ello es el trabajo de García Molina (2005), en una Guardería donde encontró que el riesgo es bajo. Sin embargo, el Método sirvió de guía para indicar en qué puntos se debía reforzar las medidas de prevención, comentando que en ese caso, se podía mejorar la seguridad mediante la colocación de detectores de incendio automáticos.

## **1.2 Descripción del objeto de estudio.**

Correspondió a médicos españoles llegados de Cuba la introducción y la práctica de la medicina homeopática en nuestro país aproximadamente a inicios de 1840; sin embargo es hasta 1850 cuando se registra la llegada del Dr. José María Carbó médico catalán procedente de Cuba, el cual llegó expresamente a combatir la epidemia de fiebre amarilla que asolaba el puerto de Veracruz. Su destacada labor con los enfermos en el Castillo de San Juan de Ulúa utilizando medicamentos homeopáticos (los cuales se desconocen) valieron un reconocimiento del entonces Presidente de la República el Gral. Santa Anna quién otorgó el primer permiso para ejercer oficialmente la Homeopatía en la República Mexicana.

La creación de la Escuela debe su origen primordial a la necesidad de llenar una función médico social, de enseñanza y de experimentación e investigación.

Fue fundada en 1889 por los doctores Joaquín Segura y Pesado, Ignacio Fernández de Lara, Bernabé Hernández. Cabe mencionar que el Dr. Joaquín Segura y Pesado fue el fundador de el Instituto Homeopático Mexicano y uno de los mayores impulsores de la Homeopatía en nuestro país junto con el Dr. Ignacio Fernández de Lara.

La Escuela funcionó en un inicio en la calle de Canoa número 6 y 7 (actualmente calle donceles) y en abril de 1892 pasó a la calle de Sta. Teresa número 18 (actualmente

República de Guatemala), trasladándose en enero de 1894 al Hospital Nacional Homeopático, situado en el puente de San Antonio Abad hoy esquina de Chimalpopoca y Cinco de Febrero.

La Escuela recibió el reconocimiento oficial tomando el nombre de Escuela Nacional de Medicina Homeopática, por decreto del entonces Presidente de la República, Gral. Porfirio Díaz, en 1895.

De 1896 a 1923 dependió del Ministerio de Gobernación. Posteriormente en 1923 perteneció a la Universidad Nacional de México, sin embargo en 1928 la Secretaría de Educación Pública la absorbe.

A esa fecha la Escuela es instalada en el Hospital Homeopático Nacional provisionalmente para después ser trasladada a una casa situada en la calle de Nuevo México número 49, hoy Artículo 123, pasando después a la calle de Pino Suárez número 62 y por último a la Calzada San Antonio Abad hasta 1964. Sin embargo durante este periodo se presenciaron hechos que terminaron con el cierre de la Escuela en 1934 y fue en 1936 cuando la Escuela se incorpora al Instituto Politécnico Nacional el cual fue fundado en esta misma fecha el cual se constituyó como un organismo conformado por una agrupación de escuelas con una característica precisa: preparar futuros profesionales en todos los ciclos de la enseñanza y producir, por consiguiente, desde el obrero calificado hasta el profesional con altos estudios técnicos.

En 1965, se construye una nueva Escuela en Gómez Farías y Sadi Carnot. Sin embargo debido a modificaciones en los planos de la Ciudad de México estaba por construirse la Calzada Mariano Escobedo y la Escuela tuvo que demolerse. Por lo que en 1972, el Presidente Luis Echeverría Álvarez, dictó los acuerdos en los que se establecía la Escuela al Norte de la ciudad junto con un Hospital anexo en la Unidad Profesional Zacatenco.

Posteriormente en 1985 la Escuela abre su Sección de Posgrado e Investigación. Y para 2003 se construyó un nuevo edificio que amplió las instalaciones del plantel.

Actualmente, se imparten las carreras de Médico Cirujano y Homeópata y Médico Cirujano y Partero, además de Posgrados como son: Doctorado en Ciencias en Biomedicina Molecular, Especialidad en Acupuntura Humana, Especialidad en Terapéutica Homeopática, Maestría en Ciencias con Especialidad en Salud Ocupacional, Seguridad e Higiene, Maestría en Ciencias en Biomedicina Molecular.

El complejo escolar al momento de este estudio cuenta con 5 edificios que conforman su estructura:

- El primer edificio alberga las oficinas de Gobierno, en él se encuentran las oficinas administrativas, el Necrocomio, Auditorio, 2 laboratorios, aulas, laboratorio de cómputo, bioterio, quirófano.
- El segundo edificio se ubica la Sección de Estudios de Posgrado, en él se encuentran los consultorios de Acupuntura, Terapéutica Homeopática, Odontología, aulas, laboratorios de Biomedicina.
- En el tercer edificio se localiza el Gimnasio, donde se realizan toda clase de eventos deportivos y culturales.

- En el cuarto edificio se encuentra la Biblioteca, donde se almacena libros, revistas, cuenta además con equipo de cómputo, oficinas y el área de fotocopiado.
- El quinto edificio esta constituido por aulas y laboratorios el cual es el más nuevo de toda la estructura escolar.

La plantilla al momento de la investigación está integrada por:

- **TRABAJADORES:**

Profesores: 247. Administrativos: 82.

- **ALUMNOS:**

Alumnos de Licenciatura: 1718.

Posgrado: 107

Por otra parte, el servicio externo de consulta de la escuela en terapéutica homeopática, en acupuntura y odontología brinda alrededor de 200 atenciones diarias.

En cuanto al tema de evaluación del grado de riesgo de incendio, se encontró al momento de la investigación que la Escuela cuenta con un programa de protección civil el cual fue elaborado desde 2006. Sin embargo, no ha sido actualizado. Dentro de la evidencia documental no existen datos referentes a algún estudio sobre riesgo de incendio.

## **CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 EL FUEGO**

Antes de recurrir a explicaciones racionales basadas en la lógica y la ciencia, todas las culturas han creado historias fantásticas, transmitidas de forma oral de generación en generación primero y recreadas literariamente después por creadores de mitos, con las que se daba cuenta al colectivo del porqué de las cosas. Con frecuencia las interpretaciones míticas que se han dado del acontecer humano se han basado en los elementos naturales necesarios para la supervivencia.

De acuerdo a lo investigado por la autora se dependía de una experiencia inmediata con el medio y sus recursos: tierra, agua, fuego y aire. De estos cuatro elementos, es el fuego el que ha jugado un papel de mayor importancia en todas las representaciones y el imaginario popular que se han realizado sobre el origen de la humanidad.

El fuego es un elemento natural de carácter físico-químico que nos ilumina y da calor, pero que a la vez nos puede quemar. Estas propiedades benéfico-destructoras, unidas a la misteriosa naturaleza etérea de su llama, lo convierten en un símbolo con un enorme potencial metafórico. De ahí que se haya utilizado para simbolizar la potencia creadora del espíritu, el yo interno, la pasión, el odio, el amor, la relación con el más allá y las fuerzas superiores, etc. (Mora, 2010).

Esta ambigüedad y multitud de significados se observa perfectamente en el mito griego de Prometeo. En las diferentes reescrituras que del mismo se han hecho a lo largo de la historia Prometeo ha simbolizado tanto elementos positivos como negativos. Se ha presentado como un filántropo que con su acción ha dado origen a la civilización y ha contribuido decisivamente a su progreso, como un ser rebelde, reaccionario contra la tiranía, incluso de retorcida astucia, cuya soberbia ha acabado en rotundo fracaso, perjudicando a la propia humanidad (Mora, 2010).

#### **2.1.1 LA CONQUISTA DEL FUEGO**

Del conjunto de las invenciones humanas, el descubrimiento del método de prender fuego ha sido, sin duda, el más determinante para nuestra especie. Por ello es lógico que el problema de su descubrimiento y del modo de encenderlo haya excitado la curiosidad de los hombres en las más diversas partes del mundo.

El hombre prehistórico debió ser tan ignorante del fuego como lo siguen siendo todos los animales. Cuando logró controlarlo, dominó uno de los elementos clave para el avance de la civilización. Por este motivo, el proceso de humanización se liga generalmente a la conquista y al uso del mismo. En este sentido, Goudsblom (1992) ha afirmado que “el control de fuego fue la precondition para la domesticación de los animales y plantas, y constituyó la predominancia humana sobre otros mamíferos”.

Para Lévi-Strauss (1971), el paso de la naturaleza a la cultura estuvo centrado en la aparición de lo “cocido”, conquista cultural indisociable del fuego y de su dominio. Este autor sitúa así al fuego en el centro del tránsito de la naturaleza a la cultura. El hombre toma entonces las riendas del acto creador, de su propia vida. En la etapa del Neolítico, fue cuando el hombre empezó a adquirir técnicas eficaces para producirlo (rotación,

aserradura y percusión). Sin embargo, esta técnica no se dominó de verdad hasta que en 1844 un inventor sueco, Gustaf Erik Pasch, creó los primeros fósforos de seguridad (Mora, 2010).

En el estudio comparativo que Frazer (1986) realiza de sobre el tratamiento mitológico que del tema del fuego se ha dado en diversas culturas, se evidencia que todos los relatos sobre el origen del fuego presentan un común denominador: la humanidad ha pasado por tres estadios en función de su relación con este elemento. En el primero de ellos, o Edad Sin Fuego, los hombres ignoraban su uso e incluso su existencia; en el segundo, o Edad del Uso del Fuego, ya estaban familiarizados con él y lo empleaban, aunque desconocían cómo encenderlo y mantenerlo; en el tercero, o Edad del Encendido del Fuego, ya utilizaban regularmente los métodos de encendido.

La citada “Edad Sin Fuego” tendría lugar durante los dos primeros millones de años del Paleolítico Inferior, pues parece ser que el hombre conoce el fuego desde hace unos 500.000 años. Los homínidos que habitaban la tierra por aquel entonces vivían en una dependencia total respecto de su entorno. Seguían siendo animales, pues, a pesar de tener ciertas ventajas evolutivas (un cerebro comparativamente mayor, un dedo oponible, la posibilidad de caminar erguido y una visión de profundidad más precisa) y contar con algunas herramientas como hachas y cuchillos de piedra, lo cierto es que la tecnología no mejoraría sustancialmente durante milenios. No tenían por ello grandes posibilidades de transformar su hábitat, y se veían obligados a adaptarse al mundo tal y como estaba. Estaban así a merced del clima, de los períodos de sequía o de lluvias intensas y, durante el invierno, su única posibilidad de sobrevivir consistía en adoptar las mismas estrategias que empleaban otros animales: permanecer en cuevas o refugios e intentar conservar el calor durmiendo muy cerca unos de otros. Comían vegetales y animales crudos, e incluso parece ser que eran carroñeros. Por tanto presentaban hábitos idénticos a los de cualquier bestia. Su actividad principal era buscar su alimento diario, lo cual no le permitía disponer de tiempo libre para poder desarrollar su faceta “no animal”, su intelecto. ¿Qué consecuencias tenía la necesidad de comer alimentos crudos? (Mora, 2010).

Se observó que este tipo de alimentación era una de las principales causas de la baja esperanza de vida, pues la dentadura sufría en pocos años un gran desgaste debido a la rigidez de los alimentos. Este deterioro de los dientes ocasionaba la muerte prematura de los individuos por desnutrición. Además, en una época en la que la provisión de alimentos suponía un gran esfuerzo, el organismo de aquellos homínidos no podía aprovechar ni la mitad de lo que ingería. Así mismo, es lógico suponer que la mortalidad y morbilidad debieron ser muy altas debido también a enfermedades de origen alimentario, fácilmente evitables mediante la aplicación de calor. ¿Cuándo comenzaron a resolverse estos problemas?

Parece ser que el ser humano comenzó a dominar el fuego en el Paleolítico Superior, con la aparición del *Homo sapiens* (50.000 – 10.000 a. C.), homínido del que descienden todos los humanos posteriores, hasta la actualidad. La “Edad del Encendido del Fuego” comenzaría por aquel entonces y, por tanto, la “Edad del Uso del Fuego” se prolongaría desde hace unos 500.000 años hasta hace unos 50.000, es decir incluiría los últimos años del Paleolítico Inferior y todo el Paleolítico Medio. Durante esta edad intermedia, el mayor problema era

Cuidar de ese fuego que había sido obtenido accidentalmente de la naturaleza y mantenerlo encendido, puesto que todavía no sabían prenderlo ni alimentarlo con combustibles. A raíz de esta necesidad de “no perder el fuego”, en la Prehistoria se nombrarían guardianes del fuego comunitario (“focus publicus”), que integraban un grupo selecto de la sociedad (Rosny, 1923).

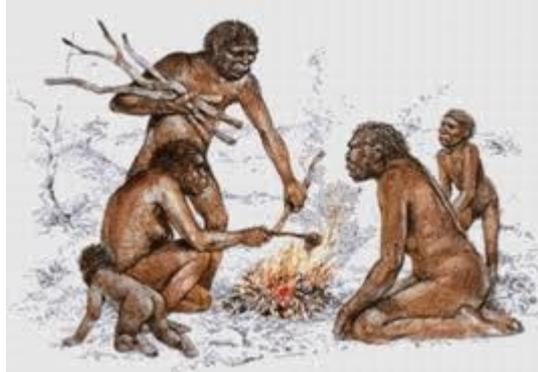


Figura 1. El fuego en la prehistoria.

Fuente: [www.netmorkedblogs.com](http://www.netmorkedblogs.com)

Como puede verse de estos problemas que la ingestión de alimentos crudos causaban a nuestros antepasados, el “gran invento” de aquella época fue la aplicación del fuego para la cocción de los alimentos. Asar la comida directamente junto a las brasas de la fogata fue el primer avance. En este sentido, la cocina es considerada por autores como Bolens (1992) “un arte alquímico donde el fuego produce la sustanciación de los alimentos” (el autor no define el término sustanciación, sin embargo se refiere a la propiedad que adquieren los alimentos al ser cocinados, es decir, la mejor absorción de los nutrientes). ¿Por qué se produce tal “sustanciación”? Principalmente porque los tratamientos térmicos mejoran tanto la seguridad alimentaria como el aprovechamiento que el organismo hace de los alimentos.

La seguridad alimentaria se incrementa porque, como es sabido, la mayoría de patógenos no sobreviven a las altas temperaturas. El asado ejerce por ello un potente efecto conservante. Posteriormente este efecto se optimizará con el hervido (que fue posible cuando nuestros antepasados dispusieron de recipientes para albergar líquidos, es decir, cuando se desarrolló la alfarería y la cerámica.) Con esta modificación de la textura el hombre de antaño pudo masticar más eficientemente. Se reduciría por ello la mortalidad debida a la pérdida prematura de la dentadura. Por lo que respecta al incremento de la digestibilidad, la aplicación de calor permite un mejor aprovechamiento de los alimentos, principalmente porque mejora la digestibilidad de las proteínas y, también, porque aumenta la absorción de algunos nutrientes como el hierro (Mora, 2010).

Además de estos grandes avances, la posesión de este elemento supuso el control de la naturaleza. Al ser el único animal que cocinaba la carne, el hombre se separaba definitivamente de los animales; evolucionaba de hombre-bestia a ser humano. Este hecho se acentuó más con el desarrollo de las técnicas de caza (posibles también gracias al fuego), que permitió que el hombre dejara de ser definitivamente carroñero, lo cual es otro elemento “humanizador” fundamental. Quizá, al conseguir dominar y sacar provecho de este poderoso elemento al que el resto de animales temían, el hombre cobró conciencia de su superioridad y de sus potencialidades. Los futuros hombres tenían por

fin la posibilidad de cambiar las condiciones que su hábitat les imponía: el fuego abrió el camino para que tomaran las riendas de su vida a través de la creación.

Otra de las ventajas fundamentales que la “conquista” del fuego aportó a nuestros antepasados fue la posibilidad de ampliar los territorios que podían habitar. El calor que proporcionaba les permitía calentarse en las zonas y épocas frías, lo cual reduciría también la tasa de mortalidad por enfermedades. El fuego, el hogar, constituyó por este motivo el centro de la vida social en los primeros hábitats prehistóricos y protohistóricos, sirviendo así como una especie de “elemento aglutinante” alrededor del cual se organizarían las primeras comunidades. Este recurso también significó para aquellos futuros hombres el poder disponer de un primer instrumento de defensa frente a los carnívoros depredadores. Además, permitió la mejora de la salud pública, porque el resplandor del fuego en la noche dispersaba a los insectos, posibles vectores de enfermedades, y, además, posibilitaba la higiene con agua caliente (Eiroa, 2003).

Con el fuego comenzó el desarrollo de las técnicas. Nuestros antepasados observaron que la carbonización de los materiales con los que se construían los distintos útiles los hacía más resistentes. Las armas y con ellas las técnicas de caza mejoraron. Se optimizó así el esfuerzo y tiempo empleado en buscar comida, lo cual tuvo que ser fundamental para posibilitar el desarrollo de la cultura (es lógico pensar que en una población dedicada casi exclusivamente a la búsqueda de comida y a la competencia con otros animales poco tiempo habría de quedar para la reflexión o la creación). Más adelante, el fuego permitiría moldear y fundir los metales, para fabricar mejores herramientas de caza y defensa, o de aperos para la agricultura.

Tal importancia tenía esta aplicación del calor a los metales, que cuando se llegó a aplicar el fuego a la metalurgia, los herreros se convirtieron en seres temibles, al ser considerados como conocedores de un secreto esencial. Este desarrollo de la técnica abrió el camino para que comenzara el progreso cultural. Con el fuego y el humo de las fogatas comenzaron las primeras comunicaciones. También tuvieron lugar entonces las primeras actividades nocturnas, pues pudieron alumbrarse en la noche y en oscuridad de las cuevas. Fue así posible el inicio de las pinturas rupestres<sup>13</sup> que establecían la frontera definitiva entre el hombre y los animales. Además de la pintura, el fuego también propició el comienzo de la escultura: al prestar atención a la tierra que quedaba endurecida alrededor de las fogatas, el hombre primitivo empezó a trabajar el barro, a moldear, y luego, mediante la cocción sobre el fuego, a lograr piezas de alfarería que les servían también para cubrir sus necesidades (hay muchos vestigios de vasijas realizadas en arcilla por el hombre del período Mesolítico, alrededor del 8,000 a. C.) (Eiroa, 2003).

Más adelante, la “posesión” del fuego también sería esencial en la agricultura, principalmente porque permitía el rápido incremento de la superficie cultivable. Era necesario ganar espacio a la naturaleza y el chaqueo (la quema de bosques para poder roturar nuevas tierras) requiere de mucho menos tiempo y trabajo que la tala del arbolado, que exige además la limpieza posterior de los restos vegetales. Sin el chaqueo, el agricultor invertiría más energía en la tala y en el trabajo de limpieza de lo que obtendría del resultado de la cosecha, es decir, se daría una inversión energética negativa. El fuego es además un potente plaguicida que actúa principalmente como desinfectante de suelo y un buen fertilizante, que mejora la fertilidad del suelo tanto directamente, al generar cenizas nutrientes, como indirectamente, al aumentar el pH del mismo (González y Buxó, 1997).

Con el transcurrir del tiempo, el fuego ha sido la base de multitud de descubrimientos hasta nuestra época, en sus formas de calor y energía. Por ejemplo, comenzó a ser utilizado a través de lámparas o velas, para alumbrarse en las horas de oscuridad, y constituyó un elemento básico e inseparable de las revoluciones industriales. De ahí que la máquina de vapor, a cuyo descubrimiento suele achacarse la primera revolución industrial, haya sido denominada en ocasiones como “máquina de fuego”. En este sentido Sidi Carnot, en su memoria de 1824 sobre la potencia motriz del fuego, afirma: “deben atribuirse al calor las transformaciones que llaman nuestra atención en la superficie de la tierra”.

De este modo, el fuego ha sido (y es) un elemento imprescindible para la supervivencia social y cultural; ha ido parcelando el mundo, poniendo las fronteras entre los distintos territorios, que han ido avanzando según lo manejan: el fuego de antes es la energía de hoy (Villalobos, 2002).

De todos modos, a pesar de estas numerosas ventajas que hemos enumerado, de la “conquista” del fuego no se han derivado sólo consecuencias positivas: la deforestación siempre ha ido de la mano del avance de la civilización, ya sea en el campo de la agricultura (como se ha visto), o en el de la navegación (como es el caso de los gastos madereros ocasionados por la construcción de embarcaciones para que los griegos y romanos extendieran sus civilizaciones) (Villalobos, 2002).

Otra indudable y obvia consecuencia negativa ha sido la interminable sucesión de guerras que han tenido lugar a lo largo de la historia. Además las consecuencias negativas también dependen del uso bueno o malo que se le da a las herramientas y a los elementos de la Naturaleza. Y esto sucede justamente porque todo progreso técnico representa una intervención en el medio que, por fuerza, supone una degradación del mismo. Evidentemente, lo mejor para la Naturaleza es que se la deje como está. Claro que, teniendo en cuenta que nosotros somos una parte más de tal Naturaleza, también tenemos derecho a cuidar de nuestras propias vidas (igual que debe hacerse con la del resto de animales), y, de no haber intervenido en nuestro hábitat (lo cual, repetimos, hubiera sido lo ocurrido de no haber “conquistado” el fuego), simplemente éstas no hubieran sido posibles: ya no seríamos hoy más que una especie que se extinguió, como los dinosaurios (González y Buxó, 1997).

El fuego fue la llave que abrió el camino para que el ser humano comenzara a serlo y para que la humanidad pudiera progresar. Sin el fuego el hombre seguiría siendo un animal. Los animales no sufren de ese modo porque viven en la inmediatez del presente, no se proyectan al futuro y se limitan a intentar satisfacer sus necesidades diarias. Sin embargo, sin el fuego el ser humano tampoco conocería la satisfacción que la actividad intelectual, de la que disfruta en exclusiva, comporta: el arte, el amor, la amistad, la ilusión, los buenos recuerdos o simplemente la satisfacción por el trabajo bien hecho. Además, quizás, incluso la especie hubiera llegado a extinguirse.

Debido a este papel determinante, las diferentes civilizaciones han ido evolucionando según ha sido su dominio de este elemento, sea en su forma “primitiva” o mutado en energía, que, como sabemos, sigue moviendo el mundo, pues es la base de la economía (Mora, 2010).

### 2.1.2 CONCEPTO DE FUEGO

El fuego es en esencia, una reacción química de oxidación, y los procesos de oxidación producen calor tanto si son completos y/o incompletos. El aire es la primera fuente de oxígeno. La oxidación está limitada por la cantidad de aire, que normalmente, afecta a la cantidad de calor producida (OIT, 2007). También puede describirse como un proceso exotérmico y desde este punto de vista el fuego es: la manifestación visual de la combustión.

### 2.1.3 TRIÁNGULO DEL FUEGO

Por muchos años el triángulo del fuego ha sido adecuadamente usado para la explicación y descripción de la combustión en la teoría de la extinción; Oxígeno, calor y combustible en proporciones adecuadas, crean fuego, y si uno de estos elementos faltara, tal acción no existiría (INSHT, 2000) (Ver figura 2).

Sin el calor suficiente, el fuego no puede ni comenzar ni propagarse. Puede eliminarse introduciendo un compuesto que tome una parte del calor disponible para la reacción. Sin el combustible el fuego se detiene. Puede eliminarse naturalmente, consumido por las llamas, o artificialmente, mediante procesos químicos y físicos que impiden al fuego acceder al combustible. La insuficiencia de oxígeno impide al fuego comenzar y propagarse.



Figura 2. Triángulo del fuego  
Fuente: Klinoff, 1997.

Esta figura representa la interacción de los 3 elementos que producen el fuego, sin embargo a esta explicación se adhirió un cuarto elemento “la reacción en cadena”, conformándose así el tetraedro del fuego.

### 2.1.4 TETRAEDRO DEL FUEGO

El tetraedro del fuego forma parte de la teoría moderna de la combustión, la cual se consolida en 1962, cuando Walter Haesler realiza estudios sobre los mecanismos de extinción de incendios, como con el polvo químico seco de uso múltiple ABC.

En todo proceso de combustión hay liberación de energía representada por una serie de reacciones entre los radicales libres  $O_2$  (Oxígeno), C (Carbono), H (Hidrógeno) y OH (Oxidrilo) (Ver figura 3). Estas reacciones en cadenas tanto ramificadas como no ramificadas, pueden llamarse “La vida del fuego” y materialmente, están representadas por la llama. Lo mismo que el cuerpo humano necesita aire, alimentos, temperatura,

ambiente y un sistema circulatorio; el fuego necesita aire, combustible, fuente de calor y las reacciones en cadena para poder existir, de tal manera que el fuego según la teoría moderna de la combustión, tiene cuatro elementos los cuales forman el tetraedro del fuego (OIT, 2007).

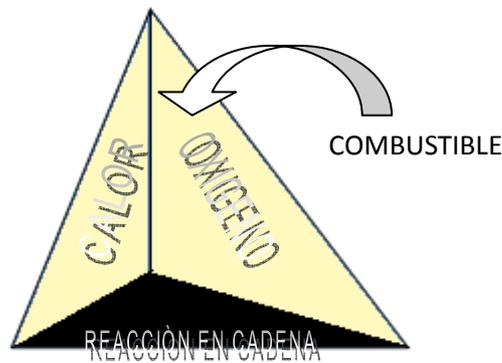


Figura 3. Tetraedro del fuego  
Fuente: Klinoff, 1997.

La figura de un tetraedro se puede describir como una pirámide que es un sólido que tiene cuatro caras planas. Cada uno de los cuatro lados del tetraedro del fuego simboliza la Reacción en Cadena de combustible, calor, oxígeno y productos químicos

La razón para usar un tetraedro y no un cuadrado es que cada uno de los cuatro elementos está adyacente y en conexión con cada uno de los tres elementos. El retirar uno o más de los cuatro, hará que el fuego se extinga.

### 2.1.5 REACCIÓN EN CADENA

Se produce al crearse una disociación del combustible en partículas más sencillas llamadas radicales libres, que son las portadoras de la cadena y cuyo intercambio energético al desprenderse, produce la reacción en cadena (Klinoff, 1997).

El Proceso de combustión puede ocurrir de dos formas: con llama (incluyendo explosión) y sin llama (incluyendo incandescencia y brasas incandescentes asentadas en el fondo).

El modo de llama se caracteriza por índices de combustión más o menos altos. En general, este modo se asocia con niveles de calor alto e intenso (Klinoff, 1997).

Los modos con llama o sin llama no son mutuamente excluyentes; la combustión puede involucrar uno o ambos modos. A menudo, la combustión puede presentarse en el modo de llama y poco a poco efectuar la transición hacia el modo inflamable. En un punto de este proceso, ambos modos pueden aparecer de manera simultánea.

La complejidad de los procesos de combustión va a la par del desarrollo de nuevos productos y sustancias, y estas se combaten también de manera muy diferente.

Los agentes ignitores han variado también para convertirse en elementos que no sólo pueden generar combustión por chispa, si no también combustión por reacción química o generación de calor.

## 2.1.6 PRODUCTOS DE LA COMBUSTIÓN

Son cuatro las categorías de los productos de combustión:

- Gases del fuego
- Llama
- Calor
- Humo

Todos estos productos se generan en diversos grados en todos los fuegos. El material o materiales que participan en el incendio y las reacciones químicas resultantes producidas por el fuego, determinan los productos de la combustión.

**2.1.6.1 Gases del fuego:** la principal causa de pérdida de vidas en los incendios, es la inhalación de gases y humo caliente, tóxicos y deficientes de oxígeno. La cantidad y el tipo de gases del fuego que se encuentran presentes durante y después de un incendio, varían en gran medida de acuerdo con la composición química del material quemado la cantidad de oxígeno disponible y la temperatura. El efecto de los gases tóxicos y el humo, en las personas, dependerá del tiempo que éstas permanezcan expuestas ellos, de la concentración de los gases en el aire y de la condición física de la persona. En un incendio suele haber varios gases. Los que comúnmente se consideran letales son: monóxido de carbono, bióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, bióxido de azufre, amoníaco, cianuro de hidrógeno, cloruro de hidrógeno, bióxido de nitrógeno, acroleína (OIT, 2007).

**2.1.6.2 Llama:** la combustión o quemado de los materiales en una atmósfera rica de oxígeno suele ir acompañada de llamas. Es por esto, que las llamas se consideran un producto propio, característico de la combustión. Las quemaduras pueden ser consecuencia del contacto directo con las llamas o del calor irradiado de las mismas.

**2.1.6.3 Calor:** el calor es el producto de la combustión que es más responsable de la propagación del fuego. La exposición al calor de un incendio afecta a las personas en proporción directa a la distancia de la exposición y a la temperatura del calor. La exposición al aire caliente aumenta el pulso cardíaco y provoca deshidratación, cansancio, obstrucción del tracto respiratorio y quemaduras.

