



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA

**Determinación del Riesgo de
Incendio de un Centro Laboral.
(Análisis de Riesgo).**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A

JORGE CRUZ RUIZ



ASESOR: M.H.S.I. JESUS AGUSTIN ANDRACA SOTO

Vo. Bo. M.H.S.I. Jesús Agustín Andraca Soto



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Indice

Resumen.	4
Introducción.	5
Alcance.	8
Hipótesis.	8
Objetivos.	9
Capítulo 1. Generalidades.	10
1.1 Seguridad e Higiene Industrial.	11
1.1.1 Antecedentes de la Seguridad e higiene Industrial.	12
1.2 Leyes, Reglamentos y Normas en Seguridad Industrial.	16
1.2.1 Bases de la Seguridad e Higiene en el Trabajo de México.	17
1.2.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de 1917.	17
1.2.1.2 Leyes Mexicanas en Seguridad e Higiene en el Trabajo.	18
1.3 Definiciones de Términos.	21
1.3.1 Trabajo.	21
1.3.2 Salud.	22
1.3.3 Peligro.	23
1.3.4 Riesgo.	23
1.3.5 Factores de Riesgo.	24
1.3.6 Accidente, incidente y enfermedad de trabajo.	25
1.3.7 Protección y Prevención.	27
1.4 Incendios.	29
1.4.1 La química y física del fuego.	29
1.4.1.1 Tipos de fuego.	31
1.4.1.2 Incendio.	32
1.4.2 Conceptos básicos.	32
1.4.3 Transferencia de calor.	34
1.4.4 Velocidad de combustión y velocidad de liberación de calor.	35
1.4.5 Ignición.	36
1.4.6 Propagación de la llama.	37
1.4.7 Fuentes de peligro de incendio.	38
1.4.8 Fuentes de ignición.	39
1.4.9 Peligros de incendio en materiales y productos.	45
Capítulo 2. Análisis de Riesgo de incendio.	56
2.1 Evaluación de Riesgos.	57
2.1.1 Fases de la evaluación de riesgos.	58
2.1.2 Análisis de riesgos.	59
2.1.3 Valoración del riesgo.	60
2.1.4 Tipos de evaluación de riesgo.	60



2.2 Técnicas de Identificación de Peligros.	62
2.3 Métodos de Evaluación de Riesgo de Incendio.	65
2.3.1 Método del riesgo intrínseco.	67
2.3.2 Método del Coeficiente alfa (α).	68
2.3.3 Método del Coeficiente K.	69
2.3.4 Método MESERI.	69
2.3.5 Método de Gustav Purt.	70
2.3.6 Método Gretener.	70
2.3.7 Método ERIC.	71
2.3.8 Método SEPTRI.	72
2.3.9 Índice Mond.	72
Capítulo 3. Metodología Empelada.	74
3.1 Método para la determinación del grado de riesgo de incendio NOM-002-STPS-2010.	75
3.1.1 Objetivo de la NOM-002-STPS-2010.	77
3.1.2 Descripción del método.	79
3.2 Método Simplificado de Evaluación de Riesgo de Incendio: MESERI.	82
3.2.1 Objetivo del Método MESERI.	83
3.2.2 Descripción del método.	84
3.2.2.1 Factores generadores y agravantes.	84
Capítulo 4. Caso de Estudio.	95
4.1 Descripción del centro laboral.	96
4.1.1 Ubicación.	96
4.1.2 Actividad económica.	99
4.1.3 Personal laboral, turnos y horarios de trabajo.	99
4.1.4 Características de las instalaciones.	99
4.1.5 Combustibles.	104
4.1.6 Maquinaria y equipo utilizado en la planta.	105
4.1.7 Descripción del proceso.	106
4.1.8 Material explosivo.	107
4.1.9 Medidas de prevención y protección contra incendios en el centro laboral.	112
4.2 Evaluación del riesgo de incendio.	119
4.2.1 Método NOM-002-STPS-2010.	119
4.2.2 Método MESERI.	125
4.3 Resultados de las evaluaciones.	131
4.3.1 Resultados NOM-002-STPS-2010.	131
4.3.2 Resultados Método MESERI.	132
Conclusiones.	133
Recomendaciones.	136
Glosario.	141
Bibliografía.	146



Resumen.

En el presente trabajo se realizó un análisis de riesgo de incendio, basándose en lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010, referente a la prevención y protección contra incendios, y apoyándose en el Método Simplificado de Evaluación de Riesgo de Incendio (MESERI), para poder determinar el grado de riesgo de incendio en los dos inmuebles que conforman el centro laboral dedicado a la elaboración de pan de caja y biscochos; para la elaboración de estos productos, se utilizan gases inflamables, líquidos combustibles e inflamables, sólidos combustibles y materiales explosivos.