**2.1.6.4 Humo:** el humo es un coloide que consta de partículas sólidas muy finas y vapor condensado. Los gases del fuego provenientes de combustibles comunes, como la madera, contienen vapor de agua, bióxido de carbono y monóxido de carbono. En condiciones normales de poco oxígeno para una combustión completa, también existe la presencia de metano, metanol, formaldehído, así como ácidos fórmico y acético. Estos gases suelen salir del combustible con la velocidad suficiente para acarrear gotitas de alquitrán inflamables que parecen humo. Las partículas de carbón se forman a partir de la descomposición de estos alquitranes, los cuales también se encuentran presentes en los gases del fuego provenientes de quemar productos del petróleo, en particular de aceites y destilados pesados (OIT, 2007).

## 2.1.7 EXPLOSIÓN

La diferencia básica entre una explosión y fuego, es la velocidad a la cual se desprende energía. En este sentido, una explosión puede definirse como el resultado de una expansión de gases repentina y violenta. Estos gases pueden existir

anteriormente o formarse en el momento de la explosión. La producción rápida de energía en una explosión puede estar acompañada de ondas de presión y de roturas de los recipientes o estructuras (MAPFRE, 1997).

### 2.1.8 CLASIFICACIÓN DEL FUEGO

El fuego ha sido clasificado en cuatro grupos de acuerdo a la NOM-002-STPS-2008, para indicar la naturaleza de los materiales que arden y el agente extintor para sofocarlos. Gráficamente se les representa por una letra del alfabeto como se muestra a continuación:

**2.1.8.1 FUEGO CLASE “A”:** son los fuegos de materiales sólidos de tipo orgánico, cuya combustión tiene lugar normalmente con formación de brasas y cenizas, por ejemplo: trapos, viruta, papel, madera y basura, principalmente. El enfriamiento con agua o soluciones con alto contenido de ella como la espuma, son los más adecuados para la extinción del fuego.

**2.1.8.2 FUEGO CLASE “B”:** son los fuegos en los que intervienen líquidos y gases combustibles, por ejemplo: gasolina, aceites, grasas, disolventes, gas butano y propano. En estos casos la reducción de oxígeno es fundamental, por lo que se recomienda el polvo químico seco, bióxido de carbono y espumas químicas. No se recomienda el agua en forma de chorro directo, ya que esparce los líquidos y extiende el fuego.

**2.1.8.3 FUEGO CLASE “C”:** son los fuegos en los que intervienen equipos eléctricos energizados, en donde es de importancia la no conductividad eléctrica del agente extintor. Es recomendable utilizar polvos químicos secos y bióxido de carbono. Tampoco se recomienda utilizar el chorro de agua o espumas, ya que son conductores de electricidad y exponen a los operadores a descargas eléctricas.

**2.1.8.4 FUEGO CLASE “D”:** son los fuegos que se presentan en metales o polvos metálicos combustibles como el magnesio, titanio, sodio, litio, potasio, aluminio, o zinc. Para el control de estos se han desarrollado técnicas especiales y equipos de extinción a base de cloruro de sodio con fosfato tri cálcico, compuestos de grafito o coque. No deben usarse los extintores comunes ya que existe el riesgo de aumentar el fuego debido a la reacción química con el metal ardiendo.

### 2.1.9 MÉTODOS DE PROPAGACIÓN DEL FUEGO

La propagación del fuego es básicamente la transferencia de calor de un cuerpo a otro; al existir combustión el calor es conducido en línea recta en todas direcciones y se realiza por medio de las siguientes formas: radiación, conducción, convección, y contacto directo de la flama (Kreith, 2003).

**2.1.9.1 RADIACIÓN:** Es la transferencia de calor propagada en ondas magnéticas o de calor, considerando esta misma en forma radiante como un movimiento ondulatorio, producido por la moléculas vibratorias del cuerpo emisor.

Las radiaciones pueden ser absorbidas, reflejadas y transmitidas, por lo tanto se puede decir que la radiación depende de la temperatura del emisor, área del emisor, distancia entre cuerpos y características del receptor.

**2.1.9.2 CONDUCCIÓN:** es la propagación del calor propia de los cuerpos sólidos a través de una zona de temperatura superior a otra inferior. La cantidad de calor transferida, depende de la conductividad de los materiales sólidos como pueden ser: estructuras, tuberías, techos, pisos, etc.

La conductividad térmica de los cuerpos varía según el estado físico de los materiales siendo menor en los líquidos y mínimo en los gases.

**2.1.9.3 CONVECCIÓN:** es la transferencia del calor ocasionada por el movimiento del aire que se expande y tiende a subir. En un edificio el fuego se extiende por corredores, escaleras, pasillos, cubo de elevador, entre paredes, de piso a piso, de cuarto a cuarto o de área en área.

**2.1.9.4 CONTACTO DIRECTO DE LA FLAMA:** es el calor transferido por el contacto directo con la flama cuando por ejemplo, de un recipiente que se halla incendiado a otro no incendiado, ya que cuando una sustancia es calentada hasta un punto donde los vapores tienden a sobrecalentarse y aunados al aumento de calor, que el material llegue a su punto de ignición (Ver figura 4).

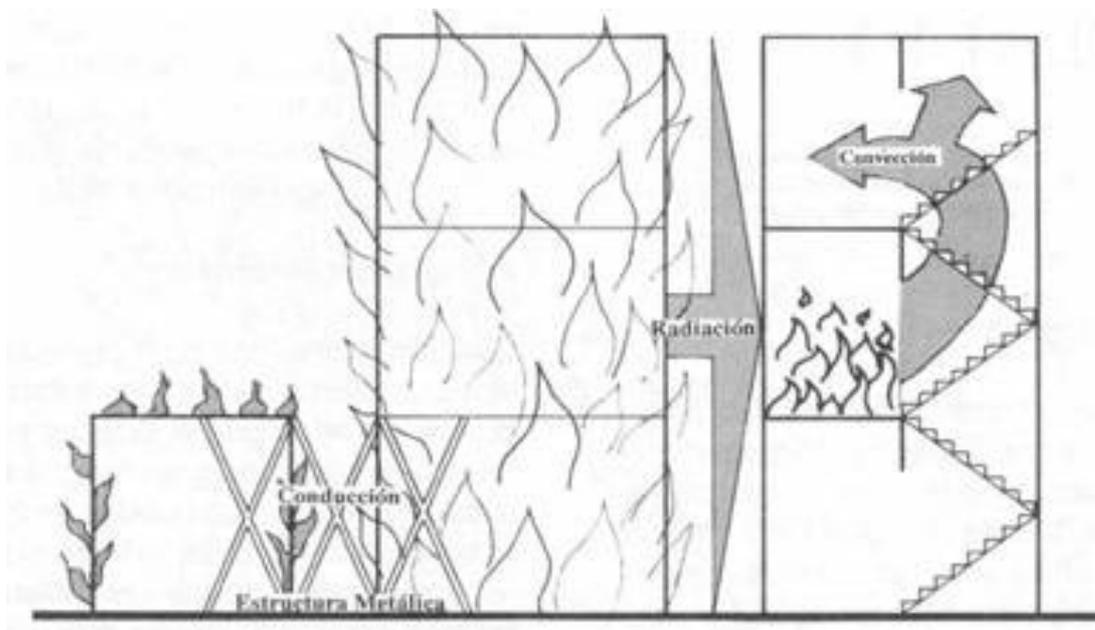


Figura 2. Métodos de propagación del fuego.  
Fuente: Kreith, 2003.

## 2.2 MÉTODOS DE EXTINCIÓN DEL FUEGO

Para producir fuego, es necesario reunir oxígeno, combustible y una fuente de calor, entonces para extinguirlo es suficiente con eliminar uno de estos 3 elementos, por lo que se consideran de acuerdo a Kreith (2003) los siguientes métodos para extinguirlo.

**ENFRIAMIENTO:** Este método es llamado también reducción de temperatura, es el más usado para la extinción del fuego; consiste en enfriar y controlar la temperatura. Para este método es conveniente el uso de extintores clase A, así como la red contra incendios que incluye cisterna, motobombas y mangueras.

**SOFOCACIÓN:** En este proceso se trata de reducir el oxígeno y se realiza cubriendo la superficie del material combustible con sustancias no combustibles. Para este tipo existen agentes sofocantes como el polvo químico seco, bióxido de carbono, gas halón, espuma, o agua ligera.

**ELIMINACIÓN:** Consiste en cerrar el suministro o válvulas del material líquido que se esté incendiando, así como remover parte del material combustible que se encuentre afectado o cerca del lugar, algunas instrucciones pueden ser: cerrar válvulas o sellar orificios existentes tanto en tuberías como en tanques de suministro.

Para extinguir el fuego se han diseñado varios sistemas. A continuación se presenta la clasificación de los equipos de extinción (Ver figura # 5).

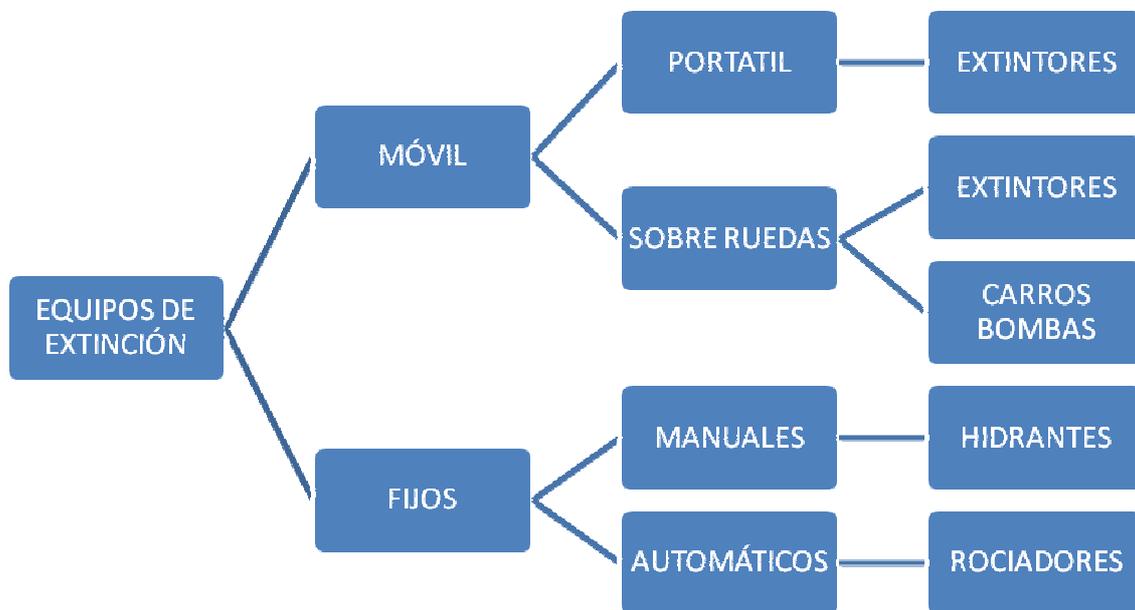


Figura 5. Tipos de equipos de extinción.

Fuente: MAPFRE, 1997.

### 2.2.1 EXTINTORES

Un extintor es un recipiente metálico y cilíndrico, que contiene un agente extinguidor el cual es expulsado por medio de una manguera por la acción de una presión interna, existen dos tipos de extintores: (Gratton, 1991)

**EXTINTOR PORTÁTIL:** Este fue diseñado para ser operado manualmente, sus partes que lo componen son: (Ver figura 6)

- a. Pin o seguro.
- b. Palanca.

- c. Manguera.
- d. Manómetro.
- e. Cilindro.
- f. Chiflón o boquilla.

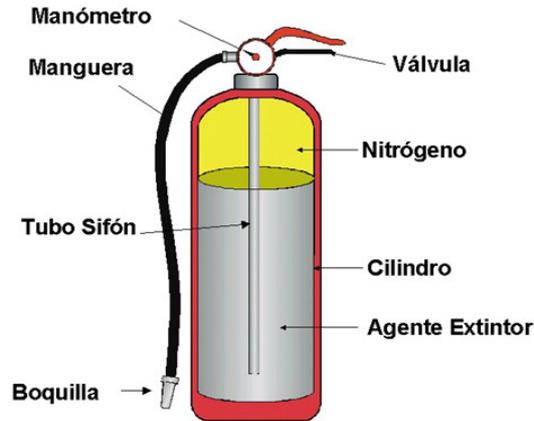


Figura 6. Partes de un extintor.  
 Fuente: [www.estrucplan.ar](http://www.estrucplan.ar), 2008.

**UNIDAD MÓVIL:** fue diseñado para ser transportado y operado sobre ruedas, son de mayor capacidad y se emplean principalmente en zonas extensas o de mayor riesgo ([www.estrucplan.ar](http://www.estrucplan.ar), 2008) (Ver figura # 7).



Figura 7. Extintor portátil.  
 Fuente: [www.estrucplan.ar](http://www.estrucplan.ar), 2008.

Los equipos extintores portátiles están clasificados según las clases de fuego para las cuales son aptos.

En el Tabla # 1 se muestra la aplicación de cada uno de los diferentes tipos de extintores en función de la clase de fuego:

	<b><u>A</u></b> <b><u>Agua</u></b>	<b><u>AB</u></b> <b><u>Espuma</u></b>	<b><u>ABC</u></b> <b><u>Polvo ABC</u></b>	<b><u>BC</u></b> <b><u>Dióxido de</u></b> <b><u>carbono</u></b>	<b><u>ABC</u></b> <b><u>Halón</u></b>
<b>A</b> <b>Sólido</b>	SI Muy eficiente	SI Eficiente	SI Muy eficiente	Poco eficiente	SI Eficiente
<b>B</b> <b>Líquido</b>	NO Es eficiente	SI Muy eficiente	SI Muy eficiente	SI Eficiente	SI Muy eficiente
<b>C</b> <b>Riesgo eléctrico</b>	NO debe usarse	NO debe usarse	SI Eficiente	SI Eficiente	SI Muy eficiente

Tabla 1. Tipos de extintores.  
Fuente: [www.estrucplan.ar](http://www.estrucplan.ar), 2008.

## 2.2.1.1 TIPOS DE EXTINTORES

### 2.2.1.1.1 Dióxido de Carbono

El dióxido de carbono posee varias propiedades que lo convierten en un agente útil para la extinción de incendio. No es combustible y no reacciona con la mayor parte de las sustancias y proporciona su propia presión para descargarlo del extintor o del cilindro donde se almacene. En forma de gas o como sólido finamente dividido se lo llama nieve o hielo seco, no conduce la electricidad y puede emplearse contra fuegos de equipos eléctricos en tensión. A su vez no deja residuos eliminando la necesidad de limpieza del agente. A continuación se describen las propiedades básicas del dióxido de carbono que influyen directamente sobre las propiedades de extinción (Gratton, 1991).

#### Propiedades de descarga

Una descarga típica de dióxido de carbono líquido posee una apariencia de nube blanca, debido a las partículas finamente divididas de hielo seco transportadas con el vapor. Gracias a la baja temperatura se produce alguna condensación de vapor de agua de la atmósfera, provocando niebla adicional, que persiste hasta algún tiempo después de que las partículas de hielo seco se han depositado y sublimado. El efecto de enfriamiento del hielo seco es generalmente beneficioso para reducir las temperaturas después del fuego.

#### Propiedades de extinción

El dióxido de carbono es un eficaz agente extintor, principalmente porque reduce el contenido en oxígeno de la atmósfera, mediante dilución, hasta un punto en que no puede continuar la combustión. En condiciones adecuadas de control y aplicación,

resulta también beneficioso el efecto refrigerante, sobre todo cuando se aplica directamente sobre el material que arde.

#### **2.2.1.1.2 Polvos Químicos secos**

El polvo seco es reconocido por su eficacia para la extinción de fuegos de líquidos inflamables. También puede emplearse contra fuegos de algunos tipos de equipo eléctrico. El polvo seco normal está limitado a aplicaciones para la extinción de fuegos superficiales con llama de los materiales combustibles sólidos (Robertson, 2008).

#### **Propiedades físicas**

Los principales productos básicos que se emplean en la producción de polvos secos disponibles son: bicarbonato de sodio, bicarbonato potásico, cloruro potásico, bicarbonato de urea- potasio y fosfato mono amónico.

Estos productos se mezclan con varios aditivos para mejorar sus características de almacenamiento, de fluencia y de repulsión al agua. Los aditivos más comúnmente empleados son estearatos metálicos, fosfato tri cálcico o siliconas que recubren las partículas de polvo seco para conferirles fluidez y resistencia a los efectos de endurecimiento y formación de costras por humedad y vibraciones.

#### **Estabilidad**

Los polvos secos son estables, tanto a temperaturas bajas como normales. Sin embargo, como algunos de los aditivos pudieran fundirse y hacer que los materiales fuesen pegajosos a temperaturas más altas, se recomienda, generalmente, una temperatura máxima de almacenamiento de 49 °C.

#### **Propiedades extintoras**

##### **Acción sofocante**

Se ha creído durante mucho tiempo, que las propiedades extintoras de los polvos secos se basaban en la acción sofocante del anhídrido carbónico que se produce cuando el bicarbonato sódico recibe el calor del fuego. Sin duda, contribuye a la eficacia del agente igual que lo hace el volumen del vapor de agua que se emite al calentarse el polvo seco.

Sin embargo, estos gases no son un factor fundamental en la extinción. Cuando se descargan los polvos contra combustibles sólidos incendiados, el fosfato mono amónico se descompone por el calor, dejando un residuo pegajoso (ácido meta fosfórico) sobre el material incendiado. Este residuo aísla el material incandescente del oxígeno, extinguiendo así el fuego e impidiendo su reignición.

##### **Acción enfriadora**

No se puede demostrar que la acción enfriadora de los polvos secos sea una razón importante que explique su capacidad para extinguir rápidamente los fuegos. La energía calorífica requerida para descomponer los polvos secos desempeña un papel primordial

en la extinción. El efecto, por sí mismo es pequeño; para que sea eficaz, el polvo seco debe ser sensible al calor y absorber calor a fin de que sea químicamente activo (Robertson, 2008).

### **Apantallamiento de la radiación**

La descarga del polvo seco produce una nube de polvo que se interpone entre la llama y el combustible. Esta nube separa al combustible de una parte del calor radiado por la llama.

### **Rotura de la reacción en cadena**

La teoría de la combustión por reacción en cadena supone que en la zona de combustión se encuentran presentes radicales libre y que las reacciones de estas partículas entre sí son necesarias para que continúe la combustión. La descarga del polvo seco sobre las llamas impide que esas partículas reactivas se encuentren y continúe la combustión de la reacción en cadena. Esta explicación se denomina mecanismo de extinción por rotura de la reacción interna en cadena.

#### **2.2.1.1.3 Espumas**

Las espumas como agente extintor consisten en una masa de burbujas rellenas de gas que se forman a partir de soluciones acuosas de agentes espumantes de distintas fórmulas. Dado que la espuma es más ligera que la solución acuosa de la que se forma y más ligera que los líquidos inflamables o combustibles, flota sobre estos, produciendo una capa continua de material acuoso que desplaza el aire, enfría e impide el desprendimiento de vapor con la finalidad de detener o prevenir la combustión. La espuma se produce mezclando un concentrado espumante con agua en concentración adecuada, aireando y agitando la solución para formar las burbujas. Algunas son espesas y viscosas, capaces de formar capas fuertemente resistentes al calor por encima de la superficie de los líquidos incendiados, incluso en superficies verticales (Pérez – Díaz, 2010).

La espuma de baja expansión va dirigida a extinguir fuegos causados por derrames de líquidos inflamables o combustibles, o fuegos en depósitos, mediante la formación de una carga coherente refrigerante. La espuma es el único agente extintor permanente que se emplea para fuegos de este tipo. Su aplicación permite a los bomberos extinguir fuegos de una manera progresiva. Una capa de espuma que cubra la superficie de un líquido es capaz de impedir la transmisión de vapor durante algún tiempo, dependiendo de la estabilidad y espesor. Cuando los derrames de combustibles se cubren con espuma, dejan rápidamente de ser peligrosos. Después de un tiempo prudencial puede retirarse la espuma, generalmente sin efectos perjudiciales sobre el producto con el que ha entrado en contacto (Gratton, 1991).

Pueden emplearse para reducir o detener la producción de vapores inflamables procedentes de líquidos o sólidos que no ardan. También pueden usarse para llenar cavidades o recintos donde puedan haberse acumulado gases tóxicos o inflamables.

Muchas espumas se generan a partir de soluciones de tensión superficial muy baja y características penetrantes. Las espumas de este tipo son útiles donde existen materiales

combustibles de clase A. En dichos casos, el drenaje de la solución acuosa de la espuma enfría y humedece el combustible sólido.

La espuma se disuelve, vaporizando su contenido de agua bajo el ataque del calor y las llamas. Por lo tanto, debe aplicarse a las superficies ardientes a volumen y velocidad suficiente para compensar estas pérdidas y para proporcionar la cantidad sobrante que garantice que se forme la capa residual de líquido inflamable sobre la parte ya extinguida del fuego. La espuma es una emulsión inestable de aire y agua que puede disolverse fácilmente por fuerzas mecánicas o físicas. Ciertos vapores o fluidos químicos pueden destruirla fácilmente. Cuando se emplean otros tipos distintos de agentes extintores en combinación con la espuma, también pueden ocurrir otras formas de disolución. El aire en turbulencia o el violento levantamiento de los gases de la combustión pueden apartar las espumas ligeras de la zona incendiada (Pérez – Díaz, 2010).

Las soluciones de espuma son conductoras y por lo tanto, no recomendables para fuegos eléctricos. Si se utiliza espuma pulverizada, resulta menos conductora que un chorro compacto. Sin embargo, por ser cohesiva y mantener materiales que permiten al agua ser conductora, la espuma pulverizada resulta más conductora que el agua pulverizada.

#### **2.2.1.1.4 Agua**

##### **Propiedades Físico-químicas**

Desde el punto de vista físico resulta importante destacar ciertas propiedades físicas del agua que la hacen el agente extintor por excelencia:

- A temperatura ambiente es un líquido estable.
- El calor de fusión del hielo es de 80 cal/ gr.
- Se requiere 1 caloría para elevar en 1°C la temperatura de 1 gr. de agua (14,5 a 15,5 °C Caloría media).
- El calor de vaporación del agua a presión atmosférica normal es de 540 cal/gr.

Se puede deducir que se requieren 100 kilocalorías para elevar 1 Kg. de agua de 0 °C a 100 °C (punto de ebullición) y desde allí, para llevarla al estado de vapor total se requieren 540 Kilocalorías más. En consecuencia, si consideramos que el agua se encuentra a temperatura ambiente (20 °C) absorberá en total 620 Kilocalorías para transformarse en vapor (Además, el vapor puede sobrecalentarse) (NFPA, 2007).

Es esta extraordinaria capacidad de absorción del calor, lo que le otorga su potente acción de enfriamiento, bajando considerablemente la temperatura de muchas sustancias en combustión y la velocidad de transferencia del calor de la combustión a las capas de combustible. Otro factor de importancia es que al pasar un cierto volumen de agua del estado líquido a vapor, dicho volumen se incrementa 1,700 veces, y esta gran masa de vapor formada desplaza la fracción de aire equivalente sobre la superficie del fuego, reduciendo así la cantidad de oxígeno disponible para el combustible.

Observando las distintas formas de actuación del agua, es obvio que el agua actúa físicamente sobre el calor, el oxígeno y el combustible (Tewarson, 1994).

Por último, hay que recordar que el calor escapa continuamente por radiación, conducción y convección. Sólo es necesario absorber una pequeña parte de la cantidad total de calor que está produciendo el fuego para extinguirlo por enfriamiento.

Es decir, que el agua como agente extintor no ha perdido validez y puede ser considerada como el elemento básico de toda técnica de extinción combinada.

### **Propiedades de Extinción**

La extinción de un fuego sólo se consigue si se aplica un agente efectivo en el punto donde se produce la combustión. Durante siglos, el método empleado ha sido dirigir un chorro compacto de agua desde una distancia segura hacia la base del fuego; sin embargo, un método más eficaz consiste en aplicar agua en forma pulverizada (esto se refiere al tratamiento que se le da al agua para fraccionarlo en gotas de niebla), lo que aumenta el efecto refrigerante del agua y la conversión de agua en vapor.

### **Limitaciones en el uso del agua como agente extintor**

A pesar de las enormes ventajas que presenta el agua como agente extintor originada básicamente por sus propiedades físicas, presenta otras propiedades que hacen limitar su aplicación a la hora de utilizarla en un incendio. A continuación se enumeran algunas de esas desventajas:

#### **Conductividad eléctrica**

Las impurezas y sales que generalmente, tiene el agua la hacen gran conductora de la electricidad, lo que torna muy peligrosos su uso especialmente en instalaciones eléctricas de alto voltaje. Siendo en realidad la cantidad de corriente que pasa por el cuerpo la responsable del shock eléctrico, el peligro no es muy grande para una persona que dirija un chorro de agua sobre una línea con tensión, siempre que esté por debajo de los 600 volts.

El peligro aumenta y es mayor si la persona se encuentra sobre un charco de agua y toma contacto con una parte del circuito eléctrico, pues la descarga a tierra se producirá a través de la persona. A veces, las botas de goma debido al alto contenido de carbono que poseen en su composición, no resultan lo suficientemente aisladoras para brindar protección en líneas con alta tensión pues permiten el paso de la corriente (NFPA, 2007).

Experimentalmente, está demostrado que según las víctimas hasta 4 o 5 mili-Amperes se sienten sensaciones desagradables que pueden más o menos soportarlas, pero pasando los 20 a 30 mili-Amperes, pueden resultar fatales. Por lo tanto, la circunstancia de ser el agua conductora, limita su aplicación indiscriminada (Tewarson, 1994).

#### **Incendios de productos químicos**

El agua no se recomienda como agente extintor para productos químicos como carburos, peróxidos, etc., debido a que, al reaccionar, pueden desprender gases inflamables y calor.

### 2.2.1.2 DISPOSICIÓN DE EXTINTORES

A continuación, se mencionan las fracciones de acuerdo a la NOM – 002 – STPS - 2010 que especifican las disposiciones y mantenimiento de los extintores:

Fracción 9.2.1 Los extintores deben recibir cuando menos, una vez al año mantenimiento preventivo, a fin de que se encuentren permanentemente en condiciones seguras de funcionamiento.

Fracción 9.2.3 En la instalación de los extintores, se debe cumplir con lo siguiente:

a) Colocarse en lugares visibles, de fácil acceso y libres de obstáculos, de tal forma que el recorrido hacia el extintor más cercano, tomando en cuenta las vueltas y rodeos necesarios para llegar a uno de ellos, no exceda de 15 metros desde cualquier lugar ocupado en el centro de trabajo.

b) Fijarse entre una altura del piso no menor de 10 cm, medidos del suelo a la parte más baja del extintor y una altura máxima de 1.50 m, medidos del piso a la parte más alta del extintor.

c) Colocarse en sitios donde la temperatura no exceda de 50 °C y no sea menor de -5° C.

d) Estar protegidos de la intemperie.

e) Señalar su ubicación de acuerdo a lo establecido en la NOM-026-STPS-1998.

f) Estar en posición para ser usados rápidamente.

g) Por ser obsoletos, no se puede dar cumplimiento a lo establecido en la presente Norma con la instalación de extintores de cobre o de bronce manufacturados, con remaches o soldadura blanda (excepto los de bomba manual), y con los agentes extinguidores relacionados a continuación:

- 1) Soda-ácido;
- 2) Espuma química;
- 3) Líquido vaporizante (como: tetra cloruro de carbono, bromuro de metilo);
- 4) Agua con anticongelantes operados por cartucho o cápsula;

Fracción 9.3.1.3 En cada nivel del centro de trabajo, por cada 200 m<sup>2</sup> o fracción del área de riesgo, se debe instalar, al menos, un extintor de acuerdo a la clase de fuego.

Fracción 11.1.1 Los extintores deben revisarse al momento de su instalación y, posteriormente, a intervalos no mayores de un mes.

Fracción 11.1.2 La revisión de los extintores debe ser visual y comprender al menos que:

- a) El extintor esté en el lugar designado.
- b) El acceso y señalamiento del extintor no estén obstruidos.
- c) Las instrucciones de operación sobre la placa del extintor sean legibles.

- d) Los sellos de inviolabilidad estén en buenas condiciones.
- e) Las lecturas del manómetro estén en el rango de operable; cuando se trate de extintores sin manómetro, se debe determinar por peso si la carga es adecuada.
- f) Se observe cualquier evidencia de daño físico como: corrosión, escape de presión u obstrucción.
- g) Se verifiquen las condiciones de las ruedas del vehículo de los extintores sobre ruedas.
- h) Las válvulas, las mangueras y las boquillas de descarga estén en buen estado.

Fracción 11.1.3 En caso de encontrar que no cumple con lo dispuesto en cualquiera de las condiciones señaladas en los incisos a) y b) del apartado 11.1.2, éstas se deben corregir de inmediato.

Fracción 11.1.4 En caso de encontrarse que no cumple con lo dispuesto en cualquiera de las condiciones señaladas en los incisos c) al h), del apartado 11.1.2, el extintor debe ser sometido a mantenimiento.

Fracción 11.2.1 Los extintores deben recibir mantenimiento cuando menos una vez al año, durante su mantenimiento deben ser sustituidos por equipo para el mismo tipo de fuego, y por lo menos de la misma capacidad.

Fracción 11.2.2 El mantenimiento consiste en la verificación completa del extintor por el prestador de servicios, siguiendo las instrucciones del fabricante. Dicho mantenimiento debe ofrecer la máxima garantía de que el extintor funcionará efectivamente y cumplir, en su caso, con las normas oficiales mexicanas expedidas en la materia, o en su defecto, incluir un examen completo y, de requerirlo, cualquier tipo de reparación o sustitución de partes con repuestos originales.

Se debe identificar claramente que se efectuó un servicio de mantenimiento preventivo, colocando una etiqueta adherida al extintor indicando la fecha, nombre o razón social y domicilio completo del prestador de servicios.

Fracción 11.2.3 La recarga es el reemplazo total del agente extinguidor por uno nuevo, entregando el prestador de servicios de mantenimiento la garantía por escrito del servicio realizado y, en su caso, el extintor debe contar con la contraseña oficial de un organismo de certificación, acreditado y aprobado, en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

## **2.2.2 SISTEMAS FIJOS CONTRA INCENDIO**

De acuerdo a lo mencionado por LETAYF y GONZALEZ (1994), dentro de este sistema, se encuentran 2 tipos de sistemas: hidrantes, “*sprinklers*” (rociadores).

### **2.2.2.1 HIDRANTES**

Es una instalación en la cual por medio de una toma de agua, se conecta una manguera y con una válvula, se proyecta el agua a presión a la base del fuego (Ver figura 8). Esta proyección se lleva a cabo de acuerdo a la siguiente clasificación:

1. **CHORRO DIRECTO:** sirve para poder empezar el ataque para enfriar el combustible.
2. **CHORRO DE ATAQUE:** sirve para enfriar el ambiente y para atacar el fuego directamente.
3. **CHORRO DE CORTINA:** sirve para acercarse al fuego y también para proteger a los brigadistas.



Figura 8. Hidrante.

Fuente: [www.estrucplan.ar](http://www.estrucplan.ar), 2008.

#### 2.2.2.2 ROCIADORES (“SPRINKLERS”)

Este sistema es en base a la lluvia de agua a presión. El agua es proyectada por medio de la válvula (“*sprinkler*”) la cual efectúa la descarga controlando o extinguiendo el incendio por enfriamiento y/o sofocación (Ver figura 9).

El mecanismo de acción de éstos, es tipo bulbo, que a través de la dilatación del líquido detector de la ampolla, actúan bajo la acción de calor. Hay otros de tipo soldadura que son accionados a través de un fusible que se funde al sobrepasar su temperatura nominal (Núñez, 2010).

El sistema es recomendado para edificaciones industriales, comerciales y residenciales. Los hidrantes y mangueras complementan manualmente, la acción de combate en este sistema.



Figura 9. Rociadores.  
Fuente. [www.estrucplan.ar](http://www.estrucplan.ar) 2008

### 2.2.2.3 DISPOSICIÓN DE LOS SISTEMAS FIJOS CONTRA INCENDIO

A continuación se mencionan las fracciones de la NOM-002-STPS-2010 que especifican las disposiciones y mantenimiento de los sistemas fijos contra incendio:

Fracción II.1 Redes hidráulicas.

Se recomienda que éstas cumplan al menos con:

- a) Ser de circuito cerrado;
- b) Contar con una memoria de cálculo del sistema de red hidráulica contra incendio;
- c) Contar con un suministro de agua exclusivo para el servicio contra incendios, independiente a la que se utilice para servicios generales;
- d) Contar con un abastecimiento de agua de al menos 2 horas, a un flujo de 946 l/min., o definirse de acuerdo a los siguientes parámetros:
  - 1) El riesgo a proteger;
  - 2) El área construida;
  - 3) Una dotación de 5 litros por cada m<sup>2</sup> de construcción;
  - 4) Un almacenamiento mínimo de 20 m<sup>3</sup> en la cisterna;
- e) Contar con un sistema de bombeo para impulsar el agua a través de toda la red de tubería instalada;
- f) Contar con un sistema de bombeo que debe tener, como mínimo 2 fuentes de energía, a saber: eléctrica y de combustión interna, y estar automatizado;
- g) Contar con un sistema de bomba Jockey para mantener una presión constante en toda la red hidráulica;
- h) Contar con una conexión siamesa accesible y visible para el servicio de bomberos, conectada a la red hidráulica y no a la cisterna o fuente de suministro de agua;
- i) Tener conexiones y accesorios que sean compatibles con el servicio de bomberos,
- j) Mantener una presión mínima de 7 Kg./Cm<sup>2</sup> en toda la red.

Fracción II.2 Se recomienda que los sistemas fijos contra incendio tengan algunas de las siguientes características:

- a) Ser sujetos de activación manual o automática;

- b) Ser sujetos de supervisión o monitoreo para verificar la integridad de sus elementos activadores (válvula solenoide, etc.), así como las bombas;
- c) Tener un interruptor que permita la prueba del sistema, sin activar los elementos supresores de incendio;
- d) Sin estar limitados a ellos, existen los siguientes tipos: sistema de redes hidráulicas, de rociadores con agente extinguidor de agua, bióxido de carbono, polvo químico seco, espumas, sustitutos de halón y agentes limpios;
- e) Todo sistema deberá ser calculado para combatir el mayor riesgo del centro de trabajo.

### **2.3 MÉTODO GRETENER**

En este capítulo se explicará con más detalle el Método Gretener, ya que es el aplicado en este trabajo de tesis.

Este Método fue creado por M. Gretener en el año de 1965 en Suiza y es aplicable a toda clase de edificios e instalaciones.

Está certificado por Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) de España, el cual a su vez está avalado por la OSHA. Al igual que otros métodos para la evaluación de riesgo de incendio.

Se aplica al conjunto o a las partes del edificio que constituyen los compartimentos y nos ofrece un cálculo del riesgo de incendio global bastante completo, con un valor que nos indicará si el riesgo en la instalación es aceptable o no lo es, lo que en este último caso nos obligará a volver a realizar los cálculos considerando nuevas medidas de protección que reduzcan el riesgo.

El método Gretener se fundamenta en la comparación del riesgo potencial de incendio efectivo con el valor del riesgo potencial admisible. La seguridad contra incendios es suficiente, siempre y cuando el riesgo efectivo no sea superior al riesgo aceptado (Gretener, 1991).

Para comprobar la seguridad contra incendios es suficiente con verificar que las necesidades de seguridad seleccionadas se adaptan a los objetivos de protección y que con ello obtendremos un valor aceptable.

Cuando la seguridad contra incendio sea insuficiente, habrá que realizar una nueva hipótesis en la que será conveniente respetar todas las medidas normales de protección, mejorando la concepción estructural del edificio y previendo medidas especiales que sean adecuadas, como la cercanía y disponibilidad de bomberos, las instalaciones de detección y extinción o las de evacuación de calor y humos.

Hay que señalar como ventaja, que el método considera una gran cantidad de factores y de medios de protección y como inconveniente, que está eminentemente orientado a evaluar el riesgo según los intereses de las compañías aseguradoras, por lo que aunque considera el factor de corrección del riesgo normal para las personas, no lo trata de forma tan específica como ocurre con otros métodos (Fuertes y Rubio, 2003).

Todo edificio está expuesto al peligro de incendio y el desarrollo de los incendios es a consecuencia de numerosos factores que influyen en los mismos y que pueden actuar dificultando la propagación o favoreciéndola y, por ello mismo, tener una influencia sobre los daños resultantes positiva o negativa. Según su efecto y en cuanto a la seguridad contra incendios del edificio, es posible hacer la distinción entre peligros potenciales y medidas de protección (Gretener, 1991).

Para la evaluación del riesgo de incendio, se aplican factores determinados a las magnitudes específicas cuya influencia es más importante. **Exposición al riesgo del edificio** que es: el 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.

**Riesgo de incendio efectivo:** se obtiene multiplicando la exposición al riesgo del incendio por un valor que representa la evaluación del grado de probabilidad de incendio.

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

El método evalúa las medidas de protección inherentes al contenido así como las relacionadas con el edificio.

### 2.3.1 PELIGROS INHERENTES AL CONTENIDO

Estas son:

*a) Carga de incendio mobiliaria  $Q_m$  (factor  $q$ )*

La carga de incendio mobiliaria ( **$Q_m$** ) 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 (unidad: MJ/m<sup>2</sup>).

El “factor de carga calorífica” ( **$q$** ) se calcula con la cantidad de calor por unidad de superficie desprendida por la combustión completa de los materiales combustibles que se encuentren en el lugar considerado; por un lado la carga inmobiliaria del edificio (representado por  **$Q_i$** ) y por otro la carga mobiliaria de los materiales y mercancías combustibles que se encuentran en el interior del edificio (representado por  **$Q_m$** ) (Gretener, 1991).

*b) Combustibilidad – grado de peligro ( $Fe$ ): (factor  $c$ )*

Este término cuantifica la inflamabilidad y la velocidad de combustión en las materias combustibles.

*c) Peligro de humos ( $F_u$ ): (factor  $r$ )*

Este término se refiere a las materias que arden desarrollando un humo particularmente intenso.

*d) Peligro de corrosión o de toxicidad (Co): (factor k)*

Este término hace referencia a las materias que producen al arder cantidades importantes de gases corrosivos o tóxicos.

Ver anexo 2 donde se encuentra la tabla de referencia para estos valores, de acuerdo al tipo de actividad.

**2.3.2 PELIGROS INHERENTES AL EDIFICIO**, los cuales son:

*a) Carga térmica inmobiliaria (Qi): (factor i)*

Este término permite tener en cuenta la parte combustible contenida en los diferentes elementos de la construcción (estructura, techos, suelos y fachadas) y su influencia en la propagación previsible del incendio (Gretnener, 1991).

*b) Nivel de la planta, respecto a la altura útil de edificio (E): (factor e)*

En el caso de inmuebles de varios pisos, este término cuantifica, en función de la situación de las plantas, las dificultades presumibles que tienen las personas que ocupan el establecimiento para evacuarlo, así como la complicación de la intervención de bomberos.

En caso de edificios de una única planta, este término cuantifica, 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 (Ver Tabla #2).

Toma en cuenta el hecho de que la carga de incendio presente en el local influirá en la evolución del incendio (Gretnener, 1991).

EDIFICIOS DE VARIAS PLANTAS		
PLANTA	Cota de la planta, respecto a la rasante (E)	e
11 y superiores	$\leq 34$ m	2.00
8, 9 y 10	$\leq 25$ m	1.90
7	$\leq 22$ m	1.85
6	$\leq 22$ m	1.80
5	$\leq 16$ m	1.75
4	$\leq 13$ m	1.65
3	$\leq 10$ m	1.50
2	$\leq 7$ m	1.30
1	$\leq 4$ m	1.00
Planta baja		1.00

Tabla 2. Valores de referencia según el número de plantas del edificio.  
Fuente: Gretener, 1991.

Esta tabla es utilizada para obtener el valor del factor e, de acuerdo al número de plantas que tenga el edificio se traza una línea horizontal para obtener el valor.

*c) Dimensión de la superficie del compartimento: (factor g)*

Este término cuantifica la probabilidad de propagación horizontal de un incendio.

Cuanto más importantes son las dimensiones de un compartimento cortafuego (Altura/Base) más desfavorables son las condiciones de lucha contra el fuego.

La relación longitud / anchura de los compartimentos cortafuegos de grandes dimensiones, influencia las posibilidades de acceso de los bomberos (Gretener, 1991) (Ver Tabla # 3).

1:b RELACIÓN LONGITUD/ANCHURA DEL COMPARTIMIENTO CORTA-FUEGO								FACTOR DIMENSIONAL g
8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	
800	770	730	680	630	580	500	400	0.4
1'200	1'150	1'090	1'030	950	870	760	600	0.5
1'600	1'530	1'450	1'370	1'270	1'150	1'010	800	0.6
2'000	1'900	1'800	1'700	1'600	1'450	1'250	1'000	0.8
2'400	2'300	2'200	2'050	1'900	1'750	1'500	1'200	1.0
4'000	3'800	3'600	3'400	3'200	2'900	2'500	2'000	1.2
6'000	5'700	5'500	5'100	4'800	4'300	3'800	3'000	1.4
8'000	7'700	7'300	6'800	6'300	5'800	5'000	4'000	1.6
10'000	9'600	9'100	8'500	7'900	7'200	6'300	5'000	1.8
12'000	11'500	10'900	10'300	9'500	8'700	7'600	6'000	2.0
14'000	13'400	12'700	12'000	11'100	10'100	8'800	7'000	2.2
16'000	15'300	14'500	13'700	12'700	11'500	10'100	8'000	2.4
18'000	17'200	16'400	15'400	14'300	13'000	11'300	9'000	2.6
20'000	19'100	18'200	17'100	15'900	14'400	12'600	10'000	2.8
22'000	21'000	20'000	18'800	17'500	15'900	13'900	11'000	3.0
24'000	23'000	21'800	20'500	19'000	17'300	15'100	12'000	3.2
26'000	24'900	23'600	22'200	20'600	18'700	16'400	13'000	3.4
28'000	26'800	25'400	23'900	22'200	20'200	17'600	14'000	3.6
32'000	30'600	29'100	27'400	25'400	23'100	20'200	16'000	3.8
36'000	34'400	32'700	30'800	28'600	26'000	22'700	18'000	4.0
40'000	38'300	36'300	35'300	31'700	28'800	25'200	20'000	4.2
44'000	42'100	40'000	37'600	34'900	31'700	27'700	22'000	4.4
52'000	49'800	47'200	44'500	41'300	37'500	32'800	26'000	4.6
60'000	57'400	54'500	51'300	47'600	43'300	37'800	30'000	4.8
68'000	65'000	61'800	58'100	54'000	49'000	42'800	34'000	5.0

Tabla 3. Cálculo de la dimensión del compartimento  
Fuente: Gretener, 1991.

Con ésta tabla se obtiene el valor para el factor g, donde en primer lugar se debe obtener la relación longitud - anchura dividiendo la longitud sobre la anchura y se localiza el valor en primer línea de la tabla (1:1, 2:1, etc.), después se debe localizar el valor de la superficie total aproximado de construcción trazando una línea vertical una vez que se tiene se traza una línea horizontal hacia la derecha para obtener el valor final de g. Por ejemplo: se tiene una construcción donde la longitud es de 38 y la anchura de 13, al hacer la división se obtiene: 2.92 este se redondea a 3, por lo tanto la relación quedaría 3:1. La superficie total es de 4,446 m<sup>2</sup>, al buscar este valor en la tabla el valor más cercano es 4300, por lo que se asciende a la cifra inmediata superior que es 5800, trazando la línea imaginaria horizontal hacia la derecha se obtiene g = 1.4

### 2.3.3 MEDIDAS DE PROTECCIÓN ADOPTADAS

a) Medidas normales N; (factores n1,...n5)

$$N = n1 \cdot n2 \cdot n3 \cdot n4 \cdot n5$$

Las deficiencias existentes en cuanto a las medidas generales de protección se evalúan por medio de los factores n1 a n5 (Ver tabla #4).

Estos factores son los siguientes:

- n1 extintores portátiles.
- n2 hidrantes interiores (bocas de incendio equipadas) (BIE).
- n3 fiabilidad de las fuentes de agua para extinción.
- n4 longitud de los conductos para transporte de agua (distancias a los hidrantes - exteriores).
- n5 personal instruido en materia de extinción de incendios.

MEDIDAS NORMALES				n			
n1	10	Extintores portátiles, según RT2-EXT :		1,00			
	11	Suficientes					
	12	Insuficientes o inexistentes					
n2	20	Hidrantes interiores (BIE), según RT2-BIE :		1,00			
	21	Suficientes					
	22	Insuficientes o inexistentes					
n3	30	Fiabilidad de la aportación de agua :***	Reserva de agua :**				
		Condiciones mínimas de caudal :*					
		Riesgo alto / más de 3.600 l/min.			min. 480 m <sup>3</sup>		
		Riesgo medio / más de 1.800 l/min.			min. 240 m <sup>3</sup>		
		Riesgo bajo / más de 900 l/min.			min. 120 m <sup>3</sup>		
	31	Depósito elevado con reserva de agua para extinción o bombeo de aguas subterráneas, independiente de la red eléctrica, con depósito		Presión - hidrante			
				0,70	0,85	1,00	
				menos de 2 bar		más de 2 bar	más de 4 bar
				0,65	0,75	0,90	
				0,60	0,70	0,85	
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, sin reserva		0,60	0,70	0,85		
34	Bomba de capa subterránea dependiente de la red, sin reserva		0,50	0,60	0,70		
35	Aguas naturales con sistema de impulsión		0,50	0,55	0,60		
n4	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		
n5	50	Personal instruido :					
	51	Disponible 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/min. de menor.  
 \*\* Cuando la reserva sea menor, es necesario reducir los factores 31 a 34 en 0,05 por cada 60 m<sup>3</sup> de menor.  
 \*\*\* Este apartado deberá adaptarse en un futuro a los criterios contenidos en las Reglas Técnicas RT2-CHE RT2-ABA, más acordes con la realidad en España.

Tabla 4. Cálculo de las medidas normales de protección adoptadas.

Fuente: Gretener, 1991.

Esta tabla sirve para obtener los valores de n1 a n5 de acuerdo a la existencia o no de las medidas de protección contra incendios así como sus características. Por ejemplo para la medida n1 referente a extintores en caso de que éstos sean insuficientes o inexistentes el valor sería de 0.9 y así para cada variable. Hay algunas variables es las cuales no se contempla la inexistencia de los sistemas, para este caso el valor asignado será de 0.25 para esta y todas las tablas.

b) *Medidas especiales S: (factores s1,... s6)*

$$S = s1 \cdot s2 \cdot s3 \cdot s4 \cdot s5 \cdot s6.$$

Los factores s1 a s6 permiten evaluar todas las medidas complementarias de protección establecidas con vistas a la detección y lucha contra el fuego, a saber (Ver Tabla # 5):

- s1 detección del fuego.
- s2 transmisión de la alarma.
- s3 disponibilidad de bomberos (cuerpos oficiales de bomberos y bomberos de empresa).
- s4 tiempo para la intervención de los cuerpos de bomberos oficiales.
- s5 instalaciones de extinción.
- s6 instalaciones de evacuación de calor y de humo.

MEDIDAS ESPECIALES							S
S <sub>1</sub>	10	Detección del fuego					
	11	Vigilancia: al menos 2 rondas durante la noche, y los días festivos ronda cada 2 horas					1,05
	12	Inst detección: automática (según RT3-DET)					1,10
	13	Inst rociadores: automática (según RT1-ROC)					1,45
S <sub>2</sub>	20	Transmisión de la alarma al puesto de alarmas 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 al 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 a TUS)-					1,20
S <sub>3</sub>	30	Cuerpos de Bomberos oficiales (SP) y de empresa (SPE)					
		Oficiales SP	SPE Nivel 1	SPE Nivel 2	SPE Nivel 3	SPE Nivel 4	sin SP
	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+TF	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
S <sub>4</sub>	40	Escalones de intervención de los cuerpos locales de bomberos.					
		Escalón	Inst	SPE	SPE	SPE	
		Tiempo/distancia	cf.1 sprinkler cl.2	Nivel 1 + 2	Nivel 3	Nivel 4	sin SP
	40	E <sub>1</sub> < 15 min < 5 km.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
42	E <sub>2</sub> < 30 min < 5 km	1,00	0,95	0,90	0,95	1,00	0,80
43	E <sub>3</sub> < 30 min	0,95	0,90	0,75	0,90	0,95	0,60
S <sub>5</sub>	50	Instalaciones de extinción					
	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 <sub>6</sub>	60	Instalaciones de evacuación de humos (ECF) (automática o manual)				1,20

Tabla 5. Cálculo de las medidas especiales de protección adoptadas

Fuente: Gretener, 1991.

En esta tabla se obtienen los valores de las medidas especiales como son detección del fuego, transmisión de la alarma, contacto directo con estación de bomberos, tiempo de intervención de los bomberos, presencia de rociadores e instalaciones de evacuación de humos. Teniendo como ejemplo que si la detección del fuego se hace por medio de vigilancia el valor es de 1.05, si la transmisión de la alarma es automática al puesto de vigilancia el valor asignado es 1.10, si la conexión con los bomberos no fuera simultánea y el incendio se encontrara en un tercer piso el valor sería de 1.40, para el tiempo de respuesta suponiendo que la distancia fuera menor de 5 Km. y se encontrara en un tercer piso el valor sería de 1.00. Si el edificio cuenta con rociadores de abastecimiento sencillo el valor es 1.70, finalmente si se cuenta con sistemas de extracción de humos el valor asignado será de 1.20.

c) *Medidas de protección inherentes a la construcción F* (factores =  $f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4$ )

La medida de protección contra incendios más eficaz, consiste en una concepción bien estudiada del inmueble, desde el punto de vista de la técnica de protección contra incendios.

El peligro de propagación de un incendio puede, en gran medida, limitarse considerablemente gracias a la elección juiciosa de los materiales, así como a la implantación de las medidas constructivas apropiadas (creación de células cortafuegos) (Gretener, 1991).

Las medidas constructivas más importantes se evalúan por medio de los factores  $f_1$  a  $f_4$ . El factor global  $F$ , producto de los factores “ $f$ ”, representa la resistencia al fuego, propiamente dicha, del inmueble (Ver Tabla # 6).

- $f_1$  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 teniendo en cuenta las comunicaciones verticales.
- $f_4$  Dimensión de las células cortafuegos, teniendo en cuenta las superficies vidriadas utilizadas como dispositivo de evacuación del calor y del humo.

MEDIDAS INHERENTES A LA CONSTRUCCIÓN											
F		F = f <sub>1</sub> . f <sub>2</sub> . f <sub>3</sub> . f <sub>4</sub>				f					
f <sub>1</sub>	11	Estructura portante (elementos portantes: paredes, dinteles, pilares)				1,30					
	12	F90 y más				1,20					
	13	<F30				1,00					
f <sub>2</sub>	21	Fachadas				1,15					
	22	Altura de las ventanas < 2/3 de la altura de la planta				1,10					
	23	<F30				1,00					
f <sub>3</sub>	31	Suelos y Techos ** Separación horizontal entre niveles	Número de piso	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 / F60	< 2	1,05	1,00	1,00					
> 2			1,10	1,05	1,00						
f <sub>4</sub>	41	Superficie de células Cortafuegos provistas de tabiques F30 puertas cortafuego T30. Relación de las superficies AF/AZ.		< 10 %	< 10 %	< 5 %					
							42	2	1,40	1,30	1,20
							43	AZ < 50 m <sup>2</sup>	1,30	1,20	1,10
							43	AZ < 100 m <sup>2</sup>	1,20	1,10	1,00
	43	AZ < 200 m <sup>2</sup>									

Tabla 6. Cálculo de medidas inherentes a la construcción.

Fuente: Gretener, 1991.

En esta tabla se obtienen los valores de los factores inherentes a la construcción. En primer lugar se evalúa la estructura portante (f<sub>1</sub>) para la cual se tienen 3 condiciones <F30: escasa resistencia al fuego, F30/60: resistencia variable al fuego y F90 y más: resistencia definida al fuego. Para las fachadas (f<sub>2</sub>) se toma en cuenta el porcentaje de superficie vidriada para la asignación de F, la correlación queda de la siguiente forma: para <F30 la superficie vidriada es mayor al 50%, para F30/60 el porcentaje es de 30 a 50%, para F90 y más la superficie vidriada es menor al 30%. Una vez establecidos estos criterios, determinamos el valor para la separación entre niveles (f<sub>3</sub>) y se localiza el número de piso de la edificación que puede ser <2 o >2 y de acuerdo al tipo de construcción (Z ó V) se asigna el valor (para determinar el tipo de construcción se debe consultar el anexo 7). Finalmente se determina en m<sup>2</sup> la superficie de las células cortafuego y de acuerdo al tipo de construcción el porcentaje asignado q puede ser <10% o <5%.

**Peligro de activación A:**

El factor A representa una aproximación del peligro de activación o probabilidad de ocurrencia de un incendio.

El peligro de activación cuantifica la probabilidad de que un incendio se pueda producir. En la práctica, se define por la evaluación de las posibles fuentes de iniciación cuya energía calorífica o de ignición puede permitir que comience un proceso de combustión (Gretener, 1991).

El peligro de activación depende, por una parte, 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.
- Química.

Por otra parte, depende 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, etc.

### **Riesgo de incendio aceptado**

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

El método recomienda fijar el valor límite admisible (riesgo de incendio aceptado), partiendo de un riesgo normal corregido por medio de un factor que tenga en cuenta el mayor o menor peligro para las personas (MAPFRE, 1997).

### **Seguridad contra el incendio**

El cociente de la seguridad contra incendios, resulta de la comparación del riesgo aceptado con el riesgo normal.

La seguridad contra incendios es suficiente si las medidas de seguridad elegidas desempeñan las condiciones de los objetivos de protección y, simultáneamente la seguridad contra incendios es insuficiente si: el resultado final es mayor o igual a 1, en cuyo caso, para la elaboración de un nuevo concepto de protección contra incendios, convendrá proceder según la lista siguiente de prioridades:

1. Respetar todas las medidas normales
2. Mejorar la construcción con objeto de que resulte un tipo de construcción más favorable.
3. Preveer las medidas especiales adecuadas.

La prueba de suficiencia de la seguridad contra incendios deberá ser revisada según los nuevos conceptos de protección contra incendios (Gretener, 1991).

Todo esto se realiza mediante cálculos matemáticos que al final, nos dan un valor que representa la seguridad contra incendios  $\gamma$ , donde dicho valor debe ser mayor a 1 ya que de no ser así, dicha seguridad sería insuficiente.

## 2.4 MARCO LEGAL

### 2.4.1 LEGISLACIÓN INTERNACIONAL.

Dentro de las Normas y Convenios Internacionales se encuentran los de *National Fire Protection Association (NFPA)*.

#### 2.4.1.1 NORMA NFPA 10 EXTINTORES PORTATILES CONTRA INCENDIOS 2007

Esta normatividad es aplicable en Estados Unidos, sin embargo es la base para las Normas que rigen en otros países. En el caso de México, las Normas vigentes están apegadas a estos criterios. A continuación, se mencionan las fracciones que son aplicables a este trabajo.

#### **Artículo 1.4. Clasificación de los Riesgos.**

**Fracción 1.4.1. Riesgo Leve (bajo).** Lugares donde el total de material combustible de clase A, son: muebles, decoración y contenidos, es de menor cantidad.

Estos pueden ser edificios o cuartos ocupados como oficinas, salones de clase, Iglesias, salones de asambleas, etc. Están incluidas también pequeñas cantidades de inflamables de la clase B utilizado para máquinas copiadoras, departamentos de arte., etc., siempre que se mantengan en envases sellados y estén almacenados.

**Fracción 1.4.2. Riesgo Ordinario (moderado).** Lugares donde la cantidad total de combustible de clase A e inflamables de clase B están presentes en una proporción mayor que la esperada en lugares con riesgo leve (bajo). Estas localidades podrían consistir en comedores, tiendas de mercancía y el almacenamiento correspondiente, manufactura ligera, operaciones de investigación, salones de exhibición de autos, estacionamientos, taller o mantenimiento de áreas de servicio de lugares de riesgo menor.

**Fracción 1.4.3. Riesgos Extra (alto).** Lugares donde la cantidad total de combustible de clase A e inflamables de clase B están presentes, en almacenamiento, en producción y/o como productos terminados, en cantidades sobre y por encima de aquellos esperados y clasificados como riesgos ordinarios (moderados). Estos podrían consistir en talleres de carpintería, reparación de vehículos, reparación de aviones y buques, salones de exhibición de productos individuales, centro de convenciones, exhibiciones de productos, depósitos y procesos de fabricación tales como: pintura, inmersión, revestimiento, incluyendo manipulación de líquidos inflamables.

#### **Artículo 1.5. Requisitos Generales.**

**Fracción 1.5.1.** La clasificación de extintores consistirá en una LETRA que indica la clase de incendio, para lo cuál un extintor ha sido encontrado efectivo, precedido de un

número de clasificación (de clase A y B solamente) que indica la efectividad relativa de extinción.

**Fracción 1.5.2.** Los extintores portátiles deben ser totalmente cargados y en condiciones operables y ubicadas en todo momento, en sus lugares designados aún cuando no estén siendo utilizados.

**Fracción 1.5.3.** Los extintores deben estar localizados donde sean accesibles y disponibles inmediatamente en el momento del incendio. Deben estar ubicados preferentemente a lo largo de las trayectorias normales de tránsito incluyendo la salida del área.