Los resultados de los análisis realizados fueron los siguientes:

NOM-002-STPS-2010.

El grado de riesgo de incendio obtenido con este análisis fue **alto** para los dos predios, esto debido a que las grandes cantidades de líquidos y gases inflamables, sólidos combustibles y material explosivo, están por arriba de la cantidad máxima que establece la norma para clasificarlos con riesgo ordinario.

MESERI.

Apoyándose en este método, se obtuvo un riesgo de incendio **bueno** para los dos predios, esto significa que los factores protectores o reductores, implementados en las instalaciones de las plantas de producción, tienen un coeficiente alto y contribuyen bien a impedir el desarrollo de un incendio o limitan la extensión del mismo, y los factores agravantes o generadores tienen un coeficiente bajo.

Además, se observó que en cada uno de los predios, se tienen instalados los requisitos mínimos de seguridad correspondientes de acuerdo al grado de riesgo determinado y establecidos por la Norma en cita.

En conclusión, la empresa tiene implementados e instalados los medios de prevención y protección de acuerdo al grado de riesgo de incendio determinado, los cuales ayudan a impedir o limitan el desarrollo de un incendio en las instalaciones, por lo que se recomienda seguir con las medidas administrativas y operacionales establecidas, para seguir conservando las estas condiciones de seguridad para los trabajadores y la empresa.



Introducción.



En los últimos años ha habido un interés mayor sobre la seguridad de los procesos como resultado de gran número de **accidentes mayores**, que la Organización Internacional del Trabajo define como:

“Suceso inesperado y súbito (en particular, emisión, incendio o explosión importante), resultante de acontecimientos anormales durante una actividad industrial, que supone un peligro grave para los trabajadores, la población o el medio ambiente, sea inminente o no, dentro o fuera de la instalación, y en el que intervienen una o más sustancias peligrosas¹.”

el cual se puede definir como: Ello se debe, en parte, a la atención mundial a los temas en la industria originada por varios accidentes dramáticos implicando emisiones de gas, explosiones importantes, incendios y accidentes sobre el medio ambiente. La conciencia pública de estos y otros accidentes ha dado lugar a una fuerza impulsora en la industria, hacia la mejora de los resultados en la seguridad. Los gobiernos locales y nacionales están mirando con mucha atención la seguridad en la industria en conjunto. Se han emitido una cantidad importante de reglamentaciones gubernamentales.

Las reglamentaciones gubernamentales exigen análisis de riesgos y peligros como una parte de la gestión de seguridad en los procesos y de sus programas. Estos estudios forman parte de los programas de seguridad en los procesos de muchas industrias.

La demanda social y las nuevas obligaciones impuestas por la legislación, hacia la Seguridad e Higiene, hacen que las organizaciones, independientemente de su tamaño y sector al que pertenezcan, se muestren cada vez más interesadas en conseguir una gestión de la seguridad e higiene laboral que les permita tener controlados los riesgos y cumplir con la legalidad.

Frente a esta nueva necesidad empresarial, el diseño e implementación de un sistema de gestión de la prevención de riesgos laborales se impone como la mejor de las soluciones para garantizar a la organización una gestión previa idónea y un adecuado cumplimiento con la legalidad. Los sistemas de gestión de la prevención, como por ejemplo el Sistema de Administración en Seguridad y Salud en el Trabajo (SASST) aquí en México; son una herramienta ideal para la implementación de las actividades preventivas en las organizaciones, dotando a estas de medios para la gestión de los aspectos de seguridad e higiene laboral, de una forma estructurada.

En la actualidad, existen diferentes documentos de referencia para la implementación de estos sistemas de gestión de la prevención creados por distintos organismos, entre ellos el más aceptado y extendido en el mercado tanto nacional como internacional, es la norma de Sistemas de Gestión de Salud y

¹ Prevención de Accidentes Industriales Mayores, OIT 1991.



Seguridad Laboral (*Occupational Health and Safety Assessment Series*) OHSAS 18001².

La finalidad de estos sistemas es proporcionar a las organizaciones un modelo para la gestión de la seguridad e higiene en el lugar de trabajo, que les sirva tanto para identificar y evaluar los riesgos laborales, los requisitos legales y otros requisitos de aplicación; como para definir la política, estructura organizativa, las responsabilidades, las funciones, la planificación de las actividades, los procesos, procedimientos, recursos, registros, etc., necesarios para desarrollar, poner en práctica, revisar y mantener un Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST). Este estándar determina las exigencias que deben implementarse y, por lo tanto, justificarse en las auditorías de certificación que se realicen.