**Fracción 1.5.4.** Los siguientes tipos de extintores son considerados obsoletos y deben sacarse de servicio:

**Fracción 1.5.4.1.** Tipo soda-ácido

**Fracción 1.5.4.2.** Espuma química (excepto las mezclas de espumas con agua (AFFF)).

**Fracción 1.5.4.3.** Líquido vaporizante (Ej.: tetracloruro de carbono).

**Fracción 1.5.4.4.** De agua operados por cartucho o cápsula.

**Fracción 1.5.4.5.** Agua con anticongelante operado por cartucho o cápsula.

**Fracción 1.5.4.6.** De cobre o bronce (se excluyen los de bomba manual) formados con remaches o soldadura blanda

**Fracción 1.5.4.7.** Extintores con corneta metálica.

**Fracción 1.5.4.8.** Tipo AFFF. Carga sólida (cartuchos de papel).

**Fracción 1.5.5.** Los gabinetes de los extintores no deben estar cerrados con llave, excepto cuando puedan ser objeto de uso malintencionado, entonces pueden usarse gabinetes asegurados, proporcionando medios de acceso a la salida de emergencia.

**Fracción 1.5.6.** Los extintores no deben obstruirse u ocultarse a la vista. En habitaciones grandes y en ciertos lugares donde no puede evitarse completamente la obstrucción visual, se deberán proporcionar los medios para señalar la localización.

**Fracción 1.5.7.** Los extintores deben estar sobre los ganchos, o en los sujetadores suministrados, montados en gabinetes, o colocados en estantes a menos que sean extintores con ruedas.

**Fracción 1.5.8.** Los extintores colocados en sitios donde estén sujetos a daños físicos. (Ej.: de impactos, vibración, ambiente) deben estar protegidos adecuadamente.

**Fracción 1.5.9.** Los extintores con un peso bruto no superior a 40 libras (18.14 Kg) deben estar instalados de forma tal que su parte superior no esté a más de 5 pies (1.53m) por encima del piso. Los extintores con un peso bruto superior a 40 libras (18.14 Kg) (excepto aquellos con ruedas) deben estar instalados de tal forma que su parte superior no esté a más de 31/2 pies (1.07m) por encima del piso. En ningún caso, el espacio libre entre la parte inferior del extintor y el piso debe ser menor a 4 pulgadas (102mm).

**Fracción 1.5.10.** Las instrucciones de operación del extintor deben estar localizadas en el frente del extintor y deben ser claramente visibles. Las etiquetas del sistema de identificación de materiales peligrosos (SIMP), de mantenimiento cada seis años de la prueba hidrostática y otras etiquetas no deben estar localizadas en el frente del extintor.

**Fracción 1.5.11.** Los extintores de incendio no deben exponerse a temperaturas por fuera del rango de la temperatura mostrada en la etiqueta del extintor.

**Artículo 1.6. Identificación del Contenido.** El extintor debe tener fijado en forma de etiqueta, rótulo, tarjeta o alguna marca similar la siguiente información:

**Fracción 1.6.1.** Nombre del contenido tal como aparece en la Hoja de Sistema de Información de Material Peligroso (HSIMP) del fabricante.

**Fracción 1.6.2.** Una lista de identificación de materiales peligrosos de acuerdo a la Asociación Nacional de Pinturas y Revestimientos.

**Fracción 1.6.3.** Información sobre lo que es peligroso en el agente de acuerdo a la Hoja de Información de Seguridad del Material (HISM).

**Fracción 1.6.4.** El nombre del fabricante, dirección postal y número telefónico.

**Artículo 1.7. Unidades.** Las unidades métricas de medida en este manual están de acuerdo con el sistema métrico modernizado conocido como Sistema Internacional (SI). Una medida foránea (el litro) pero conocida por SI, es comúnmente usada en la protección internacional de incendios (Ver tabla 7).

UNIDAD	SIMBOLO	FACTOR DE CONVERSIÓN
Litro	L	1 gal = 3,785 L
Centímetro	Cm	1 pulg = 2,54 cm
Metro	m	1 pie = 0,3048 m
Kilogramo	Kg	1 libra = 0,454 Kg
Grado Centigrado	°C	$5/9(^{\circ}\text{F}.32) = ^{\circ}\text{C}$
Bar	bar	1 psi = 0.0689 bar

Tabla 7. Unidades del Sistema Internacional

Fuente: NFPA 10, 2007

### Artículo 3.2. Selección de Riesgos.

**Fracción 3.2.1.** Los extintores podrán ser seleccionados de acuerdo con las clases de riesgo a proteger de acuerdo a las subdivisiones de 3.2.1.1 3.2.1.5.

**Fracción 3.2.1.1.** Los extintores para protección de riesgo de Clase A deberán escogerse entre los específicamente listados y etiquetados para uso en clase A.

**Fracción 3.2.1.2.** Los extintores para protección de riesgos de Clase B deberán seleccionarse de los específicamente listados y etiquetados para uso en riesgos en Clase C.

**Fracción 3.2.1.3.** Los extintores para protección de riesgos de Clase C deben seleccionarse de los tipos específicamente listados y con sello para uso en riesgos de Clase C.

**Fracción 3.2.1.4.** Los extintores y agentes extintores para la protección de riesgos de Clase D serán aquellos aprobados para utilizar en presencia del metal combustible específico.

**Fracción 3.2.1.5.** Extintores de incendio y agentes extintores para protección de riesgos de Clase K deben seleccionarse de un tipo químico húmedo o químico seco.

### **Artículo 3.3. Aplicación a riesgos específicos.**

**Fracción 3.3.1. Extintores para Fuegos Clase B en Incendios en Líquidos Inflamables Bajo Presión.** Los fuegos de este tipo se consideran un riesgo especial. Extintores para fuegos Clase B cuyo contenido sea distinto a polvo químico son relativamente no efectivos para este tipo de riesgo debido a las características del agente y del chorro.

**Precaución.** No es aconsejable intentar apagar estos fuegos a menos que se tenga una razonable seguridad de que la fuente de combustible puede ser cerrada rápidamente.

**Fracción 3.3.2. Extintores Clase K en Aceites de Cocina.** Extintores para la protección de incendios en utensilios de cocina que usan medios combustibles de cocina (aceites vegetales, animales y grasas).

**Fracción 3.3.3. Fuegos Tridimensionales Clase B.** Comprende materiales clase B en movimiento como líquidos inflamables que se vierten, fluyen y gotean, generalmente incluye superficies verticales tanto como una o más superficies horizontales. Los fuegos de esta naturaleza se consideran de riesgo especial.

**Fracción 3.3.4. Fuegos en Líquidos Inflamables Solubles en Agua (Solventes Polares).**

Los extintores de incendio tipo AFFF y FFFP, no deben usarse para la protección de líquidos inflamables solubles en agua tales como alcoholes, acetonas, éteres, cetonas, etc., a menos que estén específicamente mencionados en el rótulo del extintor.

**Fracción 3.3.5. Fuegos en Equipos Electrónicos.** Los extintores para la protección de equipo electrónico delicado deben seleccionarse entre tipos específicamente listados o etiquetados para clase C.

### **Artículo 4 Distribución de Extintores.**

**Fracción 4.1.** Los extintores deben ser suministrados para proteger tanto los riesgos para la estructura del edificio como para los ocupantes contenidos en él.

**Fracción 4.1.1.** La protección requerida para el edificio debe ser suministrada por extintores apropiados para fuegos Clase A (Ver tabla 8).

**Fracción 4.1.2.** Los riesgos de la ocupación específica deben protegerse por extintores apropiados para fuegos Clase A, B, C, D o K que puedan estar presentes (Ver tabla 9).

**Fracción 4.1.3.** Construcciones con riesgo de su ocupación sujeto a fuegos Clase B, Clase C o ambos deben tener un complemento normal de extintores para Clase A para la protección del edificio, más extintores adicionales Clase B y/o Clase C.

**Fracción 4.2.** Generalmente, se clasifican los cuartos o áreas como de riesgo leve (bajo), riesgo ordinario (moderado), o riesgo extra (alto). Las áreas limitadas de mayor a menor riesgo deben ser protegidas como se requiera.

	Ocupación Riesgo Leve (bajo)	Ocupación Riesgo Ordinario (moderado)	Ocupación Riesgo Extra (alto)
Clasificación mínima Extintor individual	2A	2A	2A
Área máxima por unidad de A	3.000 pies 280m	1.500 pies 140m	1.000 pies 93m
Área máxima cubierta por extintor	11.250 pies 1.045m	11.250 pies 1.045m	11.250 pies 1.045m
Distancia máxima a recorrer hasta el extintor.	75 pies 22.7m	75 pies 22.7m	75 pies 22.7m

Tabla 8. Tamaño y localización de extintores para Clase A.  
Fuente: NFPA 10, 2007

	Clasificación Básica Mínima del Extintor	Distancia Máxima a Recorrer Hasta el Extintor	
		(pies)	(m)
Leve (bajo)	5B	30	9.15
	10B	50	15.25
Ordinario (moderado)	10B	30	9.15
	20B	50	15.25
Extra (alto)	40B	30	9.15
	80B	50	15.25

Tabla 9. Tamaño y localización de extintores para riesgos clase B.  
Fuente: NFPA 10, 2007.

**2.4.1.2 NOTA TÉCNICA DE PREVENCIÓN (NTP) 599 EVALUACION DEL RIESGO DE INCENDIO. CRITERIOS.**

Para efectos de este trabajo de tesis se citan únicamente, las fracciones que son aplicables.

Esta Norma es vigente en España a través del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, la cual da los lineamientos de los requisitos mínimos para realizar la

evaluación en cualquier centro de trabajo. Se basa en un Check List básico que a continuación se describe (Ver tablas 10 A 13).

**Factores de inicio**

1. Existen combustibles sólidos (papel, madera, plásticos,...), que por su estado o forma de presentación pueden prender fácilmente
2. Existen combustibles sólidos próximos a posibles focos de ignición (estufas, hornos,...) o depositados sobre los mismos (polvo o virutas sobre motores, cuadros eléctricos, ...)
3. Se utilizan productos inflamables (temperatura de inflamación inferior a 55° C)
4. El almacenamiento de productos inflamables se realiza en el área de trabajo en cantidades significativas (más allá de las necesidades diarias)
5. Los productos inflamables están contenidos en recipientes abiertos o sin tapar
6. Se carece de recipientes de seguridad para guardar estos productos
7. En el área de trabajo no existen armarios protegidos para almacenar esos productos
8. En la utilización de esos productos no está garantizada una ventilación eficaz
9. No se llevan a cabo revisiones o mantenimiento periódico de las instalaciones de uso o almacenamiento de tales productos
10. Los productos inflamables no están en su totalidad identificados y correctamente señalizados, o se pierden tales datos cuando se trasvasan de su recipiente original a otro recipiente para su uso
11. No existe un plan de control y eliminación de residuos de productos combustibles e inflamables
12. El local ofrece un aspecto notorio de desorden y falta de limpieza
13. La instalación eléctrica en zonas clasificadas con riesgo de incendio no se ajusta a la MI BT 026 del REBT (ITC-BT-29 del RD 842/2002)
14. Se fuma en la sección
15. Existen otros focos de ignición no controlados (hornos, estufas, fricciones mecánicas,...)
16. Las zonas en que se utilizan o almacenan combustibles o productos inflamables no están aisladas de zonas donde se realizan operaciones peligrosas (soldadura, oxicorte, desbarbado, etc.)
17. Se carece de permisos de trabajos para la realización de dichas operaciones peligrosas en zonas donde pueda haber sustancias combustibles e inflamables
18. Se carece de procedimientos de trabajo para la correcta realización de operaciones peligrosas
19. Se aprecian otras deficiencias (indicar)
20. No se aprecian deficiencias

**Tabla 10. Factores de inicio de un incendio**  
Fuente: NTP 599, 2001

**Factores de propagación**

1. $Q_p \leq 200 \text{ Mcal/m}^2$
2. $200 < Q_p \leq 800 \text{ Mcal/m}^2$
3. $Q_p > 800 \text{ Mcal/m}^2$
4. La estabilidad al fuego exigida a los elementos estructurales portantes es inadecuada
<b>Un incendio en la dependencia se propagaría fácilmente al resto de la planta o edificio por:</b>
5. Las zonas peligrosas con alto riesgo de incendio no constituyen sector de incendios
6. Los paramentos divisorios (paredes, tabiques,...) no cumplen con las exigencias de RF
7. Las aberturas horizontales (puertas, ventanas,...) no cumplen con las exigencias de RF
8. Los falsos techos no están sectorizados
9. Los conductos de climatización carecen de seccionadores automáticos
10. Los conductos para instalaciones no están sellados a la altura de los forjados
11. Los huecos de ascensor, montacargas o escaleras no están sectorizados
12. Existen otras vías de propagación (detallar)
13. Se carece de sistemas de control para la eliminación de humos y calor
14. No se aprecian deficiencias

**Tabla 11. Factores de propagación de un incendio**  
Fuente: NTP 599, 2001

**Evacuación**

1. El número, dimensiones y ubicación de las vías de evacuación no se ajustan a lo especificado en la normativa aplicable
2. Se carece de señalización de las vías de evacuación o la misma no garantiza la continuidad de información hasta alcanzar el exterior o una zona segura
3. Se carece de alumbrado de emergencia o el que existe no garantiza la continuidad de iluminación hasta alcanzar el exterior o una zona segura
4. Las vías de evacuación no son inmunes al fuego y humos
5. Se carece de un plan de evacuación escrito
6. En caso de existir, no todo el personal del centro lo conoce y/o no se realizan simulacros periódicos para práctica y perfeccionamiento del mismo
7. Se carece de instalación de alarma o de megafonía para la comunicación de emergencias
8. Se aprecian otras deficiencias (detallar)
9. No se aprecian deficiencias

**Tabla 12. Sistemas de evacuación en caso de incendio.**  
Fuente: NTP 599, 2001

**Medios de lucha contra incendios**

1. En la dependencia no está garantizada la rápida detección de un incendio, sea con medios humanos o mediante sistema de detección automática
2. Se precisa y no se dispone de pulsadores manuales de alarma de incendio
3. No existe sistema de comunicación de alarma o no garantiza su rápida y fiable transmisión
4. Se precisa y no se dispone de bocas de incendio equipadas o las mismas no cubren toda la superficie de la dependencia
5. No se dispone de suficientes extintores portátiles de sustancia extintora adecuada al tipo de fuego esperado
6. Los extintores anteriores, aún existiendo, no se encuentran correctamente distribuidos, o no se revisan anualmente o no están retimbrados
7. Se precisan y no existen sistemas automáticos de extinción
8. Se precisan y no existen hidrantes exteriores
9. El suministro de agua de extinción no está asegurado
10. Las instalaciones de lucha contra incendios no son fácilmente localizables
11. Las instalaciones de protección contra incendios no están correctamente mantenidas
12. Se carece de Plan de Emergencia que organice y defina las actuaciones, (quien debe actuar, con que medios, que se debe hacer, qué no se debe hacer, como se debe hacer), frente a un incendio que pueda presentarse en la dependencia
13. No hay en la dependencia personal formado y adiestrado en el manejo de los medios de extinción (personal que realice periódicamente prácticas de fuego real de manejo de mangueras y/o extintores)
14. El edificio es poco accesible a los bomberos profesionales u otras ayudas externas
15. Se aprecian otras deficiencias (detallar)
16. No se aprecian deficiencias

Tabla 13. Métodos de lucha contra incendios.

Fuente: NTP 599, 2001

En esta norma se hace referencia al uso del Método Gretener como herramienta para evaluar el riesgo.

**2.4.1.3 NOTA TÉCNICA DE PREVENCIÓN (NTP) 600. REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES.**

Esta norma hace referencia a “establecimientos industriales” sin embargo para efectos de esta investigación se utilizará como guía ya que aunque el objeto de estudio es una Escuela podemos aplicarla al considerarla un centro de trabajo.

Establece los requisitos de construcción, así como los de las instalaciones de protección contra incendios a través de la identificación de los factores de riesgo presentes en el centro de trabajo.

Lo primero que se debe hacer es caracterizar el establecimiento de acuerdo con la relación de seguridad contra incendios presente.

**Apéndice 1: Caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios**

Los establecimientos industriales se caracterizan por su configuración y ubicación con relación a su entorno, y por su nivel de riesgo intrínseco.

**Configuración y ubicación con relación a su entorno**

Los establecimientos industriales quedan clasificados en 5 configuraciones dependiendo de si están ubicados en un edificio o en espacios abiertos que no constituyen un edificio.

*Establecimientos industriales ubicados en un edificio.*

**Tipo A:** El establecimiento industrial ocupa parcialmente un edificio que tiene, además, otros establecimientos ya sean estos de uso industrial o de otros usos.

**Tipo B:** El edificio industrial ocupa totalmente un edificio que está adosado a otro/s ya sean de uso industrial o de otros usos.

**Tipo C:** El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de 3 m del edificio más próximo de otros establecimientos.

*Establecimientos industriales en espacios abiertos que no constituyen un edificio.*

**Tipo D:** El establecimiento industrial ocupa un espacio abierto, que puede tener cubierta más del 50% de la superficie.

**Tipo E:** El establecimiento industrial ocupa un espacio abierto que puede tener cubierta hasta el 50% de la superficie.

Cuando la caracterización de un establecimiento industrial no coincide exactamente con alguno de los tipos definidos, se considerará que pertenece al tipo con el que mejor se pueda equiparar o asimilar justificadamente (Ver figura # 10).

**Ejemplo de configuraciones tipo de los establecimientos industriales**

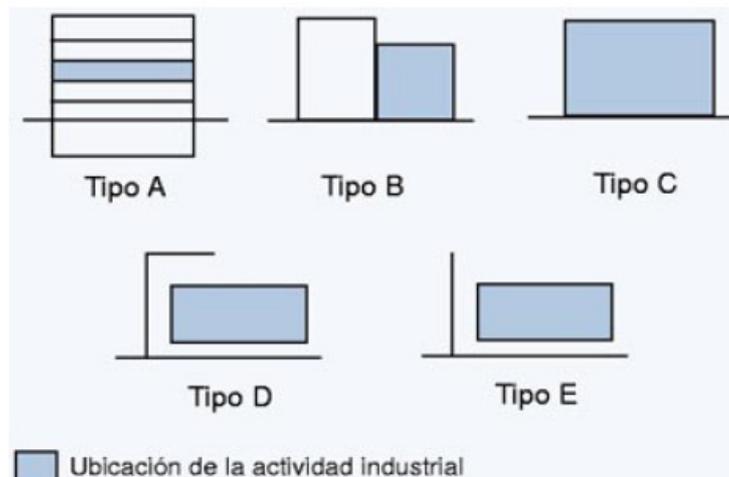


Figura 10. Tipos de establecimientos industriales  
Fuente: NTP 600, 2001

**2.4.1.4 NOTA TÉCNICA DE PREVENCIÓN (NTP) 42: BOCAS E HIDRANTES DE INCENDIO. CONDICIONES DE INSTALACIÓN.**

Norma los criterios sobre instalación y mantenimiento de estos sistemas de extinción de fuegos.

Hace referencia de las características que cada elemento de los cuales esta conformado un hidrante debe cumplir. Describe así las bocas, la red de tuberías, fuentes de abastecimiento de agua, mangueras y válvulas.

## **2.4.2 LEGISLACIÓN NACIONAL**

### **2.4.2.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS**

Ésta Legislación entre sus artículos menciona las obligaciones patronales en los centros de trabajo de aquí tomamos el siguiente artículo.

Artículo 132. Son obligaciones de los patrones:

I.- Cumplir las disposiciones de las normas de trabajo aplicables a sus empresas o establecimientos.

### **2.4.2.2 LEY FEDERAL DEL TRABAJO**

ARTÍCULO 13. Los patrones están obligados a adoptar, de acuerdo a la naturaleza de las actividades laborales y procesos industriales que se realicen en los centros de trabajo, las medidas de seguridad e higiene pertinentes de conformidad con lo dispuesto en este Reglamento y en las Normas aplicables, a fin de prevenir por una parte, accidentes en el uso de maquinaria, equipo, instrumentos y materiales, y por la otra, enfermedades por la exposición a los agentes químicos, físicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales, así como para contar con las instalaciones adecuadas para el desarrollo del trabajo.

ARTÍCULO 17. Son obligaciones de los patrones:

I. Cumplir con las disposiciones de este Reglamento, de las Normas que expidan las autoridades competentes, y con el reglamento interior de trabajo de las empresas en la materia de seguridad e higiene.

III. Efectuar estudios en materia de seguridad e higiene en el trabajo, para identificar las posibles causas de accidentes y enfermedades de trabajo y adoptar las medidas adecuadas para prevenirlos, conforme a lo dispuesto en las Normas aplicables, así como presentarlos a la Secretaría cuando ésta así lo solicite.

VI. Elaborar el programa de seguridad e higiene y los programas y manuales específicos a que se refiere el presente Reglamento, en los términos previstos en el artículo 130 del mismo y en las Normas aplicables.

XI. Instalar y mantener en condiciones de funcionamiento, dispositivos permanentes para los casos de emergencia y actividades peligrosas, que salvaguarden la vida y salud de los trabajadores, así como para proteger el centro de trabajo.

### **2.4.2.3 REGLAMENTO FEDERAL DE SEGURIDAD, HIGIENE Y MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO**

ARTÍCULO 26. En los centros de trabajo se deberá contar con medidas de prevención y protección, así como con sistemas y equipos para el combate de incendios, en función al tipo y grado de riesgo que entrañe la naturaleza de la actividad, de acuerdo con las normas respectivas.

ARTÍCULO 27. Los centros de trabajo en donde se realicen procesos, operaciones y actividades que impliquen un riesgo de incendio o explosión, como consecuencia de las materias primas, subproductos, productos, mercancías y desechos que se manejen, deberán estar diseñados, contruidos y controlados de acuerdo al tipo y grado de riesgo, de conformidad con las Normas aplicables.

ARTÍCULO 28. Para la prevención, protección y combate de incendios, el patrón está obligado a:

I. Elaborar un estudio para determinar el grado de riesgo de incendio o explosión, de acuerdo a las materias primas, compuestos o mezclas, subproductos, productos, mercancías, y desechos o residuos, así como las medidas preventivas y de combate pertinentes.

II. Elaborar el programa y los procedimientos de seguridad para el uso, manejo, transporte y almacenamiento de los materiales con riesgo de incendio.

III. Contar con sistemas para la detección y extinción de incendios, de acuerdo al tipo y grado de riesgo conforme a las Normas aplicables.

IV. Contar con señalización visual y audible, de acuerdo al estudio a que se refiere la fracción I del presente artículo, para dar a conocer acciones y condiciones de prevención, protección y casos de emergencia.

V. Organizar brigadas contra incendios en función al tipo y grado de riesgo del centro de trabajo para prevenirlos y combatirlos.

VI. Practicar cuando menos una vez al año simulacros de incendio en el centro de trabajo.

#### **2.4.2.4 REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL**

ARTÍCULO 109.- Las edificaciones deben contar con las instalaciones y los equipos necesarios para prevenir y combatir los incendios.

Los equipos y sistemas contra incendio deben mantenerse en condiciones de funcionar en cualquier momento, para lo cual deben ser revisados y probados periódicamente.

ARTÍCULO 110.- Las características que deben tener los elementos constructivos y arquitectónicos para resistir al fuego, así como los espacios y circulaciones previstos para el resguardo o el desalojo de personas en caso de siniestro y los dispositivos para prevenir y combatir incendios se establecen en las Normas.

#### **2.4.2.5 NOM-002-STPS-2010, CONDICIONES DE SEGURIDAD – PREVENCIÓN, PROTECCIÓN Y COMBATE DE INCENDIOS EN LOS CENTROS DE TRABAJO.**

ARTÍCULO 5.1 Mostrar a la autoridad del trabajo, cuando ésta así se lo solicite, los documentos que la presente Norma le obligue a elaborar o poseer.

ARTÍCULO 5.2 Informar a todos los trabajadores de los riesgos de incendio.

ARTÍCULO 5.3 Determinar el grado de riesgo de incendio, de acuerdo a lo establecido en el apéndice A y cumplir con los requisitos de seguridad correspondientes.

ARTÍCULO 5.4 Instalar equipos contra incendio, de acuerdo al grado de riesgo de incendio, a la clase de fuego que se pueda presentar en el centro de trabajo y a las cantidades de materiales en almacén y en proceso.

ARTÍCULO 5.5 Verificar que los extintores cuenten con su placa o etiqueta, colocada al frente que contenga, por lo menos, la siguiente información:

- a. Nombre, denominación o razón social del fabricante o prestador de servicios;
- b. Nomenclatura de funcionamiento, pictograma de la clase de fuego (A, B, C o D) y sus limitaciones;
- c. Fecha de la carga original o del último servicio de mantenimiento realizado, indicando al menos mes y año;
- d. Agente extinguidor;
- e. Capacidad nominal, en kg o l;
- f. En su caso, la contraseña oficial del organismo de certificación, acreditado y aprobado en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

ARTÍCULO 5.6 Verificar que los detectores y sistemas fijos contra incendio cuenten con una placa o etiqueta, la cual contenga, por lo menos, la siguiente información:

- a. Nombre denominación o razón social del fabricante o prestador de servicios;
- b. En su caso, nomenclatura de funcionamiento y pictograma de la clase de fuego (A, B, C o D);
- c. Fecha de fabricación o del último servicio de mantenimiento realizado, indicando al menos mes y año;
- d. En su caso, agente extinguidor;
- e. En su caso, la contraseña oficial del organismo de certificación, acreditado y aprobado en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, para aquellos detectores o equipos que así lo requieran.

ARTÍCULO 5.7 Establecer por escrito y aplicar un programa específico de seguridad para la prevención, protección y combate de incendios, de acuerdo a lo establecido en el Capítulo 7. En los centros de trabajo con menos de 100 trabajadores cuyo grado de riesgo sea medio o bajo, basta con establecer por escrito y cumplir una relación de medidas preventivas de protección y combate de incendios.

ARTÍCULO 5.8 Proporcionar a todos los trabajadores capacitación y adiestramiento para la prevención y protección de incendios, y combate de conatos de incendio.

ARTÍCULO 5.9 Realizar simulacros de incendio cuando menos una vez al año.

ARTÍCULO 5.10 Organizar y capacitar brigadas de evacuación del personal y de atención de primeros auxilios.

ARTÍCULO 5.11 Integrar y capacitar brigadas contra incendio en los centros de trabajo con alto grado de riesgo de incendio, y proporcionarles el equipo de protección personal específico para el combate de incendios, de acuerdo con lo establecido en la NOM-017-STPS-1993.

ARTÍCULO 5.12 Contar con detectores de incendio, acordes al grado de riesgo de incendio en las distintas áreas del centro de trabajo, para advertir al personal que se produjo un incendio o que se presentó alguna otra emergencia.

#### 2.4.2.6 NORMAS COMPLEMENTARIAS.

Otras Normas Oficiales Mexicanas que pueden mencionarse son:

- NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo - Condiciones de seguridad.
- NOM-018-STPS-2000, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
- NOM-019-STPS-2004, Constitución, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.
- NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
- NOM-029-STPS-2005, Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo - Condiciones de seguridad.
- NOM-100-STPS-1994, Seguridad - Extintores contra incendio a base de polvo químico seco con presión contenida - Especificaciones.
- NOM-101-STPS-1994, Seguridad - Extintores a base de espuma química.
- NOM-102-STPS-1994, Seguridad - Extintores contra incendio a base de bióxido de carbono - Parte 1: Recipientes.
- NOM-103-STPS-1994, Seguridad - Extintores contra incendio a base de agua con presión contenida.
- NOM-104-STPS-2001, Agentes extinguidores - Polvo químico seco tipo ABC, a base de fosfato mono amónico.
- NOM-106-STPS-1994, Seguridad - Agentes extinguidores - Polvo químico seco tipo BC, a base de bicarbonato de sodio.

Dichas Normas, se mencionan ya que son un complemento de la NOM-002-STPS-2010, y sirven como referencia para los procedimientos de la Escuela objeto de estudio, para garantizar la seguridad y evitar un conato o un incendio verdadero. Además de ser parte del marco legal que rige nuestro país en materia de seguridad e higiene.

### **CAPÍTULO 3. PROCEDIMIENTO O MÉTODO**

El presente estudio tuvo por objeto determinar el grado de riesgo por incendio existente en 5 edificios de una Escuela de Nivel Superior. Esto con el fin de generar información cuantitativa y confiable sobre esta problemática, misma que nos permitirá tomar decisiones que se traduzcan en mejoras de seguridad, quedando asentadas en una propuesta de Programa para Seguridad en el Trabajo, la cual está dirigida hacia la disminución del grado de riesgo de incendio y a proteger la integridad de los trabajadores del centro de trabajo.

El lugar de estudio es una Escuela de Nivel Superior ubicada en la Delegación Gustavo A. Madero.