Una planificación para evaluar la identificación de peligros, riesgos y determinación de controles; establece los siguientes requisitos del sistema de prevención:

La organización debe de establecer, implementar y mantener procedimientos para la identificación permanentes de peligros, la evaluación de riesgos y la implantación de medidas de control necesarias. Estos deben incluir:

1. Actividades rutinarias y no rutinarias.
2. Actividades de todo el personal que tiene acceso al lugar de trabajo (incluyendo contratistas y visitantes).
3. Factores humanos, tales como comportamiento y capacidades.
4. Peligros identificados originados fuera del ámbito laboral capaces de forma adversa la salud y la seguridad de las personas bajo control de la organización en el lugar de trabajo.
5. Peligros creados en las cercanías del lugar de trabajo por las actividades relacionadas con el trabajo, bajo el control de la organización.
6. Infraestructura, equipamiento y materiales en el lugar de trabajo, ya sea provisto por la organización u otros.
7. Los cambios o propuestas de cambios en la organización, sus actividades o materiales.
8. Modificaciones del SGSST implementado, incluyendo cambios temporales y su impacto en las operaciones, procesos y actividades.
9. Cualquier obligación legal relacionada con la evaluación de riesgos y la implementación de las medidas de control necesarias.
10. El diseño de las áreas de trabajo, procesos, instalaciones, maquinaria, equipo, procedimientos operativos y la organización del trabajo, incluyendo su adaptación a las capacidades humanas.

² British Standards Institute (BSI), 1999.



La metodología de la organización para la identificación de peligros y la evaluación de riesgos debe:

1. Ser definida con respecto a su alcance, naturaleza y oportunidad para asegurar que es proactiva y no reactiva.
2. Proporcionar la identificación, priorización y documentación de los riesgos y la aplicación de los controles, según sea apropiado.

Cuando se determinan los controles, o se consideran cambios en los controles existentes, se tendrán en cuenta medidas para reducir los riesgos de acuerdo a la siguiente jerarquía:

1. Eliminación.
2. Sustitución.
3. Ingeniería de control.
4. Señales / avisos y / o controles administrativos.
5. Equipamiento de protección personal.

La organización debe de documentar y mantener los resultados de la identificación de peligros, evaluación y control de riesgos actualizada.

La organización debe garantizar que los riesgos para la seguridad e higiene en el trabajo y los controles determinados se tengan en cuenta al establecer, implementar y mantener su SGSST.

El objetivo de este requisito es que la organización disponga de una identificación permanente de los peligros a los que están expuestos sus trabajadores y una valoración de los riesgos que estos generan, de manera que pueda determinar cuáles son las medidas necesarias para el control permanente de los mismos. La seguridad e higiene laboral debe existir en todo centro de trabajo, no sólo como imperativo de Ley, sino, porque así resulta conveniente para las propias Instituciones, ya que favorece un ambiente de tranquilidad entre el personal, incrementando la productividad, evitando la ocurrencia de siniestros, condición que pudiera significar dañar la integridad del trabajador, la afectación del núcleo familiar, la pérdida de la fuerza laboral y por consecuencia altos costos como resultado del alto índice de siniestralidad.

Dada la importancia de la identificación, valoración y control de los peligros y riesgos a los cuales se pueden estar expuestos los trabajadores en el ámbito laboral, el presente trabajo establece lo siguiente:

Alcance.

El alcance del presente trabajo es determinar el grado de riesgo de incendio de un centro laboral donde se elabora pan de caja y biscochos, por medio de un Análisis de Riesgos de Incendio, para ello se utilizará el método establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010, referente a la prevención y



protección contra incendios, y el Método Simplificado de Evaluación del Riesgo de Incendio: MESERI, con esto se determinará si cumple con los requisitos mínimos de seguridad correspondientes en base al grado de riesgo determinado como lo establece la Norma Oficial Mexicana antes citada.

Objetivos.

Para poder dar cumplimiento al alcance establecido se proponen los siguientes objetivos:

Objetivo General.

1. Determinar el grado de riesgo de incendio de las instalaciones de la planta de elaboración de pan, por medio del método de Análisis de Riesgo de Incendio establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010, y el Método Simplificado de Evaluación del Riesgo de Incendio: MESERI.

Objetivos Particulares.

1. Determinar si las instalaciones de la panificadora, cuentan con las medidas mínimas necesarias de protección contra incendio, en función del grado de riesgo de Incendio determinado.
2. De acuerdo al resultado de la evaluación realizada, se concretará si se da cumplimiento con lo establecido en la reglamentación gubernamental existente.



Capítulo 1

Generalidades.



1.1 Seguridad e Higiene Industrial.

La Seguridad e Higiene Industrial, desarrollan procedimientos para identificar, evaluar y controlar los agentes nocivos y peligros, presentes en el medio ambiente laboral y que, bajo ciertas circunstancias, son capaces de alterar la integridad física ó salud del ser humano, alterar los procesos productivos generando pérdidas, o modificar los ecosistemas; ya que estos procedimientos son legalmente exigibles y considerando que la ley protege al trabajador desde su hogar para trasladarse a su centro de trabajo su acción recae en la vida cotidiana del trabajador, pues también existen riesgos tanto en el hogar como en todos los servicios públicos.