De acuerdo al criterio de evaluación de la NOM-002-STPS-2010, se evaluaron: altura del edificio, cantidad de personas que ocupan el edificio, presencia de gases, superficie total de construcción, gases inflamables, líquidos inflamables, líquidos combustibles, sólidos combustibles, materiales piróforos y explosivos a través de inspecciones así como con la ayuda de la Dirección Administrativa de la escuela la cual facilitó la información a través de recorridos y registros.

Esta se aplicó con el fin de determinar el grado de cumplimiento al ser la normatividad Mexicana que rige a cualquier centro de trabajo.

Para la aplicación del Método Gretener, el cual evalúa variables como: número de población que ocupa el edificio, superficie total de construcción, número de plantas, resistencia de las fachadas, disposición de células corta fuego, resistencia entre pisos, existencia de extintores e hidrantes, personal instruido en combate contra incendio, facilidad de acceso de los bomberos a las instalaciones, transmisión de alarma, sistema de evacuación de humos, se realizaron inspecciones a los edificios, toma de medidas, y recopilación de datos proporcionados por la Subdirección Administrativa la cual proporcionó datos referentes a estos puntos.

A través de la aplicación del Método Gretener se pretendía obtener el grado de riesgo de incendio que representa cada uno de los 5 edificios que constituyen la Escuela de Nivel superior.

Mediante la observación física de las condiciones del inmueble, medición de sus dimensiones, entrevistas con el personal administrativo, revisión de los registros administrativos de la escuela y de la inspección visual y en base a cada uno de los rubros que evalúa el método se obtuvo la información, la cual fue procesada a través de asignar un valor numérico y posteriormente se efectuaron los cálculos matemáticos necesarios para obtener el valor de la variable final que en este caso es “**La seguridad contra incendio ( Y )**”.

#### **3.1 OBJETIVOS**

##### **3.2 Objetivo General.**

- Determinar el Grado de Riesgo de Incendio de los edificios de una Escuela de Nivel Superior.

### 3.3 Objetivos específicos.

- Caracterizar el riesgo de incendio presente en cada uno de los edificios.
- Evaluar el grado de riesgo de incendio global y por cada uno de los edificios que integran la Escuela con el Método Gretener.
- Aplicar la NOM-002-STPS-2010 como Método complementario para el análisis del riesgo.
- Comparar los resultados obtenidos con el Método Gretener y con la NOM-002-STPS-2010 con el fin de determinar el grado de cumplimiento de la norma.
- Proponer un programa preventivo de seguridad en el trabajo para disminuir el grado de riesgo de incendio y proteger la integridad de los trabajadores.

### 3.4 MATERIAL

*UNIVERSO DE ESTUDIO:* 5 de edificios de una Escuela Pública de Nivel Superior.

*TIEMPO DE ESTUDIO:* 6 meses

*MATERIAL Y EQUIPO:* Laptop, flexómetro, plantillas de sustitución de valores, calculadora, guía de evaluación de la NOM-002-STPS-2010, guía de evaluación del Método Gretener.

*RECURSOS HUMANOS:* Investigadores (tesista, director de tesis), Arquitecto para la toma de medidas de los edificios.

*RECURSOS FÍSICOS:* Instalaciones de los edificios de la escuela en estudio, registros escolares de plantilla de personal, de atenciones médicas, constancias de formación de brigadas.

*TIPO DE INVESTIGACIÓN:* de campo, observacional, descriptiva, transversal, participativa, no experimental.

### 3.5 APLICACIÓN DEL MÉTODO

#### 3.5.1 Método Gretener

A continuación se describe la forma en como se realizó la sustitución de variables para el Método Gretener, en cada uno de los 5 edificios estudiados. En los anexos se podrán revisar las tablas de referencia para la obtención de cada uno de los valores.

1. *TIPO DE CONSTRUCCIÓN:* de acuerdo al anexo 2 se ubicó el tipo de distribución para cada edificio y se obtuvo el resultado.
2. Para la obtención de las variables “Qm”, “c”, “q”, “r”, “k”, “p” y “A”; se ubicó el tipo de actividad para la cual esta destinada el inmueble el anexo 2, y esta nos dio el valor determinado para cada uno de ellos

3. FACTOR DE LA CARGA TÉRMICA MOBILIARIA (i): De acuerdo al tipo de material de construcción (estructura portante, metálica. Fachada acristalada), el anexo 3 sirvió como referencia para asignar el valor.
4. FACTOR DEL NIVEL DE LA PLANTA O ALTURA ÚTIL DEL LOCAL (e): el valor se asignó consultando el Tabla # 2 que se encuentra en el capítulo del Método Gretener, según el número de plantas “e”.
5. FACTOR DE LA SUPERFICIE POR PLANTA DEL EDIFICIO MÁS ALTO Y DE MAYOR RIESGO (g): La relación longitud/anchura a que hace referencia la tabla 3 que se encuentra en el capítulo del Método Gretener, se obtuvo dividiendo el valor más alto de la construcción (longitud del edificio más alto), entre el más bajo (anchura del mismo edificio). En caso de resultar un valor decimal, se redondeó al número más cercano. Posteriormente, se obtuvo la superficie total del edificio multiplicando la longitud por la anchura. Acto seguido, se multiplicó este valor por el número de plantas para obtener la superficie total del edificio investigado. Con este valor, se trazó una línea imaginaria horizontal hacia la derecha, encontrando el valor de “g”.
6. MEDIDAS DE PROTECCIÓN ADOPTADAS: se dividen en 3 rubros.
  - I. El primero son las **medidas normales** que incluyen:
    - Factor sobre número de extintores portátiles contra incendio (n1)
    - Factor sobre número de hidrantes interiores (n2)
    - Factor sobre la fiabilidad de las fuentes de aporte de agua para extinción (n3)
    - Factor sobre longitud de la manguera para el aporte de agua (n4)
    - Factor sobre personal instruido en materia de combate contra incendios (n5)

Los valores para estos se obtuvieron consultando la tabla # 4 del Capítulo del Método Gretener. Tomando en consideración lo referido en la NOM-002-STPS-2010 en cuanto a mantenimiento y disposición de los extintores el factor (n1) fue calificado como insuficiente ya que algunos de los extintores se encontraban caducados y otros bloqueados.

II. El segundo son las **medidas especiales**, que son:

- Factor sobre detección del fuego (s1)
- Factor sobre transmisión de la alarma al puesto de alarma contra el fuego (s2)
- Factor sobre disponibilidad de bomberos oficiales y de empresa (s3)
- Factor sobre el tiempo de intervención de los bomberos (s4)
- Factor sobre instalaciones para extinción (s5)
- Factor sobre instalación de extracción de humos automática o manual (s6)

Estos valores se obtuvieron consultando la tabla # 5 del capítulo del método Gretener.

III. El tercer grupo, el de **medidas inherentes a la construcción**, las cuales son:

- Factor sobre resistencia al fuego de la estructura portante (paredes, dinteles, pilares) (f1)
- Factor de resistencia al fuego de las fachadas (f2)
- Factor sobre resistencia al fuego de las separaciones entre plantas (f3)
- Factor sobre la dimensión de las células corta-fuego (f4)

El valor de estos se obtuvo consultando la tabla # 6 del capítulo del método Gretener.

7. EL RIESGO DE INCENDIO NORMAL ( $R_n$ ): es un valor conceptualizado como límite admisible en la probabilidad de que algo expuesto se quemara. Es una constante y su valor es de: **1.3**
8. FACTOR DE PELIGRO PARA LAS PERSONAS EXPUESTAS AL FUEGO ( $P_{H,E}$ ): se determinó el promedio diario de ocupación de los edificios y el número de plantas, además del valor asignado a “p” al inicio del proceso. Una vez ubicados estos, en el anexo 6 se hizo la sustitución trazando una línea imaginaria para obtener el valor.
9. Después de detallar la forma en que se obtienen cada una de las variables, se procedió a hacer la sustitución de valores en las fórmulas básicas para obtener un valor final.

9.1 La exposición al riesgo de incendio (B) resulta de dividir todos los factores de peligro (P), entre el producto de todos los factores de protección (M) así:

$$B = P/M$$

Donde

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

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

9.2 El riesgo de incendio efectivo (R) es el producto de los factores de exposición al riesgo (B), por los factores del peligro de activación (A):

$$R = (B)(A)$$

9.3 El riesgo de incendio aceptado ( $R_u$ ) es el producto del riesgo de incendio normal ( $R_n$ ), por el factor de riesgo o peligro para las personas ( $P_{H,E}$ ):

$$R_u = (R_n) (P_{H,E})$$

9.4 La seguridad contra incendio ( $\gamma$ ) es el resultado de dividir el riesgo de incendio aceptado ( $R_u$ ), entre el riesgo de incendio efectivo (R). Para que la

seguridad contra incendio sea suficiente, el valor final debe ser mayor o igual a la unidad (1).

$$\Upsilon = (Ru) / (R)$$

$$\Upsilon \geq 1$$

### 3.5.2 NOM-002-STPS-2010

Esta Norma Mexicana es aplicable a cualquier centro de trabajo. Para determinar el grado de riesgo de incendio se debe seleccionar el rubro que más se apegue a las características del centro de trabajo. Esta evaluación establece los criterios básicos para el grado de riesgo.

La clasificación se determinó de acuerdo al grado de riesgo más alto encontrado. La Norma utiliza 8 conceptos que son:

1. Altura de la edificación en metros.
2. Número total de personas que ocupan el local, incluyendo trabajadores y visitantes.
3. Superficie construida en metros cuadrados.
4. Inventario de gases inflamables en litros.
5. Inventario de líquidos inflamables.
6. Inventario de líquidos combustibles.
7. Inventario de sólidos combustibles en kilogramos.
8. Inventario de materiales piróxicos y explosivos.

Para cada uno de estos conceptos existen 3 categorías de riesgo dependiendo de los metros cuadrados, número de personas y cantidad de litros y kilogramos de los materiales de riesgo.

A continuación se muestra una tabla que ejemplifica estos criterios.

CONCEPTO	GRADO DE RIESGO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
Altura de la edificación en metros.	Hasta 25	No aplica	Mayor a 25
Número total de personas que ocupan el local, incluyendo trabajadores y visitantes.	Menor de 15	Entre 15 y 250	Mayor de 250
Superficie construida en metros cuadrados.	Menor de 300	Entre 300 y 3000	Mayor de 3000
Inventario de gases inflamables en litros, (en fase líquida).	Menor de 500	Entre 500 y 3000	Mayor de 3000
Inventario de líquidos inflamables, en litros.	Menor de 250	Entre 250 y 1000	Mayor de 1000
Inventario de líquidos combustibles, en litros.	Menor de 500	Entre 500 y 2000	Mayor de 2000
Inventario de sólidos combustibles, en kilogramos.	Menor de 1000	Entre 1000 y 5000	Mayor de 5000
Inventario de materiales piróforos y explosivos.	No tiene	No aplica	Cualquier cantidad

Tabla 14. Determinación del grado de riesgo según la NOM-002-STPS-2010.  
 Fuente: Secretaría del Trabajo y previsión Social, 2010.

Una vez determinados los criterios para cada edificio se hizo la sustitución para obtener el resultado final.

En el siguiente capítulo se presentan los resultados obtenidos para cada Método.

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS

### 4.1 RESULTADOS

Se muestran los resultados obtenidos después de la aplicación del Método Gretener y la NOM-002-STPS-2010 al momento de la realización de esta investigación.

En la siguiente tabla se muestran las características de construcción de cada uno de los edificios estudiados (Tabla 15):

Edificio	Superficie de construcción	Altura de la construcción	Población que ocupa el edificio	Antigüedad	No. de plantas
Edificio de gobierno	1034 m <sup>2</sup>	23.5 m	800	35	4
Edificio SEPI	986 m <sup>2</sup>	22 m	500	24	3
Edificio de laboratorios de licenciatura	558 m <sup>2</sup>	15 m	300	5	3
Biblioteca	167.09 m <sup>2</sup>	7 m	850	19	1
Gimnasio	495.8 m <sup>2</sup>	18.5	100	35	1

Tabla 15. Características arquitectónicas por edificio.

Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del Método Gretener en este estudio, basados en la plantilla de trabajo del mismo (2009).

Se puede observar en la tabla los metros de construcción por cada edificio siendo el de mayor superficie el edificio de Gobierno el cual cuenta con 1034 m<sup>2</sup>, así como también es el más alto al tener 23.5 metros. La biblioteca es el edificio que puede contener hasta 850 alumnos por día y tanto esta como el de gobierno son los de mayor antigüedad.

En la siguiente tabla se muestran los equipos de extinción de fuego con que cuenta cada uno de los edificios (Tabla 16).

Edificio	Hidrante	Extintor	Alarma de transmisión	Detección del fuego	Personal Instruido	Instalaciones para extinción	Sistemas de extracción
Edificio de gobierno	No cuenta	11	Si cuenta	No cuenta	Si cuenta	No cuenta	No cuenta
Edificio SEPI	No cuenta	9	Si cuenta	No cuenta	Si cuenta	No cuenta	No cuenta
Edificio de laboratorios de licenciatura	No cuenta	9	No cuenta	No cuenta	Si cuenta	No cuenta	No cuenta
Biblioteca	No cuenta	5	No cuenta	Si cuenta	Si cuenta	Si cuenta	No cuenta
Gimnasio	No cuenta	2	No cuenta	No cuenta	Si cuenta	No cuenta	No cuenta

Tabla 16. Equipos de combate contra incendios por cada edificio, encontrados al momento de la aplicación del Método Gretener

Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del Método Gretener en este estudio, basados en la plantilla de trabajo del mismo (2009).

Como puede observarse en toda la Escuela no existe un hidrante, sólo 2 edificios cuentan con alarma de transmisión sonora. Los sistemas de detección de fuego, únicamente se encontraron en la biblioteca sin embargo al momento de la investigación no se encontraban en condiciones de funcionamiento. Ningún edificio cuenta con sistema de extracción de humos.

La siguiente tabla hace referencia al estado en que se encontraron los extintores al momento de realizar el estudio (Tabla 17).

Extintores	Total	Caducados	Bloqueados	OK
Extintores edificio de gobierno	11	4	2	7
Extintores edificio SEPI	9	6	2	1
Extintores Edificio de laboratorios de licenciatura	9	6	0	3
Extintores Biblioteca	5	2	1	2
Extintores Gimnasio	2	0	0	2

Tabla 17. Estado de extintores por edificio.

Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del Método Gretener en este estudio, basados en la plantilla de trabajo del mismo (2009).

Con esto podemos observar que la seguridad contra incendios no se cumple ya que las características de los extintores no garantizan la protección.

De lo observado se encontró que la última revisión fue en Agosto 2008 y de acuerdo en la NOM-002-STPS-2010 Menciona que el mantenimiento de los extintores debe ser: “el registro del cumplimiento de la revisión mensual y mantenimiento preventivo anual realizado al equipo contra incendios”. Por lo que se está violando esta normatividad, adicional a esto algunos extintores como se menciona en la tabla 18 caducaron en ese mismo año.

En el caso del edificio de la SEPI el tercer nivel cuenta con 4 extintores, uno dispuesto sobre el pasillo el cual estaba caducado, los otros 2 en cada uno de los laboratorios. Sin embargo, en uno de los laboratorios el extintor se encontraba bloqueado por unos costales, en el otro laboratorio se encontró colocado en el piso debajo de una mesa de trabajo, y el último en el otro laboratorio, sin embargo estaba bloqueado por una máquina centrífuga.

En el edificio de gobierno los extintores se encontraban bloqueados por muebles que impedían el acceso fácil y rápido a ellos.

Otro punto que evalúa el Método es el tipo de construcción de los edificios, por lo que en la siguiente tabla se especifican las características de éstos (Tabla 18).

FACTORES	ÁREA DE GOBIERNO	SEPI	LABORATORIOS DE LICENCIATURA	BIBLIOTECA	GIMNASIO
RESISTENCIA DE LA ESTRUCTURA	RESISTENTE F>90	RESISTENTE F>90	RESISTENTE F>90	RESISTENTE F>90	RESISTENTE F>90
RESISTENCIA DE LA FACHADA (%)	80 / 20	82 / 18	95 / 5	78 / 22	95 / 5
RESISTENCIA ENTRE PLANTAS (#)	4	3	3	1	2
CELULAS CORTA FUEGO	Z	Z	Z	V	V

Tabla 18. Factores inherentes a la construcción.

Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del Método Gretener en este estudio, basados en la plantilla de trabajo del mismo (2009).

Como se puede observar los 5 edificios cuentan con una construcción que garantiza la seguridad contra incendios. El método respecto a la resistencia de la fachada refiere 3 grupos de acuerdo a F (Factor de resistencia al fuego) los cuales son:

- F90 y más: cuando la estructura portante está construida de materiales resistentes al fuego,
- F30/F60: cuando la estructura está construida de multicapas con exteriores incombustibles.
- <F30: cuando la estructura está hecha de materiales sintéticos o de madera.

La resistencia de la fachada se cataloga tomando en cuenta el porcentaje de superficie vidriada la cual se expresa en porcentaje, además del factor de resistencia previamente descrito. Para la resistencia entre las plantas se toma en cuenta el número de plantas y si están protegidas por sistemas contra incendios es decir rociadores, así como también el factor de resistencia al fuego (F).

De acuerdo al Método las células corta fuego a las que se hace mención en la tabla 19 se clasifican en: Tipo Z son: Construcciones en células corta fuegos, que dificultan y limitan la propagación horizontal y vertical del fuego. Y las tipo V son: construcciones de gran volumen que favorecen la propagación horizontal y vertical del fuego.

A continuación, se presentan las tablas de sustitución de valores para cada edificio de acuerdo al Método Gretener, así como las tablas donde se realizó el estudio de acuerdo a la NOM-002-STPS-2010 (Tablas 19 a 28).

**EDIFICIO DE GOBIERNO**

Tabla 19. Valores obtenidos de la evaluación del edificio de gobierno con el Método Gretener

HOJA DE CALCULO METODO GRETENER			
LUGAR ESTUDIADO: Escuela de Nivel superior			
TIPO DE CONCEPTO		EDI. GOBIERNO	
q	Carga térmica mobiliaria	QM = 300 MJ/M <sup>2</sup>	1.1
c	Combustibilidad		1
r	Peligro de humos		1
k	Peligro de Corrosión		1
l	Carga térmica in mobiliaria		1.1
e	Nivel de la planta		1.65
g	Superficie del compartimento		0.6
<b>P</b>	<b>PELIGRO POTENCIAL</b>	<b>q*c*r*k*l*e*g</b>	<b>1.19</b>
n1	Extintores portátiles		0.9
n2	Hidrantes interiores		0.8
n3	Fuentes de agua - fiabilidad		0.25
n4	Conductos para transportar el agua		0.25
n5	Personal instruido en extinción		1
<b>N</b>	<b>MEDIDAS NORMALES</b>	<b>n1*n2*n3*n4*n5</b>	<b>0.045</b>
s1	Detección del fuego		1.05
s2	Transmisión de la alarma		1.05
s3	Disponibilidad de bomberos		1
s4	Tiempo para intervención		1
s5	Instalación para extinción		0.8
s6	Instalaciones para extracción del humo		0.25
<b>S</b>	<b>MEDIDAS ESPECIALES</b>	<b>s1*s2*s3*s4*s5*s6</b>	<b>0.2205</b>
f1	Estructura portante		1.2
f2	Fachada		1.1
f3	Forjados		1.2
f4	Dimensiones de las células		1.4
<b>F</b>	<b>MEDIDAS / CONSTRUCCION</b>	<b>f1*f2*f3*f4</b>	<b>2.2176</b>
<b>B</b>	<b>EXPOSICION AL RIESGO</b>	<b>P / N*S*F</b>	<b>56.66</b>
<b>A</b>	<b>PELIGRO DE ACTIVACION</b>		<b>0.85</b>
<b>R</b>	<b>RIESGO EFECTIVO DE INCENDIO</b>	<b>B * A</b>	<b>48.16</b>
<b>P H,E</b>	<b>SITUACION DE PELIGRO PARA LAS PERSONAS</b>	<b>p= 1</b>	<b>0.85</b>
<b>RU</b>	<b>RIESGO ACEPTADO DE INCENDIO</b>	<b>1.3 * P H,E</b>	<b>1.105</b>
<b>Υ</b>	<b>SEGURIDAD CONTRA INCENDIO</b>	<b>RU / R</b>	<b>0.022</b>

Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del Método Gretener en este estudio, basados en la plantilla de trabajo del Método (2009).

En esta tabla (19) se pueden observar la sustitución de valores y cálculos realizados para la obtención de la seguridad contra incendio del edificio de gobierno, donde corroboramos que la seguridad contra incendios es insuficiente. Debido a que el valor que se obtuvo fue de **0.022** y de acuerdo Método para que la seguridad sea suficiente el valor final de ser mayor o igual a 1.

A continuación se muestra la tabla de evaluación del grado de riesgo de incendio de acuerdo a la NOM-002-STPS-2010, para el mismo edificio (Tabla 20).

Tabla 20. Evaluación del grado de riesgo de incendio con la NOM-002-STPS-2010 en el Edificio de Gobierno.

CONCEPTO	GRADO DE RIESGO				
	BAJO		MEDIO		ALTO
<b>EDIFICIO DE GOBIERNO</b>					
Altura de la edificación en metros.	Hasta 25	X	No aplica		Mayor a 25
Número total de personas que ocupan el local, incluyendo trabajadores y visitantes.	Menor de 15		Entre 15 y 250		Mayor de 250
Superficie construida en metros cuadrados.	Menor de 300		Entre 300 y 3000	X	Mayor de 3000
Inventario de gases inflamables en litros, (en fase líquida).	Menor de 500		Entre 500 y 3000	X	Mayor de 3000
Inventario de líquidos inflamables, en litros.	Menor de 250	X	Entre 250 y 1000		Mayor de 1000
Inventario de líquidos combustibles, en litros.	Menor de 500	X	Entre 500 y 2000		Mayor de 2000
Inventario de sólidos combustibles, en kilogramos.	Menor de 1000	X	Entre 1000 y 5000		Mayor de 5000
Inventario de materiales piróxicos y explosivos.	No tiene	X	No aplica		Cualquier cantidad

Fuente: Datos obtenidos de la aplicación de la NOM-002-STPS-2010 con ayuda del Apéndice A de la Norma (2009).

En este caso, el edificio resultó con un grado de riesgo de incendio alto debido a la cantidad de personas que ocupan el edificio, ya que la norma indica que se toma el parámetro más alto para determinar el grado de riesgo.

## EDIFICIO DE LA SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION

Tabla 21. Valores obtenidos de la evaluación del edificio de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación con el Método Gretener

HOJA DE CALCULO METODO GRETENER			
LUGAR ESTUDIADO: Escuela de Nivel superior			
TIPO DE CONCEPTO	SEPI		
q	Carga térmica mobiliaria	QM= 300 MJ/M2	1.1
c	Combustibilidad		1
r	Peligro de humos		1
k	Peligro de Corrosión		1
l	Carga térmica in mobiliaria		1
e	Nivel de la planta		1.5
g	Superficie del compartimento		0.5
<b>P</b>	<b>PELIGRO POTENCIAL</b>	<b><math>q * c * r * k * l * e * g</math></b>	<b>0.825</b>
n1	Extintores portátiles		0.9
n2	Hidrantes interiores		0.8
n3	Fuentes de agua - fiabilidad		0.25
n4	Conductos para transportar el agua		0.25
n5	Personal instruido en extinción		1
<b>N</b>	<b>MEDIDAS NORMALES</b>	<b><math>n1 * n2 * n3 * n4 * n5</math></b>	<b>0.045</b>
s1	Detección del fuego		1.05
s2	Transmisión de la alarma		1.05
s3	Disponibilidad de bomberos		1
s4	Tiempo para intervención		1
s5	Instalación para extinción		0.8
s6	Instalaciones para extracción del humo		0.25
<b>S</b>	<b>MEDIDAS ESPECIALES</b>	<b><math>s1 * s2 * s3 * s4 * s5 * s6</math></b>	<b>0.2205</b>
f1	Estructura portante		1.3
f2	Fachada		1.2
f3	Forjados		1.2
f4	Dimensiones de las células		1.4
<b>F</b>	<b>MEDIDAS / CONSTRUCCION EXPOSICION AL RIESGO</b>	<b><math>f1 * f2 * f3 * f4</math></b>	<b>2.6208</b>
<b>B</b>	<b>PELIGRO DE ACTIVACION</b>	<b><math>P / N * S * F</math></b>	<b>33</b>
<b>A</b>	<b>RIESGO EFECTIVO DE INCENDIO</b>	<b><math>B * A</math></b>	<b>0.85</b>
<b>R</b>	<b>SITUACION DE PELIGRO PARA LAS PERSONAS</b>	<b><math>p = 1</math></b>	<b>0.85</b>
<b>P H,E</b>	<b>RIESGO ACEPTADO DE INCENDIO</b>	<b><math>1.3 * P H,E</math></b>	<b>1.1</b>
<b>RU</b>	<b>SEGURIDAD CONTRA INCENDIO</b>	<b><math>RU / R</math></b>	<b>0.039</b>

Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del Método Gretener en este estudio, basados en la plantilla de trabajo del Método (2009).

En la tabla anterior (21) se realizó la sustitución de valores para el edificio de la SEPI, los cuales determinaron que la protección contra incendio es insuficiente ya que se obtuvo un valor de **0.39** y de acuerdo Método para que la seguridad sea suficiente el valor final de ser mayor o igual a 1.

En la siguiente tabla (22) se observa el resultado de la aplicación de la NOM-002-STPS-2010 en el mismo edificio.

Tabla 22. Evaluación del grado de riesgo de incendio con la NOM-002-STPS-2010 en la SEPI

CONCEPTO	GRADO DE RIESGO				
	BAJO		MEDIO		ALTO
<b>SEPI</b>					
Altura de la edificación en metros.	Hasta 25	X	No aplica		Mayor a 25
Número total de personas que ocupan el local, incluyendo trabajadores y visitantes.	Menor de 15		Entre 15 y 250		Mayor de 250
Superficie construida en metros cuadrados.	Menor de 300		Entre 300 y 3000	X	Mayor de 3000
Inventario de gases inflamables en litros, (en fase líquida).	Menor de 500	X	Entre 500 y 3000		Mayor de 3000
Inventario de líquidos inflamables, en litros.	Menor de 250	X	Entre 250 y 1000		Mayor de 1000
Inventario de líquidos combustibles, en litros.	Menor de 500	X	Entre 500 y 2000		Mayor de 2000
Inventario de sólidos combustibles, en kilogramos.	Menor de 1000	X	Entre 1000 y 5000		Mayor de 5000
Inventario de materiales piróxicos y explosivos.	No tiene	X	No aplica		Cualquier cantidad

Fuente: Datos obtenidos de la aplicación de la NOM-002-STPS-2010 con ayuda del Apéndice A de la Norma (2009).

Así se demuestra que el grado de riesgo de incendio es alto debido al número de personas que ocupan el edificio ya que la norma indica que se toma el parámetro más alto para determinar el grado de riesgo.

**BIBLIOTECA**

Tabla 23. Valores obtenidos de la evaluación del edificio de la Biblioteca con el Método Gretener

HOJA DE CALCULO METODO GRETENER			
LUGAR ESTUDIADO: Escuela de Nivel superior			
TIPO DE CONCEPTO		BIBLIOTECA	
g	Carga térmica mobiliaria	QM = 2000 MJ/M2	1
c	Com bustibilidad		1
r	Peligro de humos		1
k	Peligro de Corrosión		1
l	Carga térmica inm ob iliaria		1.1
e	Nivel de la planta		1
g	Superficie del co mpartim ento		0.4
<b>P</b>	<b>PELIGRO POTENCIAL</b>	<b>q*c*r*k*l*e*g</b>	<b>0.44</b>
n1	Extin tores portá tiles		0.9
n2	Hidra ntes in terio res		0.8
n3	Fuentes de agua - fia bilida d		0.25
n4	Conductos para transportar el agua		0.25
n5	Personal instruido en extinción		1
<b>N</b>	<b>MEDIDAS NORMALES</b>	<b>n1*n2*n3*n4*n5</b>	<b>0.045</b>
s1	Detección del fuego		1.05
s2	Transmisión de la alar m a		1.05
s3	Disponibilidad de bomberos		1
s4	Tiem po para intervención		1
s5	Instalación para extinción		1.7
s6	Instalaciones para extracción del humo		0.25
<b>S</b>	<b>MEDIDAS ESPECIALES</b>	<b>s1*s2*s3*s4*s5*s6</b>	<b>0.4685625</b>
f1	Estructura portante		1.2
f2	Fachada		1
f3	Forjados		1.15
f4	Dimensiones de las células		1.3
<b>F</b>	<b>MEDIDAS / CONSTRUCCION EXPOSICION AL RIESGO</b>	<b>f1*f2*f3*f4</b>	<b>1.794</b>
<b>B</b>	<b>PELIGRO DE ACTIVACION</b>	<b>P / N*S*F</b>	<b>11.89</b>
<b>A</b>	<b>RIESGO EFECTIVO DE INCENDIO</b>	<b>B * A</b>	<b>10.1</b>
<b>P H,E</b>	<b>SITUACION DE PELIGRO PARA LAS PERSONAS</b>	<b>p= 1</b>	<b>1</b>
<b>RU</b>	<b>RIESGO ACEPTADO DE INCENDIO</b>	<b>1.3 * P H,E</b>	<b>1.3</b>
<b>Υ</b>	<b>SEGURIDAD CONTRA INCENDIO</b>	<b>RU / R</b>	<b>0.128</b>

Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del Método Gretener en este estudio, basados en la plantilla de trabajo del Método (2009).