Así, hace uso de:

- Medicina del Trabajo: disciplina afín, cuya principal función es la de vigilar la salud de los trabajadores, valiéndose de elementos clínicos y epidemiológicos.
- Ergonomía: que se dedica a procurar la implementación de lugares de trabajo, diseñadas de tal manera que se adapten a las características anatómicas, fisiológicas y psicológicas de las personas que laboren en ese sitio.
- Psicología laboral: que se ocupa de lograr una óptima adaptación del hombre a su puesto de trabajo y a sí mismo la de estudiar las demandas psicológicas y cargas mentales que el trabajo produce al trabajador.
- La ingeniería, arquitectura, física, química, biología, medicina, que estudian los efectos negativos del trabajo sobre las personas y la forma de evitarlos; tiene que ampliar su campo de acción con un tratamiento ergonómico, del estudio del trabajo, de forma que no solo se intervenga para corregir situaciones peligrosas, sino que además, se estudien nuevos métodos de trabajo que favorezcan el desarrollo integral de los trabajadores en general.
- Psicología: que se encarga de prevenir los daños a la salud causados por tareas monótonas y repetitivas, y por la propia organización del trabajo cuando ésta no toma en cuenta al trabajador como humano que es.
- Administración del trabajo: disciplina clave para el buen funcionamiento de cualquier centro de trabajo, ya que son su responsabilidad las políticas generales y la organización del trabajo.

Resumiendo, se puede decir que el campo de acción comprende entre otros, ámbitos: las condiciones materiales del ejercicio del trabajo, esfuerzo, fatiga, temperatura, ventilación, presencia de agentes contaminantes, el interés de la propia tarea, monotonía el carácter competitivo de la tarea, las estimulaciones, la tensión y cargas mentales, las oportunidades de aprender algo nuevo y adquirir una calificación mayor, ser promocionado, duración de la jornada; grado de exposición a los agentes contaminantes, el rolar turnos, grado de flexibilidad y



carácter de los supervisores y todo lo que se pueda concebir que corresponda al ambiente laboral.

1.1.1 Antecedentes de la Seguridad e Higiene Industrial.

Desde el origen mismo de la especie humana y debido a la necesidad innata de proveerse de alimentos y medios de subsistencia, surge el trabajo y en consecuencia la existencia de accidentes y enfermedades producto de la actividad laboral.

Los primeros vestigios de las afectaciones a la salud de los trabajadores generadas por el medio laboral, los encontramos en el año 400 A.C. cuando Hipócrates de Cos, conocido como el padre de la medicina, realizó las primeras observaciones sobre efectos de las enfermedades laborales, por ejemplo, recomendaba a los mineros el uso de baños higiénicos a fin de evitar la saturación del plomo. También Platón y Aristóteles estudiaron ciertas deformaciones físicas producidas por ciertas actividades de trabajo. Otros científicos e investigadores en los siglos posteriores efectuaron valiosos estudios relacionados con las condiciones de trabajo, las características de los medios ambientes de trabajo y las enfermedades que aquejaban a los trabajadores y sus familias.

Aproximadamente 500 años más tarde, Plinio *El Viejo*³, un médico romano, hizo referencia a los peligros inherentes en el manejo del zinc y del azufre, y propuso lo que puede haber sido el primer equipo de protección respiratoria, fabricado con vejigas de animales que se colocaban sobre la boca y nariz para impedir la inhalación de polvos.

En 1556 fue publicado el libro más completo en la descripción de los riesgos asociados con las actividades de minería, su autor *Georgius Agricola*⁴ en el que se hacen sugerencias para mejorar la ventilación en las minas y fabricar máscaras que protejan efectivamente a los mineros; se discuten ampliamente los accidentes en las minas y sus causas; describe los defectos del “pie de trinchera”, en el cual es una enfermedad debida a la exposición de los pies por largo tiempo a la humedad de las minas; también trata de silicosis, enfermedad producida en los pulmones y causada por la inhalación de polvos de silicio o cuarzo.

³ Cayo Plinio Cecilio Segundo. Científico, naturalista y militar romano; autor de la enciclopedia *Naturalis Historia*, en 37 libros, fruto de la información recogida de más de 2.000 libros. En ella recopila importantes conocimientos científicos de la antigüedad que abarcan la botánica, la zoología, la mineralogía, la medicina y la etnografía.

⁴ George Bauer. Considerado el fundador de la geología como disciplina. Autor del libro *De Re Metallica*, publicado en 1556, el cual trata de todo lo relacionado en la minería de aquel entonces.