La tabla 23 muestra el resultado de la aplicación del método Gretener en la biblioteca, donde se demuestra que la seguridad contra incendios es insuficiente, ya que se obtuvo un valor de **0.128** y de acuerdo Método para que la seguridad sea suficiente el valor final de ser mayor o igual a 1.

La aplicación de la NOM-002-STPS-2010, en este edificio se demuestra en la tabla que sigue a continuación.

Tabla 24. Evaluación del grado de riesgo de incendio con la NOM-002-STPS-2010 en la Biblioteca

CONCEPTO	GRADO DE RIESGO				
	BAJO		MEDIO		ALTO
<b>BIBLIOTECA</b>					
Altura de la edificación en metros.	Hasta 25	X	No aplica		Mayor a 25
Número total de personas que ocupan el local, incluyendo trabajadores y visitantes.	Menor de 15		Entre 15 y 250		Mayor de 250 X
Superficie construida en metros cuadrados.	Menor de 300	X	Entre 300 y 3000		Mayor de 3000
Inventario de gases inflamables en litros, (en fase líquida).	Menor de 500	X	Entre 500 y 3000		Mayor de 3000
Inventario de líquidos inflamables, en litros.	Menor de 250	X	Entre 250 y 1000		Mayor de 1000
Inventario de líquidos combustibles, en litros.	Menor de 500	X	Entre 500 y 2000		Mayor de 2000
Inventario de sólidos combustibles, en kilogramos.	Menor de 1000		Entre 1000 y 5000	X	Mayor de 5000
Inventario de materiales piróxicos y explosivos.	No tiene	X	No aplica		Cualquier cantidad

Fuente: Datos obtenidos de la aplicación de la NOM-002-STPS-2010 con ayuda del Apéndice A de la Norma (2009).

Como se puede observar el grado de riesgo en este edificio igualmente es de riesgo alto, debido al número de personas que ocupan el edificio ya que la norma indica que se toma el parámetro más alto para determinar el grado de riesgo.

**GIMNASIO**

Tabla 25. Valores obtenidos de la evaluación del edificio del Gimnasio con el Método Gretener

HOJA DE CALCULO METODO GRETENER			
LUGAR ESTUDIADO: Escuela de Nivel superior			
TIPO DE CONCEPTO	GIMNASIO		
q	Carga térmica mobiliaria	QM = 300 MJ/M2	1.1
c	Combustibilidad		1
r	Peligro de humos		1
k	Peligro de Corrosión		1
l	Carga térmica inmobiliaria		1
e	Nivel de la planta		1
g	Superficie del compartimento		0.4
<b>P</b>	<b>PELIGRO POTENCIAL</b>		<b>q*c*r*k*l*e*g</b>
n1	Extintores portátiles		0.9
n2	Hidrantes interiores		0.8
n3	Fuentes de agua - fiabilidad		0.25
n4	Conductos para transportar el agua		0.25
n5	Personal instruido en extinción		1
<b>N</b>	<b>MEDIDAS NORMALES</b>	<b>n1*n2*n3*n4*n5</b>	<b>0.045</b>
s1	Detección del fuego		1.05
s2	Transmisión de la alarma		1.05
s3	Disponibilidad de bomberos		1
s4	Tiempo para intervención		1
s5	Instalación para extinción		0.8
s6	Instalaciones para extracción del humo		0.25
<b>S</b>	<b>MEDIDAS ESPECIALES</b>	<b>s1*s2*s3*s4*s5*s6</b>	<b>0.2205</b>
f1	Estructura portante		1.3
f2	Fachada		1.15
f3	Forjados		1.1
f4	Dimensiones de las células		1.2
<b>F</b>	<b>MEDIDAS / CONSTRUCCION</b>	<b>f1*f2*f3*f4</b>	<b>1.9734</b>
<b>B</b>	<b>EXPOSICION AL RIESGO</b>	<b>P / N*S*F</b>	<b>23.15</b>
<b>A</b>	<b>PELIGRO DE ACTIVACION</b>		0.85
<b>R</b>	<b>RIESGO EFECTIVO DE INCENDIO</b>	<b>B * A</b>	<b>27.23</b>
<b>P H,E</b>	<b>SITUACION DE PELIGRO PARA LAS PERSONAS</b>	p= 1	1
<b>RU</b>	<b>RIESGO ACEPTADO DE INCENDIO</b>	<b>1.3 * P H,E</b>	<b>1.3</b>
<b>γ</b>	<b>SEGURIDAD CONTRA INCENDIO</b>	<b>RU / R</b>	<b>0.047</b>

Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del Método Gretener en este estudio, basados en la plantilla de trabajo del Método (2009).

En la tabla 25 se observa el resultado de la aplicación del método Gretener en el edificio del Gimnasio donde se observa que la seguridad contra incendios es insuficiente ya que se obtuvo un valor de **0.047** y de acuerdo Método para que la seguridad sea suficiente el valor final de ser mayor o igual a 1.

La aplicación de la NOM-002-STPS-2010 se demuestra en la tabla siguiente (Tabla 26).

Tabla 26. Evaluación del grado de riesgo de incendio con la NOM-002-STPS-2010 en el Gimnasio

CONCEPTO	GRADO DE RIESGO				
	BAJO		MEDIO		ALTO
<b>GIMNASIO</b>					
Altura de la edificación en metros.	Hasta 25	X	No aplica		Mayor a 25
Número total de personas que ocupan el local, incluyendo trabajadores y visitantes.	Menor de 15		Entre 15 y 250	X	Mayor de 250
Superficie construida en metros cuadrados.	Menor de 300		Entre 300 y 3000	X	Mayor de 3000
Inventario de gases inflamables en litros, (en fase líquida).	Menor de 500	X	Entre 500 y 3000		Mayor de 3000
Inventario de líquidos inflamables, en litros.	Menor de 250	X	Entre 250 y 1000		Mayor de 1000
Inventario de líquidos combustibles, en litros.	Menor de 500	X	Entre 500 y 2000		Mayor de 2000
Inventario de sólidos combustibles, en kilogramos.	Menor de 1000	X	Entre 1000 y 5000		Mayor de 5000
Inventario de materiales piróxicos y explosivos.	No tiene	X	No aplica		Cualquier cantidad

Fuente: Datos obtenidos de la aplicación de la NOM-002-STPS-2010 con ayuda del Apéndice A de la Norma (2009).

En este caso se observa que el grado de riesgo de incendio es medio, debido al número de personas que ocupan el edificio, así como por la superficie total de construcción ya que la norma indica que se toma el parámetro más alto para determinar el grado de riesgo.

**EDIFICIO DE LABORATORIOS DE LICENCIATURA**

Tabla 27. Valores obtenidos de la evaluación del edificio de Laboratorios de Licenciatura con el método Gretener

HOJA DE CALCULO METODO GRETENER			
LUGAR ESTUDIADO: Escuela de Nivel superior			
TIPO DE CONCEPTO	EDIF. LICENCIATURA		
q	Carga térmica mobiliaria	QM = M J/M2	1.1
c	Com bustibilidad		1
r	Peligro de humos		1
k	Peligro de Corrosión		1
l	Carga térmica inm obiliaria		1.1
e	Nivel de la planta		1.5
g	Superficie del co mpartim ento		0.4
<b>P</b>	<b>PELIGRO POTENCIAL</b>	<b>q*c*r*k*l*e*g</b>	<b>0.726</b>
n1	Extin tores portá tiles		0.9
n2	Hid rantes in teriore s		0.8
n3	Fuentes de agua - fia bilidad		0.25
n4	Conductos para transportar el agua		0.25
n5	Personal instruido en extinción		1
<b>N</b>	<b>MEDIDAS NORMALES</b>	<b>n1*n2*n3*n4*n5</b>	<b>0.045</b>
s1	Detección del fuego		1.05
s2	Transmisión de la alarma		1.05
s3	Disponibilidad de bomberos		1
s4	Tiempo para intervención		1
s5	Instalación para extinción		0.8
s6	Instalaciones para extracción del humo		0.25
<b>S</b>	<b>MEDIDAS ESPECIALES</b>	<b>s1*s2*s3*s4*s5*s6</b>	<b>0.2205</b>
f1	Estructura portante		1.2
f2	Fachada		1.15
f3	Forjados		1.3
f4	Dimensiones de las células		1.2
<b>F</b>	<b>MEDIDAS / CONSTRUCCION</b>	<b>f1*f2*f3*f4</b>	<b>2.1528</b>
<b>B</b>	<b>EXPOSICION AL RIESGO</b>	<b>P / N*S*F</b>	<b>34.57</b>
<b>A</b>	<b>PELIGRO DE ACTIVACION</b>		<b>0.85</b>
<b>R</b>	<b>RIESGO EFECTIVO DE INCENDIO</b>	<b>B * A</b>	<b>40.67</b>
<b>P H,E</b>	<b>SITUACION DE PELIGRO PARA LAS PERSONAS</b>	<b>p= 1</b>	<b>0.85</b>
<b>RU</b>	<b>RIESGO ACEPTADO DE INCENDIO</b>	<b>1.3 * P H,E</b>	<b>1.1</b>
<b>Υ</b>	<b>SEGURIDAD CONTRA INCENDIO</b>	<b>RU / R</b>	<b>0.027</b>

Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del Método Gretener en este estudio, basados en la plantilla de trabajo del Método (2009).

La tabla 27 muestra el resultado obtenido en el edificio de laboratorios de Licenciatura respecto a la seguridad contra incendios la cual resulto insuficiente al haber obtenido un valor de **0.027** y de acuerdo Método para que la seguridad sea suficiente el valor final de ser mayor o igual a 1.

Ahora se muestra la tabla que informa los resultados obtenidos en el mismo edificio pero con la aplicación de la NOM-002-STPS-2010 (Tabla 28).

Tabla 28. Evaluación del grado de riesgo de incendio con la NOM-002-STPS-2010 en el edificio de Laboratorios de Licenciatura

CONCEPTO	GRADO DE RIESGO				
	BAJO		MEDIO		ALTO
<b>EDIFICIO DE LABORATORIOS DE LICENCIATURA</b>					
Altura de la edificación en metros.	Hasta 25	X	No aplica		Mayor a 25
Número total de personas que ocupan el local, incluyendo trabajadores y visitantes.	Menor de 15		Entre 15 y 250		Mayor de 250
Superficie construida en metros cuadrados.	Menor de 300		Entre 300 y 3000	X	Mayor de 3000
Inventario de gases inflamables en litros, (en fase líquida).	Menor de 500		Entre 500 y 3000	X	Mayor de 3000
Inventario de líquidos inflamables, en litros.	Menor de 250	X	Entre 250 y 1000		Mayor de 1000
Inventario de líquidos combustibles, en litros.	Menor de 500	X	Entre 500 y 2000		Mayor de 2000
Inventario de sólidos combustibles, en kilogramos.	Menor de 1000	X	Entre 1000 y 5000		Mayor de 5000
Inventario de materiales piróficos y explosivos.	No tiene	X	No aplica		Cualquier cantidad

Fuente: Datos obtenidos de la aplicación de la NOM-002-STPS-2010 con ayuda del Apéndice A de la Norma (2009).

Como se puede apreciar, este edificio tiene un grado de riesgo de incendio alto debido al número de personas que ocupan el edificio ya que la norma indica que se toma el parámetro más alto para determinar el grado de riesgo.

Ahora, se presenta la tabla 29 concentrado de los resultados obtenidos tras la aplicación del Método Gretener en los 5 edificios de la escuela objeto de estudio, donde se aprecia

que estos resultaron con un valor inferior a 1 lo cual significa que la seguridad contra incendios es **insuficiente**. Esto pues como se había explicado anteriormente, el método considera que los resultados igual o mayores a 1 indican que la seguridad contra incendio, es suficiente.

Tabla 29. Seguridad contra incendios obtenida por cada edificio.

ÁREA	SEGURIDAD CONTRA INCENDIO g
LABORATORIOS DE LICENCIATURA	0.027
SEPI	0.039
GIMNASIO	0.047
BIBLIOTECA	0.128
GOBIERNO	0.84

Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del Método Gretener en los edificios objeto de este estudio (2009).

En la siguiente tabla se comparan los criterios que utilizan tanto la NOM-002-STPS-2010 como el Método Gretener con el fin de establecer los criterios que pueden ser complementarios. Se puede observar que solo 3 coinciden mientras que el resto son criterios diferentes.

Tabla 30. Comparativa de los criterios evaluados por la NOM-002-STPS-2010 y por el Método Gretener.

CRITERIOS		
NOM-002-STPS-2010	MÉTODO GRETENER	COINCIDENCIA
Altura de la edificación	Nivel de la planta	SI
Número total de personas que ocupan el local	Número de personas que ocupan el inmueble	SI
Superficie construida	Superficie del compartimento	SI
Gases inflamables	Carga térmica mobiliaria	NO
Líquidos inflamables	Combustibilidad	NO
Líquidos combustibles	Peligro de humos	NO
Sólidos combustibles	Peligro de corrosión	NO
Materiales piróxicos o explosivos	Carga térmica inmobiliaria	NO
	Extintores portátiles	NO
	Hidrantes interiores	NO
	Fuentes de fiabilidad del agua	NO
	Conductos para transportar el agua	NO
	Personal instruido en extinción de fuego	NO
	Sistemas de detección de fuego	NO
	Sistemas de transmisión de la alarma sonora	NO
	Disponibilidad de bomberos	NO
	Tiempo para intervención	NO
	Rociadores	NO
	Extractores de humo	NO
	Construcción de la estructura portante	NO
	Construcción fachada	NO
	Dimensión de las células corta fuego	NO

Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del Método Gretener en este estudio (2009).

## 4.2 DISCUSIÓN.

Con los resultados obtenidos con la aplicación del Método Gretener y la NOM-002-STPS-2010 en los 5 edificios de la Escuela de Nivel Superior se pueden hacer las siguientes consideraciones:

La construcción de los 5 edificios está hecha de materiales resistentes, el Método Gretener dentro de sus variables incluye este criterio, sin embargo no contempla si el edificio ha tenido adecuaciones posteriores a su construcción, o si su estructura cuenta con reforzamientos y mucho menos valida la calidad de los materiales utilizados para su construcción.

Las fachadas, al contener un porcentaje mínimo de materiales con poca resistencia al fuego, como es el vidrio, garantizan la contención en caso de un incendio. Con respecto a los demás edificios, con base en los resultados obtenidos, la biblioteca contiene una superficie vidriada mayor por lo cual su resistencia al fuego es menor.

Los aspectos antes mencionados, no son evaluados por la NOM-002-STPS-2010, dicha Norma dentro de sus criterios de evaluación no considera aspectos referentes a las características de la estructura y/o arquitectura de los edificios. Los únicos criterios que toma en cuenta son los metros cuadrados de superficie construida así como la altura de la edificación. Por esto se considera que la Norma es muy limitada en la evaluación de estos puntos, ya que para determinar el riesgo de incendio es importante tomar en cuenta la resistencia que tendrá el edificio, ya que no es lo mismo realizar un estudio en una bodega de lámina que una bodega construida con concreto.

Otro dato que se considera importante es la antigüedad de una construcción, el cual no es evaluado por la NOM-002-STPS-2010 ni por el Método Gretener. La utilidad de esto es que con el paso de los años los materiales van perdiendo resistencia, como en el caso del concreto que tiene una vida útil de 100 años, por lo tanto una construcción que tiene 30 años ha perdido en promedio un 30% de sus propiedades de defensa contra el fuego.

Referente al peligro de la exposición al riesgo para las personas, ambas metodologías consideran la cantidad de personas que ocupan los edificios tomando en cuenta el nivel máximo de ocupación.

Después de estos puntos la NOM-002-STPS-2010 y el Método Gretener ya no tienen coincidencias en la evaluación del riesgo de incendio, por lo que se hablará por separado de cada uno de ellos.

La NOM-002-STPS-2010 en total considera 8 aspectos, de los cuales tres ya fueron mencionados. Los cinco restantes son inventarios de sustancias peligrosas capaces de provocar incendios estas son: líquidos inflamables, líquidos combustibles, sólidos combustibles y materiales piróforos y explosivos. Para estos la Norma establece un margen de cantidad en litros y kilogramos. Con estos ocho criterios la norma hace el análisis de si el edificio estudiado es de alto, medio o bajo riesgo.

Después de haber estudiado todos los factores capaces de propiciar un incendio la Norma deja de lado un sin número de condiciones importantes que deben considerarse para determinar el grado de riesgo; ejemplo de ello son las condiciones en que se encuentran las instalaciones eléctricas, como ya se mencionó anteriormente la

antigüedad del edificio, los materiales con que se construyó el edificio, y si los sistemas de protección contra incendios con los que cuenta son los adecuados o no.

Otro punto que llama la atención de la Norma es que los equipos de protección contra incendios los toma como puntos de exigencia de acuerdo al grado de riesgo resultante y no los considera como parte del análisis del riesgo.

En este punto la Norma emite guías de referencia sobre la disposición y mantenimiento de los sistemas fijos contra incendio, así como de los sistemas de detección, sin embargo menciona que no son de cumplimiento obligatorio, es decir, que el patrón es el que decide si los implementará o no. Situación que sigue dejando de lado la obligatoriedad de la implementación de estos sistemas ya que como se ha visto es de vital importancia que los centros de trabajo cuenten con sistemas complementarios que ayuden a detener los incendios.

Lo que se puede rescatar es que esta Norma es bastante clara en cuanto a los puntos a cumplir de acuerdo al tipo de riesgo y los entregables para cada uno, además se complementa con otras Normas por lo que cumplimiento de todas se hace a la par.

El Método Gretener, además de los aspectos mencionados, evalúa de acuerdo al tipo de uso que se le dé al inmueble características como son: la carga térmica mobiliaria, combustibilidad, peligro de humos, peligro de corrosión y carga térmica inmobiliaria. Estos son atribuibles al contenido del edificio y de acuerdo a su clasificación el Método da un valor a cada variable. En estos aspectos se considera que el Método tiene limitantes ya que dentro de su lista de actividades existe el rubro de “escuelas y colegios” pero no hace distinción alguna en el nivel escolar de estas, ya que no es lo mismo una Primaria que una Preparatoria, o una Escuela Superior de Administración que una de Medicina y en el caso de la Escuela estudiada cuenta con la Sección de Estudios de Posgrado la cual contiene laboratorios de investigación que utilizan reactivos, material biológico infeccioso y medicamentos, que le adicionan una condición diferente respecto a las demás escuelas.

Por ello se considera de utilidad que se haga una división en esta actividad donde se puedan diferenciar los distintos tipos de escuelas y por ende otorgar la puntuación indicada a cada una de ellas.

El Método engloba en 3 grupos las medidas de protección adoptadas: normales, especiales e inherentes a la construcción; las últimas previamente comentadas. Dentro de las medidas normales se ubican los equipos básicos de lucha contra el fuego como son: extintores, hidrantes, la fiabilidad en el aporte de agua para los hidrantes y la longitud de las mangueras, y por último, la existencia de personal instruido en materia de combate contra incendios. Como bien se dijo, son los elementos básicos con los que debe contar cualquier centro de trabajo, sin embargo, la Escuela estudiada adolece de ellos.

Muestra de ello es que, de inicio, los extintores encontrados en el momento de la investigación era insuficientes y no contaban con mantenimientos preventivos mensuales y mucho menos con las recargas anuales; puntos que son requeridos por la normatividad Mexicana. Al cuestionar esto a las autoridades encargadas se observó en primer lugar el desconocimiento total de la normatividad, en segundo lugar el proceso

tan engorroso que implica la entrada de un proveedor, debido a que esta se hace a través de licitaciones que son generadas desde la Dirección General dependiendo del presupuesto que se haya destinado para estos fines y cuando un proveedor es autorizado para mantener actualizados los equipos, los contratos se hacen sólo por un año y al término de este la licitación se tiene que volver a realizar. Con este sistema el tiempo de licitación puede llevarse meses e incluso años. Por lo que es importante replantear el sistema y hacer factible la posibilidad de que cada escuela haga la licitación de manera independiente para ahorrar tiempo y garantizar el funcionamiento de los equipos.

Adicional a esto, la Norma establece la disposición adecuada de los extintores es decir la colocación y libre acceso a ello. Por lo que se observó tanto en los laboratorios de la Sección de Estudios de Posgrado como en los de Licenciatura hubo extintores que estaban bloqueados por máquinas o materiales, así como extintores colocados a nivel de piso. Además la NOM-0026-STPS-2008 establece que todo equipo de combate contra incendios debe estar debidamente señalado y en la Escuela existen algunos extintores que carecen de estos señalamientos.

Tan solo con observar las condiciones en las que se encontraron los extintores podemos imaginar el panorama referente a los demás equipos de combate contra incendios. En el caso de los hidrantes que son evaluados por el Método y requeridos por la Norma podemos ver el grado de incumplimiento ya que en el área total de la Escuela no existe un solo hidrante y mucho menos sus complementos.

Referente al personal instruido en materia de combate contra incendios, la autoridad encargada de formar las brigadas comentó que, estas están integradas por trabajadores administrativos y por estudiantes, los cuales no siempre están en la Escuela. La capacitación se da de forma anual pero esta debería ser semestral, ya que, como se mencionó, los alumnos inscritos en las brigadas son variables ya que éstos cambian semestralmente no anualmente. Además la Norma exige la instrucción a todo el personal del centro de trabajo y no solamente al personal que forma las brigadas, por lo que es necesario brindar la capacitación a todos los trabajadores y periódicamente dar reforzamientos.

Finalmente se hablará de las medidas especiales que evalúa el Método Gretener referentes a: sistemas de detección del fuego, alarmas de transmisión, disponibilidad de bomberos, instalaciones para rociadores y extractores de humo. En este caso el panorama no es más favorable. Ya que se encontró que sólo 2 edificios (el de gobierno y la Sección de Estudios de Posgrado) cuentan con alarmas sonoras que se pueden activar en caso de una emergencia, con esto se cumple parcialmente el requerimiento de la Norma, pues visto desde un fin práctico si se llegase a presentar un siniestro en alguno de los edificios que no cuentan con alarma tendrían que trasladarse hasta el más cercano de los 2 que sí cuentan con el sistema, para activarla, lo que generaría pérdida de minutos vitales para el control del fuego.

Además, se detectó otro punto de mejora en este sistema, debido a que los botones de activación de las alarmas no se encuentran a la vista de todas las personas porque están dentro de las oficinas, de tal forma que, si la persona que detectó el fuego no está familiarizada con las instalaciones perdería aún mas tiempo, por lo que es necesario que los botones sean colocados en cada uno de los edificios y a la vista de todas las personas.

En el caso de la colocación de rociadores únicamente la Biblioteca contaba con ellos al momento de la investigación. Estos sistemas no cuentan con una red independiente que garantice el abasto de agua, sino que son alimentados de la red general. Con el resultado obtenido de la evaluación de riesgo, es indispensable garantizar la aportación fiable de agua, además de colocar adicionales en áreas de riesgo como son los laboratorios, necrocomio y almacén. Lugares de riesgo donde, de igual forma, deben colocarse sistemas de extracción de humos. Estos 2 puntos (rociadores y extractores de humo) son sistemas de protección que aparte de que el Método Gretener los evalúa la Norma los establece como requisitos.

Por lo cual se estima que el Método Gretener resulta valioso al integrar en el análisis del riesgo de incendio las medidas de protección.

Se considera que de hacerle los ajustes pertinentes al Método el resultado sería todavía más confiable.

Un punto importante que no es analizado por el Método Gretener o por la NOM-002-STPS-2010, es la presencia de salidas de emergencia. Aquí es donde la Norma se apoya de normas adicionales, como es el caso de la NOM-001-STPS-2008 que establece las condiciones de las salidas de emergencia, en el caso de la Escuela no cuenta con salidas adicionales para facilitar el desalojo de los edificios.

Ambas metodologías utilizadas en esta investigación son susceptibles de mejorarse, sin embargo aportan datos útiles en la evaluación de riesgo.

Afortunadamente, hasta el día de hoy no se han presentado incidentes que evidencien la carencia de estos recursos, el motivo de este trabajo es generar interés por cubrir estas necesidades y preparar a la escuela para que se tenga una reacción adecuada en el momento requerido.

## CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES

Se evaluó el grado de riesgo de incendio en los edificios de una Escuela de Nivel Superior con el Método Gretener encontrando que el riesgo de incendio global es **alto**. Ya que el Método establece que para que la seguridad contra incendios sea suficiente el valor final debe ser igual o mayor a 1 y en ningún edificio se obtuvo un valor mayor a 1.

De acuerdo con el grado de riesgo obtenido con el Método Gretener se ordenarán los edificios en forma descendente.

1. Laboratorios de Licenciatura. (0.027)
2. Sección de Estudios de Posgrado e Investigación. (0.039)
3. Gimnasio. (0.047)
4. Biblioteca. (0.182)
5. Edificio de gobierno. (0.84)

La misma evaluación de grado de riesgo de incendio, pero con la NOM-002-STPS-2010 resultó que en 4 de los 5 edificios el riesgo de incendio es **alto**, solo el edificio del gimnasio obtuvo un grado de riesgo **medio**. Pero, de acuerdo a los criterios de la NOM, el riesgo de incendio global de la escuela es **alto**, ya que en ella se menciona que el valor más elevado encontrado es el que lo define.

EDIFICIO	GRADO DE RIESGO
Oficinas de gobierno	ALTO
Sección de Estudios de Posgrado	ALTO
Biblioteca	ALTO
Gimnasio	MEDIO
Laboratorios de Licenciatura	ALTO

Con ello se puede concluir que ambos métodos indicaron un grado de riesgo de incendio **alto** en la Escuela investigada.

Después de analizar ambas metodologías, sabiendo las deficiencias y beneficios de cada una, se puede decir que el Método Gretener es un buen complemento de la NOM-002-STPS-2010 y nos orienta hacia las deficiencias en los equipos de extinción del fuego y con él cumplir totalmente los puntos requeridos por la Norma.

La Escuela incumple la Norma de forma inicial al carecer de un estudio de riesgo de incendio y obviamente al no contar con el equipo básico para la lucha y combate contra incendios.

Finalmente y dado el alto grado de riesgo de incendio en la Escuela objeto de estudio se elaboró un Programa de Seguridad en el Trabajo, mismo que se describe a continuación.

## **CAPÍTULO 6. RECOMENDACIONES**

### **6.1 PROGRAMA DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS DE UNA ESCUELA DE NIVEL SUPERIOR**

#### **JUSTIFICACIÓN.**

La justificación del presente programa está basada en los resultados del diagnóstico del grado de riesgo de incendio realizado en la Escuela investigada.

Después del análisis de las medidas de protección con que se cuenta y debido a que el grado de riesgo de incendio global de la escuela es ALTO, es urgente implementar medidas que ayuden a actuar de manera ágil y efectiva en caso de que se presente un conato o un incendio verdadero.

Dado el número de personas que utilizan los edificios es de vital importancia implementar acciones dirigidas a prevenir un incendio, a su combate adecuado y garantizar la protección de los trabajadores.

Los objetivos de este programa son los siguientes.

#### **OBJETIVO GENERAL**

- Reducir el riesgo de incendio derivado de las actividades propias de la Escuela.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Garantizar la seguridad contra incendios.
- Facilitar el acceso a todos los ocupantes de los edificios a los sistemas de detección y combate contra incendio.
- Promover el conocimiento sobre el uso y mantenimiento de los sistemas contra incendio.
- Cumplir con la Normatividad mexicana en materia de prevención y combate contra incendios.

Los recursos con que se cuenta para realizar este programa son:

- Humanos: la autora de este trabajo, trabajadores administrativos y docentes, además de los alumnos de la Escuela.
- Materiales: para las capacitaciones; laptop, extintores, material audio visual. En el caso de los recursos para la implementación de los sistemas contra incendios dependerá de aquellos con los que la escuela cuente.

Con el fin de disminuir el riesgo de incendio, e incrementar las medidas de protección contra éste, a continuación se presenta el siguiente plan de trabajo:

## **PLAN DE TRABAJO PARA MEJORAR LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN EN MATERIA DE PREVENCIÓN COMBATE CONTRA INCENDIOS**

En el siguiente plan de trabajo, se proponen las medidas necesarias para que la Escuela cuente con lo necesario para reaccionar en caso de algún incendio, sin embargo a las actividades no se les colocó una fecha de cumplimiento ya que esta depende de los procesos de licitación y mantenimiento de la Institución a la cual pertenece la Escuela.