Durante ese siglo el doctor Paracelso⁵, observo durante cinco años a los trabajadores de una planta de fundición y publico sus observaciones, este libro reforzó el interés en los estudios sobre la toxicidad del mercurio y otros metales.

Fue hasta el siglo XVII cuando Bernardino Ramazzini⁶ inició la práctica de lo que actualmente se conoce como medicina del trabajo, al escribir de manera sistemática y ordenada las enfermedades relacionadas con los diferentes oficios que se desarrollaban en aquella época. Ramazzini siempre pugnó porque el ejercicio de la medicina del trabajo se llevara a cabo en el área laboral y no en el consultorio médico.

El desarrollo de la seguridad se inició de forma más concreta a fines del siglo XIX, cuando el estudio de aspectos ambientales y mecánicos a través de la ingeniería e higiene industrial obtuvo considerables éxitos al disminuir el ambiente inanimado de trabajo, que prácticamente se manifestaba en la incorporación de las grandes maquinas a los procesos productivos y la mancuerna de maquina hombre, que aumentaba los niveles de producción.

La Revolución Industrial del siglo XIX trajo consigo la mecanización y la división del trabajo. Algunas empresas adoptaron medidas de seguridad tendientes a reducir la frecuencia de los accidentes causados por las nuevas maquinas y por el nuevo sistema de trabajo. También se pusieron en marcha los primeros servicios médicos de fábrica, destinados únicamente a prestar primeros auxilios a los accidentados. Estas medidas, insuficientes dentro de la concepción naciente de prevención de riesgos para la salud, unidas a la rápida evolución sufrida como consecuencia de la incorporación de nuevas fuentes de energía, de la introducción en los procesos productivos de muchas sustancias nocivas y peligrosas y de la progresiva mecanización, pusieron de manifiesto la necesidad de abordar el problema de la prevención como un fenómeno complejo y con planteamientos mucho más sofisticados, que los que reducían el fenómeno de la división entre causas técnicas y causas humanas. En donde, las causas técnicas eran producidas por problemas mecánicos en la maquinaria, causando retrasos en la producción hasta por varios días y las causas humanas eran directamente originadas por el personal laboral en el manejo del equipo, teniendo que ser remplazado en caso de accidentes y capacitando a nuevo personal, lo cual implicaba perdida de producción.

Como consecuencia de la evolución tecnológica se fue consiguiendo la reducción de esfuerzo físico, pero al mismo tiempo aparecieron nuevas agresiones

⁵ Philippus Aureolus Bombast von Hohenheim, conocido como Teofrasto Paracelso. Médico y alquimista suizo nacido en 1493. Estableció el rol de la química en la medicina. Publicó el gran libro de la cirugía en 1536 y una descripción clínica de la sífilis en 1530.

⁶ Bernardino Ramazzini. Considerado fundador de la medicina ocupacional. Autor del libro *De Morbis Artificum Diatriba (Enfermedades de los Trabajadores)*, publicado en 1700, en el cual se indican los riesgos para la salud por las sustancias químicas, polvo, metales y otros agentes, a los cuales se enfrentan los trabajadores en 52 ocupaciones.



que repercutieron en la salud y bienestar de los trabajadores, causadas por la aceleración de ritmos, la modificación de horarios y otras muchas circunstancias nuevas, inherentes a la modernización tecnológica y organizativa, que llegaron a convertir al hombre en su apéndice de la máquina; los accidentes de trabajo incrementaron su incidencia y aparecieron enfermedades profesionales hasta entonces desconocidas creadas por los nuevos agentes agresores utilizados durante los procesos de trabajos.

A partir de esos años y a causa de las causas múltiples propuestas y revueltas de los obreros contra semejantes condiciones de trabajo, se fue formando una conciencia internacional referente a la conveniencia de cuidar la salud de los trabajadores por dos motivos fundamentales, el primero consiste en el derecho de todo ser humano tiene de trabajar y vivir en el mejor nivel posible; y en segundo lugar por factores económicos ya que es aceptable que la productividad está estrechamente ligada a la salud de los trabajadores.

Décadas después los expertos se percataron que a través de la capacitación y la supervisión involucrarían al personal en el esfuerzo preventivo de accidentes y esto disminuiría notablemente los percances. Como los que dieron cuenta que la supervisión, capacitación, pláticas, folletos, carteles, y otros medios usados para entrenar al personal en el uso correcto de los recursos a fin de evitar accidentes eran insuficientes para controlar al factor humano de las organizaciones.

En los últimos treinta años, la salud en los trabajadores y las medidas para la disminución de los accidentes se ha desarrollado aceptablemente en la mayoría de los países industrializados, sin que esto quiera decir que han resuelto todos sus problemas al respecto, pero han avanzado de manera trascendente en aspectos como la implantación del servicio de salud en el trabajo y en las empresas, la formación de recursos humanos dedicados a esta área del conocimiento, la promulgación de leyes y normas para regir de modo más justo el desempeño del trabajo.