### **ACTIVIDAD:**

- 1) Informar a los trabajadores sobre los riesgos susceptibles de causar incendios a los que se encuentran expuestos.
- 2) Capacitar de manera constante al personal que integra las brigadas (docentes y alumnos), por lo menos una vez al año en materia de combate contra incendios y evacuación. Y de ser necesario recapacitarla en caso de que alguno de los integrantes cambiara antes del año.
- 3) Capacitar a los trabajadores y a los alumnos en materia de combate contra incendios. Es indispensable que todo trabajador de nuevo ingreso sea administrativo o docente, así como los alumnos reciban esta capacitación al momento de ingresar a la Escuela, para mantener actualizadas estas capacitaciones.
- 4) Contar con un Plan de emergencia y darlo a conocer.

**NORMATIVIDAD QUE CUMPLE:** ambas acciones deben cumplir la normatividad siguiente. NOM 002-STPS-2010. En sus fracciones:

- **Fracción 5.6** Contar con brigadas contra incendio en los centros de trabajo clasificados con riesgo de incendio alto.
- Para cumplir con este punto las brigadas deberán estar constituidas de la siguiente forma:
  - Para determinar el número de integrantes de la(s) brigada(s) del centro de trabajo, se deberán considerar al menos:
    - a) El número de trabajadores por turno del centro de trabajo.
    - b) La asignación y rotación de trabajadores en los diferentes turnos.
- **Fracción 9.3** Las brigadas contra incendio deberán tener, al menos, las funciones siguientes:
  - a) Evaluar los riesgos de la situación de emergencia por incendio, a fin de tomar las decisiones y acciones que correspondan, a través del responsable de la brigada o, quien tome el mando a falta de éste, de acuerdo con el plan de atención a emergencias de incendio.
  - b) Reconocer y operar los equipos, herramientas y sistemas fijos contra incendio, así como saber utilizar el equipo de protección personal contra incendio, de acuerdo con

las instrucciones del fabricante, los procedimientos establecidos y la capacitación proporcionada por el patrón o las personas capacitadas que éste designe.

- **Fracción 11.1** Los trabajadores deberán ser capacitados para prevenir incendios en el centro de trabajo, de acuerdo con los riesgos de incendio que se pueden presentar en sus áreas o puestos de trabajo, en los aspectos básicos de riesgos de incendio y conceptos del fuego.
- **Fracción 11.2** Los trabajadores deberán recibir entrenamiento teórico-práctico, según aplique, para:
  - a) Manejar los extintores y/o sistemas fijos contra incendio;
  - b) Actuar conforme al plan de atención a emergencias de incendio;
  - c) Actuar y responder en casos de emergencia de incendio, así como para prevenir riesgos de incendio en las áreas de trabajo donde se almacenen, procesen y manejen materiales inflamables o explosivos, en lo referente a:
    - 1) Instalaciones eléctricas.
    - 2) Instalaciones de aprovechamiento de gas licuado de petróleo o natural.
    - 3) Prevención de actos inseguros que puedan propiciar incendios.
    - 4) Medidas de prevención de incendios.
    - 5) Orden y limpieza.
  - d) Participar en el plan de ayuda mutua que se tenga con otros centros de trabajo.
  - e) Identificar un fuego incipiente y combatirlo, así como activar el procedimiento de alertamiento.
- **f)** Conducir a visitantes del centro de trabajo en simulacros o en casos de emergencia de incendios, a un lugar seguro.
- **Fracción 11.3** Los brigadistas de los centros de trabajo clasificados con riesgo de incendio alto, deberán ser capacitados, además en la aplicación de las instrucciones para atender emergencias de incendio, en apego al plan de atención a emergencias de incendio, con los temas siguientes:
  - a) El contenido del plan de atención a emergencias de incendio.
  - b) Las estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos incipientes o, en su caso, incendios, de acuerdo con las emergencias potenciales del centro de trabajo y el plan de atención a emergencias de incendio.
  - c) Los procedimientos básicos de rescate y de primeros auxilios.
  - d) La comunicación interna con trabajadores y brigadistas, y externa con grupos de auxilio.
  - e) La coordinación de las brigadas con grupos externos de auxilio, para la atención de las situaciones de emergencia.
  - f) El funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio.
  - g) Las verificaciones de equipos para protección y combate de incendios, así como para el equipo de primeros auxilios.

**h)** El manejo seguro de materiales inflamables o explosivos, en casos de emergencias, considerando los aspectos siguientes:

- 1) Las propiedades y características de dichos materiales, mismas que pueden ser consultadas en sus respectivas hojas de datos de seguridad.
- 2) Los riesgos por reactividad.
- 3) Los riesgos a la salud.
- 4) Los medios, técnicas y precauciones especiales para la extinción.
- 5) Las contraindicaciones del combate de incendios.
- 6) Los métodos de mitigación para controlar la sustancia.

- **Fracción 11.4** El responsable de la brigada y quien sea designado para suplirle en sus ausencias, deberán recibir además capacitación en la toma de decisiones y acciones por adoptar, dependiendo de la magnitud y clase de fuego.

- El plan de acción de emergencia deberá contener los siguientes temas de acuerdo a la fracción 8.1 de la Norma.

**a)** La identificación y localización de áreas, locales o edificios y equipos de proceso, destinados a la fabricación, almacenamiento o manejo de materias primas, subproductos, productos y desechos o residuos que impliquen riesgo de incendio.

**b)** La identificación de rutas de evacuación, salidas y escaleras de emergencia, zonas de menor riesgo y puntos de reunión.

**c)** El procedimiento de alertamiento, en caso de ocurrir una emergencia de incendio, con base en el mecanismo de detección implantado.

**d)** Los procedimientos para la operación de los equipos, herramientas y sistemas fijos contra incendio, y de uso del equipo de protección personal para los integrantes de las brigadas contra incendio.

**e)** El procedimiento para la evacuación de los trabajadores, contratistas, patrones y visitantes, entre otros, considerando a las personas con capacidades diferentes.

**f)** Los integrantes de las brigadas contra incendio con responsabilidades y funciones a desarrollar.

**g)** El equipo de protección personal para los integrantes de las brigadas contra incendio.

**h)** El plan de ayuda mutua que se tenga con otros centros de trabajo.

**i)** El procedimiento de solicitud de auxilio a cuerpos especializados para la atención a la emergencia contra incendios, considerando el directorio de dichos cuerpos especializados de la localidad.

**j)** Los procedimientos para el retorno a actividades normales de operación, para eliminar los riesgos después de la emergencia, así como para la identificación de los daños.

**k)** La periodicidad de los simulacros de emergencias de incendio por realizar.

**l)** Los medios de difusión para todos los trabajadores sobre el contenido del plan de atención a emergencias de incendio y de la manera en que ellos participarán en su ejecución.

m) Las instrucciones para atender emergencias de incendio.

**8.2** Para centros de trabajo con riesgo de incendio alto, el plan de atención a emergencias de incendio deberá contener, además de lo previsto en el numeral 8.1, lo siguiente:

- a) Las brigadas de primeros auxilios, de comunicación y de evacuación.
- b) Los procedimientos para realizar sus actividades.
- c) Los recursos para desempeñar las funciones de las brigadas.

**CONTROLES PARA EL SEGUIMIENTO DE LA ACTIVIDAD:** para demostrar el cumplimiento de las capacitaciones se deberá generar una bitácora donde se registren las actividades de las brigadas y del cumplimiento a cada uno de los puntos. A continuación se propone un ejemplo de ella.

Ejemplo de bitácora para el registro de actividades de capacitación.

CAPACITACIÓN EN MATERIA DE COMBATE CONTRA INCENDIOS					
PUESTO	TEMA DE CAPACITACIÓN	DURACIÓN	RESPONSABLE	FECHA	CUMPLIMIENTO
Director	Identificación de áreas de riesgo.	2 Hrs.	Dra. Guadalupe Cuevas	Se harán grupos de estudio y se asignará fecha.	
Subdirectores					
Encargados de área					
Personal Administrativo					
Personal docente					
Alumnos					

**RESPONSABLES DE LA APLICACIÓN:** Subdirección Técnica, Subdirección Administrativa y personal que integra las brigadas.

**ACTIVIDAD:**

- 5) Calendarización de simulacros por lo menos cada 6 meses, debido a la rotación de la plantilla.

**NORMATIVIDAD QUE CUMPLE:** NOM 002-STPS-2010. En sus fracciones:

**Fracción 10.1:** Los simulacros de emergencias de incendio se deberán realizar por áreas o por todo el centro de trabajo.

**Fracción 10.2** La planeación de los simulacros de emergencias de incendio deberá hacerse constar por escrito y contener al menos:

- a) Los nombres de los encargados de coordinar el simulacro y de establecer las medidas de seguridad por adoptar durante el mismo.
- b) La fecha y hora de ejecución.
- c) El alcance del simulacro: integral o por áreas del centro de trabajo, con o sin previo aviso, personal involucrado, entre otros.
- d) La determinación del tipo de escenarios de emergencia más críticos que se pudieran presentar, tomando en cuenta principalmente el tipo y cantidad de materiales inflamables o explosivos, las características, el riesgo de incendio y la naturaleza de las áreas del centro de trabajo, así como las funciones y actividades que realizará el personal involucrado.
- e) La secuencia de acciones por realizar durante el simulacro.
- f) En su caso, la participación de los cuerpos especializados de la localidad para la atención a la emergencia, de existir éstos, y si así lo prevé el tipo de escenario de emergencia planeado.

**CONTROLES PARA EL SEGUIMIENTO DE LA ACTIVIDAD:** para la evaluación del cumplimiento deberá realizarse una bitácora en la cual se registren los siguientes datos:

- a) El nombre, denominación o razón social del centro de trabajo donde se desarrolló el simulacro, incluyendo el domicilio completo.
- b) Las áreas del centro de trabajo en las que se realizó el simulacro.
- c) El número de personas que intervinieron.
- d) Los recursos utilizados durante el simulacro.
- e) La detección de desviaciones en las acciones planeadas.
- f) Las recomendaciones para actualizar el plan de atención a emergencias de incendio.
- g) La duración del simulacro.
- h) Los nombres de los encargados de coordinarlo.

**RESPONSABLES DE LA APLICACIÓN:** Subdirección Técnica, Subdirección Administrativa y personal que integra las brigadas.

**ACTIVIDAD:**

- 6) Contar con un sistema de comunicación directa con el cuerpo de bomberos más cercano.

**NORMATIVIDAD QUE CUMPLE:** NOM 002-STPS-2010. En sus fracciones:

**Fracción 8. Inciso i).** El procedimiento de solicitud de auxilio a cuerpos especializados para la atención a la emergencia contra incendios, considerando el directorio de dichos cuerpos especializados de la localidad.

**CONTROLES PARA EL SEGUIMIENTO DE LA ACTIVIDAD:** en este caso la escuela debe contar con un sistema de radio que este conectado directamente con la estación de bomberos, o en su defecto con el teléfono directo de la estación, dichos números deberán ser proporcionados a las brigadas y estar publicados.

**RESPONSABLES DE LA APLICACIÓN:** Subdirección Técnica, Subdirección Administrativa y personal que integra las brigadas.

**ACTIVIDAD:**

- 7) Colocar detectores de incendio en zonas de riesgo como son: laboratorios y almacén.
- 8) Colocar sistemas de extracción de humos en zonas de riesgo.
- 9) Contar con hidrantes y sistema de red hidráulica que garantice el abastecimiento de agua.
- 10) Colocar alarmas de emergencia en todos los edificios y colocar sus botones de activación en zonas visibles al público.

**NORMATIVIDAD QUE CUMPLE:** NOM 002-STPS-2010. Esta Norma, no incluye estos sistemas como puntos obligatorios, sin embargo la Escuela requiere de la implementación de ellos debido al alto grado de riesgo que presenta.

**CONTROLES PARA EL SEGUIMIENTO DE LA ACTIVIDAD:** la Norma citada recomienda las siguientes revisiones y pruebas para cada uno de estos sistemas, las cuales deberán ser registradas en la bitácora de cumplimiento.

Frecuencia de revisión y tipos de pruebas a los sistemas fijos contra incendio.

Equipo o sistema	Revisión	Condición a revisar	Prueba	Condición a revisar
Alarma manual contra incendios.	Semanal.	Condiciones físicas.	Mensual máximo.	Accionamiento de todos los dispositivos de activación.
Detectores de incendio.	Diariamente y por cada turno.	Que el panel de control indique funcionamiento normal.	Semestral.	Operación de cada detector de incendio.
	Mensual.	Condiciones físicas. Limpieza según recomendaciones del fabricante. Reemplazo de baterías según el fabricante.	Mensual.	Accionamiento de un detector o pulsador de alarma, de preferencia un área diferente cada mes, para comprobar la capacidad del equipo de recibir una señal, hacer sonar la alarma y poner en funcionamiento los demás dispositivos de alarma.
Depósitos de agua.	Mensual.	Condiciones físicas (posibles agrietamientos, fugas, corrosión, daño a flotadores). Deberán someterse a un programa anual de control de corrosión y sedimentación.		
Hidrantes.	Mensual.	comprobar los armarios de mangueras para constatar que no estén dañados.		
	Anual.	Comprobar que todos los hidrantes estén accesibles.		
	Anual.	comprobar la estanqueidad de la salida de los hidrantes, fugas, roturas, desgastes.		
Gabinete de mangueras.	Mensual.	Comprobar contenido, limpieza, accesibilidad y posible daño físico.	Anual.	Pruebas hidrostáticas para detectar daños.

**RESPONSABLES DE LA APLICACIÓN:** Dirección general, Dirección de la Escuela y Subdirección Administrativa.

**ACTIVIDAD:**

- 11) Señalización y disposición adecuada de los equipos de combate contra incendios.

- 12) Fijar los extintores a la altura indicada por la Norma.
- 13) Dar mantenimiento preventivo y correctivo a los extintores.
- 14) Identificar los extintores de acuerdo a la Norma.
- 15) Contar con el plano de ubicación de los extintores.

**NORMATIVIDAD QUE CUMPLE:** NOM 002-STPS-2010. En sus fracciones:

**Fracción 7.2 b)** Que su ubicación sea en lugares visibles, de fácil acceso y libres de obstáculos.

**Fracción 7.3** Contar con el registro de los resultados de la revisión mensual a los extintores que al menos contenga:

- a) La fecha de la revisión.
- b) El nombre o identificación del personal que realizó la revisión.
- c) Los resultados de la revisión mensual a los extintores.
- d) Las anomalías identificadas.
- e) El seguimiento de las anomalías identificadas.

**Fracción 7.11 c)** Colocar al menos un extintor por cada 200 metros cuadrados de superficie o fracción.

**Fracción 7.17 c)** Colocar al menos un extintor por cada 200 metros cuadrados de superficie o fracción.

f) Colocarlos a una altura no mayor de 1.50 m medidos desde el nivel del piso hasta la parte más alta del extintor.

**Fracción 7.18** Proporcionar mantenimiento a los extintores como resultado de las revisiones mensuales.

**CONTROLES PARA EL SEGUIMIENTO DE LA ACTIVIDAD:** registro en las bitácoras de revisión de equipo de las anomalías detectadas y medidas correctivas. Seguimiento por parte del responsable.

**RESPONSABLES DE LA APLICACIÓN:** Subdirección Administrativa.

**ACTIVIDAD:**

- 16) Etiquetar tuberías conductoras de fluidos.
- 17) Publicar los códigos de colores en sitios visibles del centro de trabajo.

**NORMATIVIDAD QUE CUMPLE:** NOM 026-STPS-2008.

**Fracción 9.1.1.** Las tuberías deben ser identificadas con el siguiente color de seguridad:

- ROJO: tuberías contra incendio.
- AMARILLO: tuberías con fluidos peligrosos.
- VERDE: tuberías con fluidos de bajo riesgo.

Adicional a esto deberá colocarse la leyenda del contenido de la tubería en color contrastante los cuales son:

- TUBERIA ROJA - CONTRASTE BLANCO
- TUBERIA AMARILLA - CONTRASTE NEGRO
- TUBERIA VERDE – CONTRASTE BLANCO.

**CONTROLES PARA EL SEGUIMIENTO DE LA ACTIVIDAD:** registro en las bitácoras de revisión mensual las condiciones a corregir. Seguimiento por parte del responsable.

**RESPONSABLES DE LA APLICACIÓN:** Subdirección Administrativa.

**ACTIVIDAD:**

- 18) Dar mantenimiento preventivo a las instalaciones eléctricas.
- 19) Bloquear con un señalamiento las instalaciones eléctricas que se encuentren en reparación o en mal estado.

**NORMATIVIDAD QUE CUMPLE:** NOM-002-STPS-2010. En sus fracciones:

**Fracción: 7.5** Establecer y dar seguimiento a un programa anual de revisión a las instalaciones eléctricas de las áreas del centro de trabajo, con énfasis en aquellas clasificadas como de riesgo de incendio alto, a fin de identificar y corregir condiciones inseguras que puedan existir, el cual deberá comprender, al menos, los elementos siguientes:

- a) Tableros de distribución.
- b) Conductores.
- c) Canalizaciones, incluyendo los conductores y espacios libres en éstas.
- d) Cajas de conexiones.
- e) Contactos.
- f) Interruptores.
- g) Luminarias.
- h) Protecciones, incluyendo las de cortocircuito -fusibles, cuchillas desconectadoras, interruptor automático, dispositivos termo-magnéticos, entre otros-, en circuitos alimentadores y derivados.
- i) Puesta a tierra de equipos y circuitos.

**CONTROLES PARA EL SEGUIMIENTO DE LA ACTIVIDAD:** resultado de las verificaciones mensuales se deberán anotar en las bitácoras de revisión las anomalías detectadas y el seguimiento por parte del responsable.

**RESPONSABLES DE LA APLICACIÓN:** Subdirección Administrativa.

**ACTIVIDAD:**

- 20) Habilitar salidas de emergencia.

- 21) Habilitar las puertas de salida de emergencia de forma que se abran hacia afuera.

**NORMATIVIDAD QUE CUMPLE:** NOM-002-STPS-2010. Fracciones:

**Fracción 7.16** Contar con salidas normales y/o de emergencia que cumplan con las condiciones siguientes:

- b) Que comuniquen a un descanso, en caso de acceder a una escalera.
- c) Que en las salidas de emergencia, las puertas abran en el sentido del flujo, salvo que sean automáticas y corredizas.
- d) Que las puertas sean de materiales resistentes al fuego y capaces de impedir el paso del humo entre áreas de trabajo, en caso de quedar clasificados el área o centro de trabajo como de riesgo de incendio alto, y se requiera impedir la propagación de un incendio hacia una ruta de evacuación o áreas contiguas por presencia de materiales inflamables o explosivos.
- e) Que las puertas de emergencia cuenten con un mecanismo que permita abrirlas desde el interior, mediante una operación simple de empuje.
- f) Que las puertas consideradas como salidas de emergencia estén libres de obstáculos, candados, picaportes o cerraduras con seguros puestos durante las horas laborales, que impidan su utilización en casos de emergencia.

**CONTROLES PARA EL SEGUIMIENTO DE LA ACTIVIDAD:** deberá realizarse un estudio que permita evaluar la colocación de éstas y de ser factible la actividad deberá evaluarse de acuerdo a la bitácora de mantenimiento.

**RESPONSABLES DE LA APLICACIÓN:** Dirección General, Dirección de la Escuela y Subdirección Administrativa.

**CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

		2012											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TEMA	DESCRIPCIÓN												
INFORMACIÓN SOBRE RIESGOS SUSCEPTIBLES DE GENERAR INCENDIOS	PLATICA A LOS TRABAJADORES Y GENERAR POSTERS INFORMATIVOS												
CAPACITACIÓN A TRABAJADORES Y ALUMNOS EN COMBATE CONTRA	CAPACITACIÓN TEÓRICO PRACTICA EN EVACUACIÓN, USO DE EXTINTORES Y PRIMEROS AUXILIOS												
DOCUMENTAR PLAN DE EMERGENCIA	DARA CONOCER EL PLAN DE EMERGENCIA A LAS BRIGADAS												
REALIZAR SIMULACROS DE EVACUACIÓN	COORDINAR BRIGADAS, DETERMINAR ROLES Y RESPONSABILIDADES PARA LA REALIZACIÓN DE SIMULACROS												
COLOCACIÓN DE DETECTORES DE HUMO EN ZONAS DE RIESGO	EVALUACIÓN, PLANEACIÓN Y COLOCACIÓN DE DETECTORES DE HUMO EN LABORATORIOS Y ALMACÉN												
COLOCACIÓN DE SISTEMAS DE EXTRACCIÓN DE HUMOS	EVALUACIÓN, PLANEACIÓN Y COLOCACIÓN DE SISTEMAS DE EXTRACCIÓN DE HUMOS EN												
COLOCACIÓN DE HIDRANTES Y RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	EVALUACIÓN, PLANEACIÓN Y COLOCACIÓN DE HIDRANTES Y RED HIDRÁULICA												
COLOCACIÓN DE ALARMAS SONORAS DE EMERGENCIA	COLOCAR EN CADA UNO DE LOS EDIFICIOS, BOTONES DE ACTIVACIÓN DE ALARMA SONORA LOS CUALES DEBERÁN ESTAR EN ZONAS VISIBLES												
DISPOSICIÓN ADECUADA DE EXTINTORES	ESTA ACTIVIDAD INCLUYE: CONTAR CON UN PLANO DE LOCALIZACIÓN DE LOS EXTINTORES. SEÑALIZACIÓN Y DISPOSICIÓN DE ÉSTOS DE ACUERDO A LA NORMA. MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE EXTINTORES.												
ETIQUETAR TUBERÍAS CONDUCTORAS DE FLUIDOS	PINTAR DEL COLOR QUE INDICA LA NORMA LAS TUBERÍAS CONDUCTORAS DE FLUIDOS, ADEMÁS DE ETIQUETARLAS CON EL NOMBRE DEL FLUIDO SEGÚN LO DISPUESTO POR LA NORMA												
PUBLICAR CÓDIGOS DE COLORES	SE DEBERÁN GENERAR POSTERS INFORMATIVOS CON LOS CODIGOS DE COLORES DE TUBERIAS Y DEMÁS SEÑALAMIENTOS DE SEGURIDAD												
MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO A INSTALACIONES ELÉCTRICAS	EN CASO DE QUE UNA INSTALACIÓN SE ENCUENTRE EN MAL ESTADO O EN REPARACIÓN, COLOCAR SEÑALAMIENTOS PARA BLOQUEAR SU USO												
HABILITAR SALIDAS DE EMERGENCIA	EVALUACIÓN, PLANEACIÓN Y COLOCACIÓN DE SALIDAS DE EMERGENCIA ALTERNAS EN LOS EDIFICIOS DE LA ESCUELA.												

**BIBLIOGRAFÍA.****a) FUENTES IMPRESAS**

Bayon, R. (1978). "La Protección Contra Incendios en la Construcción". Barcelona España. Editores Técnicos Asociados. pp. 17-37.

Blake, P. (1990). "Seguridad Industrial". México. Editorial Diana. pp. 19-32; 53-83.

Bolens, L. (1992). "La cocina andaluza, un arte de vivir". Madrid. Editorial Edad. pp. 15-28, 35-40.

Cano, H, Crisanto, F. y Rodríguez, J. (2007). "Valuación Económica de los Sistemas Contra Incendio. Su Situación en México. Aplicado a un Caso Práctico con Rociadores Automáticos". México. pp.43.

Cluzel, D. y Sarrat, P. (1977). "Evaluación para el Cálculo del Riesgo de Incendio Método de E.R.I.C.". Unión Técnica Interprofesional. Francia. (TOMO I, II). pp. 45-52.

Cortes, J. (2001). "Seguridad e Higiene del Trabajo. Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales". México. Ed. Alfa y omega. pp. 10-21; 32-52.

Cote, A. (1991). "Fire Protection Handbook", 17ª ed. Quincy, Massachusetts. NFPA. pp. 5-18.

De Smet, E. (1988). "Evaluación de Riesgos". F.R.A.M.E. Asociación Nacional para la Protección Contra Incendios. Francia. pp. 11-32.

Denton, K. (1990). "Seguridad Industrial, Administración y Métodos". México. Editorial. Mc Graw Hill. pp. 5-8; 45-32.

Duarte, V., Guiomar y Piqué, A., Thomas, P (2003). "Criterios del Riesgo de Incendio". Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España. pp. 2-15.

Eiroa, J. (2003). "Nociones de Prehistoria general". Barcelona. Editorial Ariel. pp. 5-89.

Frazer, J. (1986) "Mitos sobre el origen del fuego". Barcelona. Editorial Alta Fulla. pp. 15-45.

Fundación MAPFRE. (1997). "Manual de Seguridad Contra Incendios". España. pp. 3-10.

Goudsblom, J. (1992). "*Fire and Civilization*". Londres. Editorial. Penguin Press. pp. 22-35,77-90.

González, J. y Buxó, M. (1997). "El fuego. Mitos, ritos y realidades". Granada. pp. 5-12; 25, 36.

- Gratton, J. (1991). “*Fire Safety Education*”. “*Fire Protection Handbook*”, 17<sup>a</sup> ed. Capítulo 2, Sección .1 Massachusetts. NFPA. pp. 5-11.
- Gretener, M. (1991). “Evaluación del Riesgo de Incendio. Método de Cálculo”. CEPREVEN. España. pp. 1-17; 22-30; 45-50.
- Hackett, R. (1993). “Manual de Seguridad y Primeros Auxilios”. Editorial Alfa Omega. México. pp. 77-87.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo Centro de Investigación y Asistencia Técnica. (2000). “Índice de Incendio y Explosión. Guía para la Clasificación de Riesgos”. España. pp. 5-23
- Klinoff, R. (1997). “*Introduction of Fire Protection*”. Nueva York. Delmar Publishers (Ed. Literaria). pp. 5-14; 22-41.
- Kreith, F. (2003). “Principios de Transferencia de Calor”. México. Editorial Thompson Learning. pp. 2-17.
- Letayf, J., González, C. (1994). “Seguridad, Higiene y Control Ambiental”. México. Editorial Mc Graw Hill. pp. 31-37.
- National Fire Protection Association (Asociación Nacional para la Protección Contra Incendios) (2001). “Manual de Protección Contra Incendios”. EAU. pp. 9-20.
- Organización Internacional del Trabajo (OIT) (2007). “Enciclopedia de Seguridad y Salud en el Trabajo”. TOMO 2. Capítulo 41. España. pp. 1-17.
- Organización Internacional del Trabajo. (1984). “La prevención de accidentes”. Manual de educación obrera. Ginebra. pp. 9-15.
- Organización Internacional del Trabajo. (2009). “Reglamento Tipo de Seguridad en los Establecimientos Industriales” (para Guía de los gobiernos y la industria). Capítulo III. Ginebra. pp. 6-16.
- Organización Marítima Internacional. (2007). “Código Internacional de Seguridad Contra Incendios”. Londres. Segunda edición. pp. 6-23.
- Oficina de Prevención de riesgos laborales. (2008). “Manual de Prevención de Incendios”. Publicaciones Vértice SL. España. pp. 1-7, 11-13, 25-45, 49-90, 131-145.
- Padilla, R. (2006). “Manual de Procedimientos para la Inspección, Pruebas y Mantenimiento en el Sistema de Protección Contra Incendio y la Subestación Eléctrica en un Edificio de Oficinas”. México. pp. 18-35.
- Ramírez, C. (2000). “Seguridad Industrial ‘Un Enfoque Integral’”. México. Editorial Limusa. pp. 12-32.
- Ramírez, F. (2007), “Modelo de Programa Específico de Seguridad Contra Incendio de una Empresa de Adhesivos Industriales”. México. pp. 19.

Rittner, R. (2004). “*Schools Try to Keep from Getting Burned*”. Revista *Fire Protection Engineering*. Ohio. pp. 1-2.

Rodellar, A. (1999). “Seguridad e Higiene en el Trabajo”. Oficina Internacional del Trabajo. Ginebra. pp. 261-326.

Rubio, J. (2004). “Métodos de Evaluación de Riesgos Laborales”. España. pp. 50-84; 130-160; 240-265.

Sagarra, R. (1991). “Aproximación al Método de Evaluación del Riesgo de Incendio Estructural”. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. pp. 31-35.

Soledad, J. (2001). “Diagnóstico de Riesgo por Incendio y su Prevención”. Suiza. pp. 2-15.

Tewarson, A. (1994). “Flammability Parameters of Materials: Ignition, Combustion, and Fire Propagation”. *Fire Safety Journal*. EUA. pp. 2-22.

Villalobos, F., Mateos, L., Orgaz, F. (2002). “Fitotecnia, bases y tecnologías de la producción agrícola”. Madrid. Mundi-Prensa. pp. 8-13.