Nueve de cada diez accidentes en el trabajo recaían en la inseguridad que presentaban algunos trabajadores al realizar su trabajo. Con los estudios biológicos, psicológicos, de destreza y habilidades se llegó a una conclusión, los accidentes en el trabajo no están determinados únicamente por características biológicas y psicológicas insuficientes, sino por otras variables como el stress, el agotamiento y la salud, que situaban al accidente como una expresión o síntoma de mala adaptación coincidente con un bajo rendimiento y conducta inadecuada.

Dicho de otra manera, la siniestralidad constituye una sintomatología ocasionada por la deficiente integración del individuo con los variados elementos de su ambiente laboral, familiar y extra laboral. Algunas organizaciones no invertían en la capacitación de sus trabajadores ni en el desarrollo de programas de prevención de riesgos argumentando muchas barreras tales como, falta de infraestructura y asistencia técnica, falta de recursos económicos, pocos conocimientos sobre el tema, etc.



Las potencias y energías puestas en un juego como consecuencia de la Revolución Industrial, afectaban principalmente a los situados en el entorno próximo: los trabajadores. No mucho más tarde, se define otro riesgo con consecuencias menos bruscas e inmediatas, pero igualmente importantes: la enfermedad profesional.

Accidente y enfermedad profesional formaban la patología laboral, por otra parte, muy objetiva. Nacen a partir de estos riesgos: la seguridad como técnica de prevención del accidente, la higiene industrial como técnica de prevención de la enfermedad profesional y la medicina preventiva laboral como especialidad médica dirigida a la prevención de ambos tipos de riesgo. El programa internacional para la mejora de las condiciones y medio ambiente de trabajo de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), marca esta tendencia. En la Tabla No. 1 se muestran algunos de los convenios internacionales en materia de seguridad y salud en el trabajo de la OIT.

Tabla No. 1.
Convenios en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo

Convenio	Año
Seguridad y Salud en La Agricultura.	2001
Seguridad y Salud en Las Minas.	1995
Accidentes Industriales Mayores.	1993
Productos Químicos.	1990
Seguridad y Salud en la Construcción.	1988
Servicios de Salud en el Trabajo.	1985
Medio Ambiente de Trabajo. Contaminación el Aire, Ruido y Vibraciones	1977

Fuente: OIT

En México fue hasta la década de los años treinta cuando surgieron las primeras dependencias gubernamentales encargadas de vigilar las condiciones de trabajo existentes en las industrias; La Secretaria de Salubridad y Asistencia, con su dirección de Higiene Industrial, El Departamento del Distrito Federal, con su Dirección de Trabajo, con su Oficina Médica del Trabajo.

El aspecto legislativo se inició en 1931 con la promulgación de la “Ley Federal del Trabajo”, en la cual se formularon las tablas de enfermedades profesionales y las valoraciones de las incapacidades y se dio el primer paso sólido para obtener mejores y más seguras condiciones de trabajo.

En 1978 se emitió el Reglamento General de Higiene y Seguridad en el trabajo en el cual se dan los lineamientos para proporcionar en áreas específicas un ambiente de trabajo seguro y sano.

La Seguridad e Higiene se integran en programas más amplios, pero a la vez, siguen profundizado en sus métodos y en sus medios, incluso generan dentro de



cada una de ellas nuevas especialidades en función de las distintas actividades y los distintos riesgos.

Como vemos, la Seguridad e Higiene aunque lentamente, a través de los años ha logrado cimentarse como una parte muy importante de cualquier empresa y es que principalmente se ha reconocido y entendido su importancia y utilidad para el buen desempeño de las operaciones, por las tres partes directamente involucradas: trabajadores, empresarios y gobierno.

1.2 Leyes, Reglamentos y Normas en Seguridad e Higiene.

Cuando aparecen las primeras disposiciones legales de Seguridad e Higiene, se plantea la prevención como una obligación del empresario y un derecho del trabajador amparado y tutelado por el Estado, que dicta las reglas y crea sus correspondientes mecanismos de inspección.

En las leyes, reglamentos y normas establecidas bajo el carácter de la seguridad e higiene, se incluyen dos cuestiones importantes:

1. El derecho del trabajador a la información sobre los riesgos que conllevan las actividades laborales.
2. La participación del trabajador en la organización y gestión de la seguridad en el lugar de trabajo.