Villanueva, J. (1984). “Evaluación del Riesgo de Incendio. Método Gustav Purst”. Notas Técnicas de Prevención. NTP.100-1984. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Madrid. pp. 7-13.

## **b) FUENTES NO IMPRESAS**

Barrantes E. (2006). “Breve Historia del Fuego”. Consultado el 26 de Julio de 2008. Disponible en:  
<http://sisbib.unmsm.edu.pe/Bibvirtual/libros/antropologia/entnaturaleza/breve.htm>

Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de Barcelona. (2005). “Manual de Seguridad Contra Incendios”. Consultado el 30 de Septiembre de 2009. Disponible en:  
[http://www.copitva.es/noticias/CETIB\\_manual-seguridad-contra-incendios.pdf](http://www.copitva.es/noticias/CETIB_manual-seguridad-contra-incendios.pdf)

Fire Risk Evaluation to European Cultural Heritage. (2003). “WG6 Métodos de Evaluación del Riesgo de Incendio”. Proyecto de informe final. Alemania. Consultado en 11 Agosto 2009. Disponible en:  
[www.heritagefire.net/heritage\\_fire\\_wg\\_papers/wg6/pdf](http://www.heritagefire.net/heritage_fire_wg_papers/wg6/pdf).

Fuertes P. Y Rubio R. (2003). “Análisis Comparativo de los Principales Métodos de Evaluación del Riesgo de Incendio”. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. España. Núm. 25, pp. 12-17. Consultada en Agosto 2008. Disponible en:  
<http://www.estrucplan.com.ar/articulos/verarticulo.asp?idarticulo=521>

García C. (2005). “Evaluación del Riesgo de Incendio en una Guardería con el Método Gretener y Riesgo Intrínseco”. Consultado el 7 de Mayo de 2009. Disponible en: [www.ual.es/GruposInv/Prevención/2005/documentos/evaluacionconMETODOGRETENER.doc](http://www.ual.es/GruposInv/Prevención/2005/documentos/evaluacionconMETODOGRETENER.doc)

Ignacio Núñez Valverde (2008). “La Evaluación del Riesgo de Incendio en la Industria”. Consultado el 26 de Marzo de 2009. Disponible en: [http://www.framemethod.net/pdf\\_files/gretenerspaans1.pdf](http://www.framemethod.net/pdf_files/gretenerspaans1.pdf)

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2009). “Carga de Fuego Ponderada: Parámetros de Cálculo”. Consultado el 24 de Abril de 2009. Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/752a783/ntp-766.pdf>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2001). “NTP. 599. Evaluación del Riesgo de Incendio: Criterios”. Consultado el 3 de Octubre de 2009. Disponible en: [http://fete.ugt.org/PRLp\\_preventivopdf\\_ntpntp\\_599.pdf](http://fete.ugt.org/PRLp_preventivopdf_ntpntp_599.pdf)

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2001). “NTP. 600. Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales”. Consultado el 3 de Octubre de 2009. Disponible en: [www.insht.es/Inshtweb/contenidos/documentación/fichastecnicas/NTP/ficheros/501a600.ntp\\_600.pdf](http://www.insht.es/Inshtweb/contenidos/documentación/fichastecnicas/NTP/ficheros/501a600.ntp_600.pdf)

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2007) “Guía Técnica de Aplicación de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales”. Consultado el 3 de Octubre de 2009. Disponible en: [http://www.ffii.nova.es/PUNTOINFOMCYT/Archivos/InstProtInc/GUIA\\_TECNICA\\_RSCI.pdf](http://www.ffii.nova.es/PUNTOINFOMCYT/Archivos/InstProtInc/GUIA_TECNICA_RSCI.pdf)

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2010). “La Conducta Humana Ante Situaciones de Emergencia: Análisis de Proceso en la Conducta Individual”. Consultado el 14 de Mayo de 2010. Disponible en: [http://fete.ugt.org/PRL/p\\_preventivo/pdf\\_ntpntp\\_390.pdf](http://fete.ugt.org/PRL/p_preventivo/pdf_ntpntp_390.pdf)

National Fire Protection Association. (2007). “Norma NFPA 10 Extintores Portátiles Contra Incendio”. Consultado el 3 de Enero de 2010. Disponible en: [www.nfpajournal-latino.com](http://www.nfpajournal-latino.com).

Norma Oficial Mexicana. NOM-002-STPS-2010. “Condiciones de Seguridad – Prevención y Protección contra incendios en los centros de trabajo”. Disponible en: <http://www.idconline.com.mx>.

Nueva Ley Federal del Trabajo. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1º de abril de 1970 Texto Vigente. Última reforma publicada DOF 17-01-2006. Consultado el 18 de Octubre de 2008. Disponible en: [www.cddhcu.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/125.pdf](http://www.cddhcu.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/125.pdf)

Núñez F. (2010). “Aproximación a los Métodos de Evaluación del Riesgo de Incendio”. Consultado el 11 de Mayo de 2011. Disponible en: [http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo\\_imagenes/grupo.cmd?path=1008964](http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1008964)

Organización Internacional del Trabajo. (2010). “Estadísticas de Lesiones Laborales por Incendios”. Consultado el 25 de Marzo de 2010. Disponible en: <http://www.ilo.org/public/sapnish/region/ampro/mercolab/festadis.htm>

Organización Panamericana de la Salud (2009). “Norma INTECO. Protección Contra Incendios. Planes de Emergencia”. Costa Rica. Consultado el 19 de Julio de 2009. Disponible en: [http://www.disasterinfo.net/PEDSudamerica/leyes/leyes/centroamerica/costarica/otranorm/Norma\\_Contra\\_Incendios\\_Planes\\_Emergencia.pdf](http://www.disasterinfo.net/PEDSudamerica/leyes/leyes/centroamerica/costarica/otranorm/Norma_Contra_Incendios_Planes_Emergencia.pdf)

Pérez J, Díaz R, Santos R. (2010). “Método de Evaluación del Riesgo de Incendio en el Marco del Código Técnico de la Edificación”. DYNA Ingeniería e Industria. España. Vol. 85-4 pp.303-314. Consultado el 5 de Marzo de 2010. Disponible en: <http://www.revistadyna.com/Dyna/cms/articulos/ReferenciaArticulo.asp?IdMenu=10&IdDocumento=3437&IdEjemplar=392>

Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. Publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 29 de Enero de 2004. Consultado el 14 de Octubre de 2008. Disponible en: [www.contraloria.df.gob.mx/prontuario/vigente/385.htm](http://www.contraloria.df.gob.mx/prontuario/vigente/385.htm)

Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo. Publicado en el Diario Oficial de la Federación, el 21 de enero de 1997. Consultado el 21 de Octubre de 2008. Disponible en: [www.cddhcu.gob.mx/LeyesBiblio/regla/n152.pdf](http://www.cddhcu.gob.mx/LeyesBiblio/regla/n152.pdf)

Robertson R. (2008). “Planificación de la Protección Contra Incendios. Desarrollo de Estrategias y Definición de Objetivos Mesurables para una Protección Adaptada”. Consultado el 26 de Noviembre de 2009. Disponible en: [http://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw\\_gtr208es/psw\\_gtr208es\\_393-404\\_robertson.pdf](http://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_gtr208es/psw_gtr208es_393-404_robertson.pdf)

Ruiz C. (2000). “Planes de Autoprotección-Evacuación. Comportamiento Humano en la Evacuación”. Consultado el 19 de Septiembre de 2009. Disponible en: <http://www.estrucplan.com.ar/Articulos/verarticulo.asp?IDArticulo=157>

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2010). “NOM-002-STPS-2010 Relativa a las Condiciones de Seguridad para la Prevención y Protección Contra Incendio en los Centros de Trabajo”. Consultado el 23 de septiembre de 2008. Disponible en: [www.stps.gob.mx/DGSST/normatividad/noms/Nom-002.pdf](http://www.stps.gob.mx/DGSST/normatividad/noms/Nom-002.pdf)

Seminario de Métodos de Evaluación de Riesgos de Incendio: 25 al 27 de marzo de 1992. ITSEMAP México, S.A. de C.V. Consultado el 16 de Octubre de 2010.

Disponible en:

[http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/consulta/busqueda\\_referencia.cmd?idValor=49670&campo=idmateria](http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/consulta/busqueda_referencia.cmd?idValor=49670&campo=idmateria)

Servicios Concentrados de Prevención. (2006). “El Comportamiento Humano en Situación de Emergencia”. Consultado el 20 de Febrero de 2009. Disponible en:

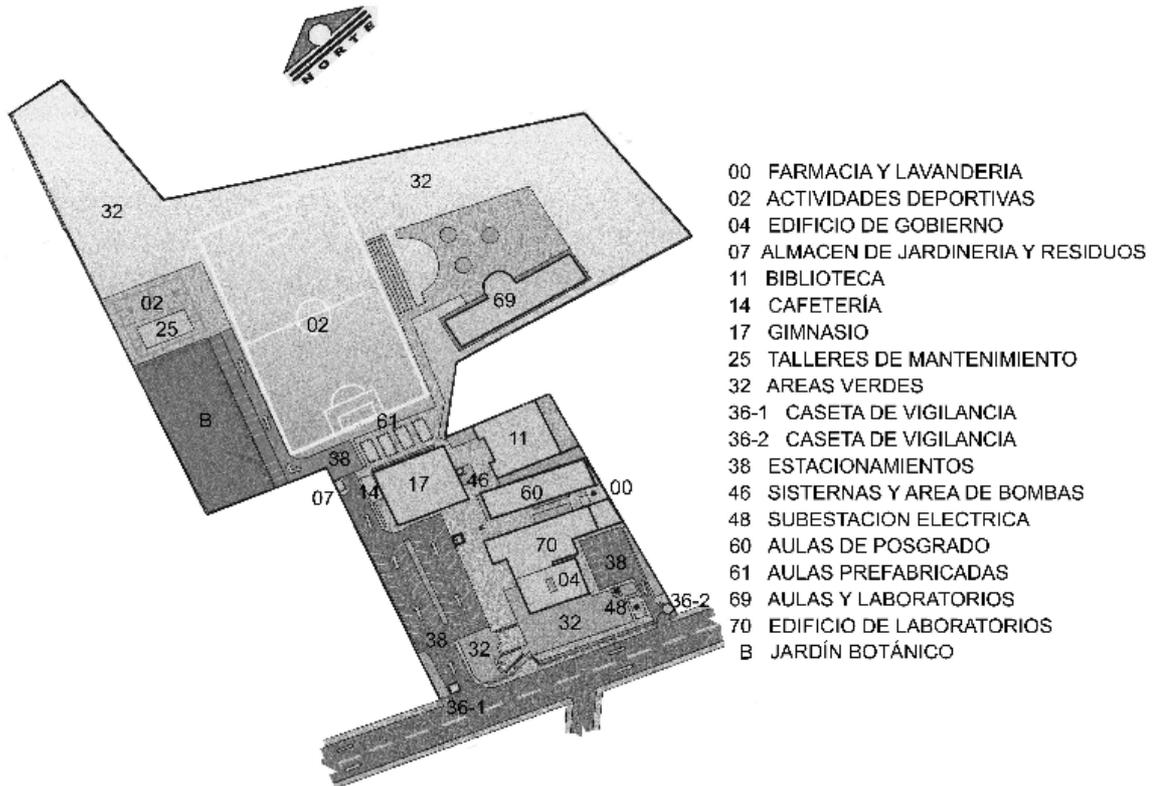
[http://www.usc.es/~luade/htm/web\\_gall/00\\_organizacion/2006\\_Plan.de.Autoproteccion-El.comportamiento.humano.en.situaciones.de.emergencia.pdf](http://www.usc.es/~luade/htm/web_gall/00_organizacion/2006_Plan.de.Autoproteccion-El.comportamiento.humano.en.situaciones.de.emergencia.pdf)

# ANEXOS

ANEXO 1

PLANOS DE CONSTRUCCION DE LA ESCUELA EN ESTUDIO.

PLANO GENERAL



ANEXO 2.

TABLA DE CARGAS TÉRMICAS MOBILIARIAS Y FACTORES DE INFLUENCIA PARA DIFERENTES ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	FABRICACIÓN / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Q <sub>m</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	q	c	r	k	A	p cat	Q <sub>m</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	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 y 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	1.00	--					
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 precocinado	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	--					

Fuente: Gretener, 1991.

Continúa.

ANEXO 2.

TABLA DE CARGAS TÉRMICAS MOBILIARIAS Y FACTORES DE INFLUENCIA PARA DIFERENTES ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	FABRICACIÓN / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Q <sub>m</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	q	c	r	k	A	p cat	Q <sub>m</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	c	r	k	A
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	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	--					
Aparamientos, 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	--					
Apositos, fabricación de artículo	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 de	300	1.10	1.2	1.0	1.2	0.85	--					
Artículos de metal	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	--					
Artículos de yeso	80	0.80	1.0	1.0	1.0	1.00	--					
Artic. de metal, fund. por inyec.	80	0.80	1.0	1.0	1.0	1.00	--					
Artic. de metal, 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	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	--					
Artículos metálicos, chatamas	80	0.80	1.0	1.0	1.0	1.00	--					
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	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	--					
Artículos metálicos, fundición	40	0.80	1.0	1.0	1.0	1.00	--					
Artículos metálicos, grabación	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	--					

Fuente: Gretener, 1991.

Continúa.

ANEXO 2.

TABLA DE CARGAS TÉRMICAS MOBILIARIAS Y FACTORES DE INFLUENCIA PARA DIFERENTES ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	FABRICACIÓN / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Q <sub>m</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	q	c	r	k	A	p <sub>cat</sub>	Q <sub>m</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	c	r	k	A
Artículos metálicos, soldadura	80	0.80	1.0	1.0	1.0	1.00	--					
Artículos plásticos	Espec.		1.40	EX 1.2	1.0	1.80	2	2,000	1.4	1.2	1.0	1.00
Aseñadores	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	--					
Asfalto(bidones, bloques),almace								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, alm. accesorios								800	1.2	1.2	1.2	0.85
Autom., garages y aparcamiento	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	-					
Bamices	5,000	1.9	1.6	1.2	1.0	1.80	1	2,500	1.6	1.2	1.0	1.00
Bamices 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
Bamices, 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	1.5	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								1,100	1.2	1.0	1.0	0.85

Fuente: Gretener, 1991.

Continúa.

ANEXO 2.

TABLA DE CARGAS TÉRMICAS MOBILIARIAS Y FACTORES DE INFLUENCIA PARA DIFERENTES ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	FABRICACIÓN / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Q <sub>m</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	q	c	r	k	A	p cat	Q <sub>m</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	c	r	k	A
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, embalaje	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	--					
Carbón de coke								10,500	1.0	1.0	1.0	0.85
Camicerías, 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
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	--					

Fuente: Gretener, 1991.

Continúa.

ANEXO 2.

TABLA DE CARGAS TÉRMICAS MOBILIARIAS Y FACTORES DE INFLUENCIA PARA DIFERENTES ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	FABRICACIÓN / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Q <sub>m</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	q	c	r	k	A	p cat	Q <sub>m</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	c	r	k	A
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	1.2	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	--					
Chatarrería	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, fábrica/sala de molde	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, manufactur	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 combust	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	--	800	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

Fuente: Gretener, 1991.

Continúa.

ANEXO 2.

TABLA DE CARGAS TÉRMICAS MOBILIARIAS Y FACTORES DE INFLUENCIA PARA DIFERENTES ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	FABRICACIÓN / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Q <sub>m</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	q	c	r	k	A	p cat	Q <sub>m</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	c	r	k	A
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 artículo	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 o 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
Estanterías de madera								100	1.0	1.0	1.0	0.85
Estanterías metálicas								20	1.0	1.0	1.0	0.85
Estanterías 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
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 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	600	1.3	1.4	1.2	1.0	1.00	--					
Embalaje de mercancías incomb.	400	1.2	1.2	1.2	1.0	1.00	--					
Embalaje de product 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
Escofias							--					
Escuelas y colegios	300	1.1	1.0	1.0	1.0	0.85	1					

Fuente: Gretener, 1991.

Continúa.

ANEXO 2.

TABLA DE CARGAS TÉRMICAS MOBILIARIAS Y FACTORES DE INFLUENCIA PARA DIFERENTES ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	FABRICACIÓN / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Q <sub>m</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	q	c	r	k	A	p cat	Q <sub>m</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	c	r	k	A
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 productos sintéticos	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	--					
Estudios 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	--					
Exp. aparat. parcialm. en mat. s	700	1.4	1.2	1.2	1.2	1.00	--					
Exped. artículos 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 cartón	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	--					
Expedición de cera 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	--					
Exp. de pequeños art. de madera	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	--					
Expedición 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
Filtro	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	--	800	1.2	1.0	1.0	0.85
Filtro, 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	--					
Fonaje	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					

Fuente: Gretener, 1991.

Continúa.

ANEXO 2.

TABLA DE CARGAS TÉRMICAS MOBILIARIAS Y FACTORES DE INFLUENCIA PARA DIFERENTES ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	FABRICACIÓN / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Q <sub>m</sub> ( MJ/m <sup>2</sup> )	q	c	r	k	A	p cat	Q <sub>m</sub> ( MJ/m <sup>2</sup> )	c	r	k	A
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	--					
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, fáb. o comercio s/ 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	--					

Fuente: Gretener, 1991.

Continúa.

ANEXO 2.

TABLA DE CARGAS TÉRMICAS MOBILIARIAS Y FACTORES DE INFLUENCIA PARA DIFERENTES ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	FABRICACIÓN / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Q <sub>m</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	q	c	r	k	A	p cat	Q <sub>m</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	c	r	k	A
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					
Hotel, vestíbulos, restauran., sa	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 incandescentes	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

Fuente: Gretener, 1991.

Continúa.

ANEXO 2.

TABLA DE CARGAS TÉRMICAS MOBILIARIAS Y FACTORES DE INFLUENCIA PARA DIFERENTES ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	FABRICACIÓN / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Q <sub>m</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	q	c	r	k	A	p cat	Q <sub>m</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	c	r	k	A
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
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					
Linóleo	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.20	--					
Locales de desechos diversos	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, pulimentados	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
Malta								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	--					

Fuente: Gretener, 1991.

Continúa.

ANEXO 2.

TABLA DE CARGAS TÉRMICAS MOBILIARIAS Y FACTORES DE INFLUENCIA PARA DIFERENTES ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	FABRICACIÓN / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Q <sub>m</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	q	c	r	k	A	p cat	Q <sub>m</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	c	r	k	A
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 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
Mat. sintéticas, estampados artísticos	400	1.2	1.2	1.2	1.0	1.00	--					
Mat. sint., soldadura de piezas	700	1.4	1.2	1.2	1.0	1.00	--					
Mat. sint., expedición 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	--					
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	--					
M., tapizados 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 mercancía	800	1.4	1.2	1.2	1.0	1.00	--					

Fuente: Gretener, 1991.

Continúa.

ANEXO 2.

TABLA DE CARGAS TÉRMICAS MOBILIARIAS Y FACTORES DE INFLUENCIA PARA DIFERENTES ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	FABRICACIÓN / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Q <sub>m</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	q	c	r	k	A	p cat	Q <sub>m</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	c	r	k	A
Municiones	ESPEC.		1.6 EX	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								800	1.2	1.0	1.0	0.85
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
Pajillas	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
Pan. madera aglo., contrachapad	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, desechos prensados								2,100	1.2	1.0	1.0	0.85
Papel, trat. mad y mat. celulósic	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	--					
Parquet's	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	--					

Fuente: Gretener, 1991.

Continúa.

ANEXO 2.

TABLA DE CARGAS TÉRMICAS MOBILIARIAS Y FACTORES DE INFLUENCIA PARA DIFERENTES ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	FABRICACIÓN / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Q <sub>m</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	q	c	r	k	A	p <sub>cat</sub>	Q <sub>m</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	c	r	k	A
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	--					
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 ordenado	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
Prod. lavado (lejía), mat. prim								500	1.0	1.0	1.0	0.85
Productos reparación de calzado	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	--					
P. laminados, no chapa y alamb	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
Quiloscios 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	--					

Fuente: Gretener, 1991.

Continúa.

ANEXO 2.

TABLA DE CARGAS TÉRMICAS MOBILIARIAS Y FACTORES DE INFLUENCIA PARA DIFERENTES ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	FABRICACIÓN / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Q <sub>m</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	q	c	r	k	A	p <sub>cat</sub>	Q <sub>m</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	c	r	k	A
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 suelos combust	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	--	6,000	1.0	1.2	1.0	0.85
Rev. de suelos comb., venta	1,000	1.5	1.2	1.2	1.0	0.85	--					
Rodamientos o cojinetes de bola	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 de plástico	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	--					
Skies	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 casas residen	900	1.5	1.2	1.0	1.0	1.00	--					
Tabaco en bruto								1,700	1.2	1.2	1.0	0.85
Tabaco, artículos de	200	1.0	1.2	1.2	1.0	1.00	--	2,100	1.2	1.2	1.0	0.85
Tabaco, venta de artículos de	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	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	--					

Fuente: Gretener, 1991.

Continúa.

ANEXO 2.

TABLA DE CARGAS TÉRMICAS MOBILIARIAS Y FACTORES DE INFLUENCIA PARA DIFERENTES ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	FABRICACIÓN / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Q <sub>m</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	q	c	r	k	A	p <sub>cat</sub>	Q <sub>m</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	c	r	k	A
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	--					
T., homo secado, estant. made	1,000	1.5	1.0	1.0	1.0	1.00	--					
T., homo secado, est. metálica	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	--					
Tej., secadero, estanterías made	400	1.2	1.0	1.0	1.0	0.85	--					
Tej., secadero, estant. metálica	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 geral., 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, cañamo, yute, lino								1,300	1.2	1.0	1.0	0.85
Tejidos, depósitos baías 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	--	1,100	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

Fuente: Gretener, 1991.

Continúa.

ANEXO 2.

TABLA DE CARGAS TÉRMICAS MOBILIARIAS Y FACTORES DE INFLUENCIA PARA DIFERENTES ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	FABRICACIÓN / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Q <sub>m</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	q	c	r	k	A	p cat	Q <sub>m</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	c	r	k	A
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, tejido	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	--					
Textiles, cortado	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 de plástico	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.45	--	800	1.2	1.2	1.2	0.85
Torneado de piezas, 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
Ventas por correspond, empresa	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	--					
Vidrio	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	--					
Vidrio plano, fabrica de	700	1.4	1.0	1.0	1.0	1.00	--					

Fuente: Gretener, 1991.

Continúa.

## ANEXO 2.

TABLA DE CARGAS TÉRMICAS MOBILIARIAS Y FACTORES DE INFLUENCIA PARA DIFERENTES ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	FABRICACIÓN / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Q <sub>m</sub> ( MJ/m <sup>2</sup> )	q	c	r	k	A	p cat	Q <sub>m</sub> ( MJ/m <sup>2</sup> )	c	r	k	A
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

Fuente: Gretener, 1991.

ANEXO 3.

TABLA PARA OBTENER EL FACTOR (i) CARGA DE INCENDIO MOBILIARIA.

Elementos de fachadas, tejados Estructura portante	Hormigón Ladrillos Metal	Componentes de fachadas Multicapas con capas Exteriores incombustibles	Maderas Materias sintéticas
	Incombustible	Combustible protegida	Combustible
Hormigón, ladrillo, acero, Incombustible	1,0	1,05	1,1
Otros metales			
Construcción en madera - revestida combustible - contrachapada* protegida - maciza* combustible	1,1	1,15	1,2
Construcción en madera - ligera combustible	1,2	1,25	1,3

\* Dimensión mínima según AEAI/SPI.

Fuente: Gretener, 1991.

## ANEXO 4

TABLA PARA CALCULAR EL FACTOR (e) DIFICULTAD DE EVACUACIÓN DE INMUEBLES CON UNO O VARIOS SÓTANOS

SÓTANOS	PROFUNDIDAD BAJO EL NIVEL DE LA CALLE	e
Primero	- 3 m	1.00
Segundo	- 6 m	1.90
Tercero	- 9 m	2.60
Cuarto y restantes	- 12 m	3.00

Fuente: Gretener, 1991.

ANEXO 5

TABLA PARA CALCULAR EL FACTOR (p) CATEGORÍA DE LA EXPOSICIÓN DE LAS PERSONAS AL RIESGO Y FACTOR (A) PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE UN INCENDIO.

FACTOR A	PELIGRO DE ACTIVACIÓN	VALOR DE p	EJEMPLOS
0.85	DÉBIL	1	MUSEOS, GRANDES ALMACENES, ESCUELAS, RESTAURANTES.
1.00	NORMAL		HOTELES, ALBERGUES, GUARDERÍAS INFANTILES.
1.20	MEDIO	2	FABRICACIÓN DE MAQUINARIA Y APARATOS
1.45	ALTO		LABORATORIOS QUÍMICOS, TALLERES DE PINTURA
1.80	MUY ELEVADO	3	FABRICACIÓN DE FUEGOS ARTIFICIALES, FABRICACIÓN DE BARNICES Y/O PINTURAS, HOSPITALES, ASILOS

Fuente: Gretener, 1991.

ANEXO 6

TABLA PARA CALCULAR EL FACTOR (p) EXPOSICIÓN AL RIESGO DE LAS PERSONAS

NÚMERO DE PERSONAS ADMITIDAS EN COMPARTIMENTO CORTA FUEGO		CLASIFICACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL RIESGO DE LAS PERSONAS												Valor de P <sub>H, E</sub>
		VALOR DE p												
		1				2				3				
		Situación del comportamiento C. F. considerado				Situación del comportamiento C. F. considerado				Situación del comportamiento C. F. considerado				
Planta baja + 1er. piso	Pisos 2-4	Pisos 5-7	Pisos 8 y super.	Planta baja + 1er. piso	Pisos 2-4	Pisos 5-7	Pisos 8 y super.	Planta baja + 1er. piso	Pisos 2-4	Pisos 5-7	Pisos 8 y super.			
> 1000	< 30			> 1000				> 1000					1,00	
	< 100				< 30				< 100				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	

Fuente: Gretener, 1991.

ANEXO 7

TABLA PARA DETERMINAR EL TIPO DE CONSTRUCCIÓN

COMPARTIMENTADO	TIPO DE CONSTRUCCIÓN		
	A MACIZA (Resistencia definida al fuego)	B MIXTA (Resistencia variable al fuego)	C COMBUSTIBLE (Escasa resistencia al fuego)
Células Locales de 30 a 200 m <sup>2</sup>	Z	Z <sup>1</sup> G <sup>2</sup> V <sup>3</sup>	V
Grandes superficies Plantas separadas entre ellas y > 200 m <sup>2</sup>	G	G <sup>2</sup> V <sup>3</sup>	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.			

Fuente: Gretener, 1991.

COMPLEMENTO DEL ANEXO 7

<b>TIPO Z</b>	CONSTRUCCIÓN EN CÉLULAS CORTAFUEGOS, QUE DIFICULTAN Y LIMITAN LA PROPAGACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL DEL FUEGO.
<b>TIPO G</b>	CONSTRUCCIÓN DE GRAN SUPERFICIE QUE PERMITE Y FACILITA LA PROPAGACIÓN HORIZONTAL, PERO NO LA VERTICAL DEL FUEGO.
<b>TIPO V</b>	CONSTRUCCIÓN DE GRAN VOLUMEN QUE FAVORECE Y ACELERA LA PROPAGACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL DEL FUEGO.

Fuente: Gretener, 1991.

ANEXO 8

FOTOGRAFÍAS DEL ESTADO DE LA ESCUELA EN ESTUDIO AL MOMENTO DE LA EVALUACIÓN

ESTADO DE LOS EXTINTORES



Se puede observar la vigencia de los extintores, la cual al momento del trabajo de tesis estaba caducada, además no cuentan con un registro de las revisiones mensuales como lo indica la normatividad.

## ANEXO 8

FOTOGRAFÍAS DEL ESTADO DE LA ESCUELA EN ESTUDIO AL MOMENTO  
DE LA EVALUACIÓN

## ESTADO DE LOS EXTINTORES



Puede observarse que la disposición es inadecuada, ya que algunos extintores se encuentran bloqueados por aparatos, lo cual incumple la normatividad ya que éstos deben estar libres.

## ANEXO 8

FOTOGRAFÍAS DEL ESTADO DE LA ESCUELA EN ESTUDIO AL MOMENTO  
DE LA EVALUACIÓN

## ESTADO DE LOS EXTINTORES



Además de encontrarse bloqueados, algunos extintores se encuentran colocados en zonas inadecuadas, como se puede observar se encuentran a nivel de piso y en zonas que fácilmente se pueden bloquear durante una contingencia.

## ANEXO 8

FOTOGRAFÍAS DEL ESTADO DE LA ESCUELA EN ESTUDIO AL MOMENTO  
DE LA EVALUACIÓN

## ESTADO DE LOS EXTINTORES



Otro dato importante es la adecuada señalización de los extintores, de acuerdo a la normatividad de la STPS, cada extintor debe contar con letreros en la parte superior que indiquen la presencia de éstos.