En el marco de los países europeos, la acción en seguridad e higiene en el trabajo, se realiza a través principalmente de los siguientes mecanismos:

- a) A nivel internacional, por la presencia de los sindicatos organizaciones que tienen una fuerte incidencia en la política social y de seguridad en los distintos estados.
- b) A nivel nacional, con la presencia institucional de los sindicatos en órganos de gobierno de entidades públicas de inspección, asesoramiento y control.
- c) También a nivel nacional, las vinculaciones de algunos sindicatos con los partidos en los gobiernos que dejan sentir su influencia.
- d) A nivel empresa, por la presencia de los representantes de los trabajadores en los organismos internos de prevención, como los comités de Seguridad e Higiene, investidos de mayor o menor autoridad según los distintos países.
- e) A nivel empresa, sector o ámbito nacional, a través de la negociación colectiva.

A nivel mundial muchas son las organizaciones que se encargan de salvaguardar el bienestar físico de los trabajadores, equipos e instalaciones de



procesos, cada una enfocada y particularizando su principal enfoque en materia de seguridad e higiene industrial.

1.2.1 Bases de la Seguridad e Higiene en el Trabajo de México.

En México, la seguridad e higiene en el trabajo, tiene una base legal sustentada en orden jerárquico, como se muestra a continuación:

1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
2. Ley Federal del Trabajo, Ley General de Salud, Ley del Seguro Social, Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección, entre otras.
3. Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.
4. Normas emitidas por la Secretaria del Trabajo y Previsión Social, Secretaria de Salud, Secretaria de Energía, Secretaria de Gobernación, entre otras dependencias que emiten este tipo de normas.

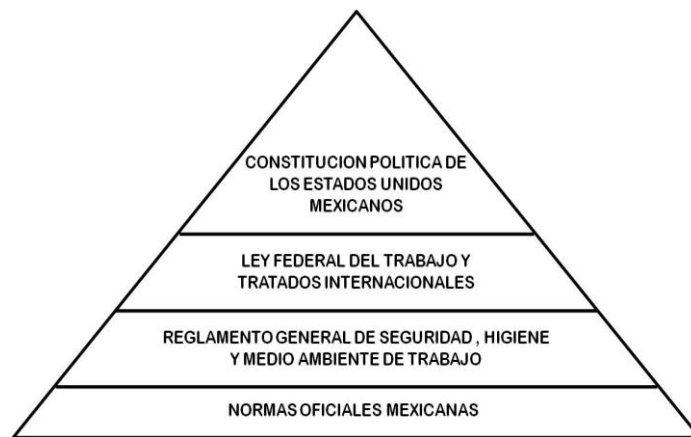


Fig. 1 Pirámide jurídica de Kelsen.

A continuación se engloban los principales puntos referentes a la base legal en esta materia:

1.2.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de 1917.

La Constitución en el Título Sexto, Artículo 123. Apartado A. Fracciones XIII, XIV y XV, se indica:

“XIII. Las empresas, cualquiera que sea su actividad, estarán obligadas a proporcionar a sus trabajadores, capacitación o adiestramiento para el trabajo. La ley reglamentaria determinará los sistemas, métodos y procedimientos conforme a los cuales los patrones deberán cumplir con dicha obligación.

XIV. Los empresarios serán responsables de los accidentes del trabajo y de las enfermedades profesionales de los trabajadores, sufridas con motivo o en ejercicio de la profesión o trabajo que ejecuten; por lo tanto, los patronos deberán pagar la indemnización correspondiente, según que haya traído como consecuencia la



muerte o simplemente incapacidad temporal o permanente para trabajar, de acuerdo con lo que las leyes determinen. Esta responsabilidad subsistirá aun en el caso de que el patrono contrate el trabajo por un intermediario.

XV. El patrón estará obligado a observar, de acuerdo con la naturaleza de su negociación, los preceptos legales sobre higiene y seguridad en las instalaciones de su establecimiento, y a adoptar las medidas adecuadas para prevenir accidentes en el uso de las máquinas, instrumentos y materiales de trabajo, así como a organizar de tal manera éste, que resulte la mayor garantía para la salud y la vida de los trabajadores, y del producto de la concepción, cuando se trate de mujeres embarazadas. Las leyes contendrán, al efecto, las sanciones procedentes en cada caso.”

1.2.1.2 Leyes Mexicanas en Seguridad e Higiene en el Trabajo.

En México, con la finalidad de brindar un sustento legal que se enfoque a cuidar los derechos de los trabajadores, en todos sus aspectos, así como también el bienestar social y ecológico, se cuentan con distintas leyes que han sido promulgadas para tal fin, regulando organizaciones, empresas o actividades productivas, algunas de estas en materia de seguridad e higiene en el trabajo son las siguientes:

A. Ley Federal del Trabajo.

La Ley Federal del Trabajo, es emitida en el Diario Oficial de la Federación el 1 de Abril de 1970 (última reforma aplicada 23 de Enero de 1998), para observar las disposiciones legales a las que se debe comprometer tanto el empleado como el patrón, asentando en materia de seguridad e higiene obligaciones, prohibiciones, capacitaciones, adiestramientos, organización de comisiones y prevenciones de riesgos laborales.

B. Ley del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).

La ley del IMSS, publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 21 de Diciembre de 1995 (última reforma publicada DOF 26-05-2009), es la legislación correspondiente que se encarga de dar base legal a dicho Instituto que presta sus servicios médicos a su comunidad agremiada, mediante un contrato colectivo entre el estado o las empresas para bienestar de los mismos. Al igual administra los seguros de riesgos de trabajo, enfermedades y maternidad, invalidez y vida, guarderías y prestaciones sociales, salud para la familia, adicionales y otros, así como prestar los servicios de beneficio colectivo que señala esta Ley

C. Ley General de Salud.

La Ley General de Salud publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de Febrero de 1984, (última reforma publicada en el DOF 27-04-2010) establece las bases y modalidades para el acceso a los servicios de salud y la concurrencia de la federación y las entidades federativas en materia de salubridad general.



Además de que contempla cuestiones de seguridad e higiene industrial como lo son, de manera general, el determinar los límites permisibles de exposición, criterios para el uso y manejo de sustancias, maquinaria, equipos y aparatos, poniendo particular énfasis en el manejo de sustancias radiactivas y fuentes de radiación, prevenir y controlar las enfermedades y accidentes ocupacionales en coordinación con las autoridades laborales e instituciones públicas de seguridad social y gobierno.

D. Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.

Esta ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de diciembre de 1976 (última reforma publicada en el DOF 17-06-2009) es una base legal que indica y da las responsabilidades competentes a las distintas áreas del Gobierno Federal, en la cual observamos las cuestiones de seguridad e higiene recaídas en la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, como se ve citan a continuación:

- Vigilar la observancia y aplicación de las disposiciones relativas contenidas en el Artículo 123 y demás de la Constitución Federal, en la Ley Federal del Trabajo y en sus reglamentos.
- Promover el desarrollo de la capacitación y el adiestramiento en y para el trabajo, así como realizar investigaciones, prestar servicios de asesoría e impartir cursos de capacitación que para incrementar la productividad en el trabajo requieran los sectores productivos del país, en coordinación con la Secretaría de Educación Pública.
- Estudiar y ordenar las medidas de seguridad e higiene industriales, para la protección de los trabajadores, y vigilar su cumplimiento.
- Establecer la política y coordinar los servicios de seguridad social de la Administración Pública Federal, así como intervenir en los asuntos relacionados con el seguro social en los términos de la Ley.

E. Reglamento Federal de Seguridad e Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.

Este Reglamento tiene por objeto establecer las medidas necesarias de prevención de los accidentes y enfermedades de trabajo, tendientes a lograr que la prestación del trabajo se desarrolle en condiciones de seguridad, higiene y medio ambiente adecuados para los trabajadores, conforme a lo dispuesto en la Ley Federal del Trabajo y los Tratados Internacionales celebrados y ratificados por los Estados Unidos Mexicanos en dichas materias. Publicado el día 27 de enero de 1997, estando vigente desde entonces.

F. Normas Oficiales Mexicanas.

Las Normas Oficiales Mexicanas son las reglas que, en seguridad e higiene del trabajo, hacen más explícito el Reglamento Federal de Seguridad mencionado, para dar cumplimiento a lo establecido en las leyes emitidas por el Estado. Dichas normas son de carácter general en todo el territorio nacional y son emitidas por



distintas entidades Gubernamentales, con diversos enfoques, ya sea laboral, ecológico, salud, comercio, entre otros.

Las normas en materia de seguridad e higiene son emitidas por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), son diversas y cada una de ellas cumple una función característica, organizadas en cuatro grupos de manera general como se muestra a continuación:

Tabla No. 2.
Clasificación de las Normas Oficiales Mexicanas de la STPS.

Seguridad	
Norma	Materia
NOM-001-STPS-2008	Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo.
NOM-002-STPS-2010	Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.
NOM-004-STPS-1999	Sistemas de protección y dispositivos de seguridad de la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.
NOM-005-STPS-1998	Manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
NOM-006-STPS-2000	Manejo y almacenamiento de materiales.
NOM-009-STPS-2011	Condiciones de seguridad para realizar trabajos en altura.
NOM-020-STPS-2011	Recipientes sujetos a presión y calderas.
NOM-022-STPS-2008	Electricidad estática en los centros de trabajo.
NOM-027-STPS-2008	Actividades de soldadura y corte.
NOM-029-STPS-2005	Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo.
Higiene	
Norma	Materia
NOM-010-STPS-1999	Manejo, transportación, procesamiento o almacenamiento de sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.
NOM-011-STPS-2001	Ruido laboral.
NOM-012-STPS-1999	Producción, uso, manejo, almacenamiento o transportación de fuentes de radiaciones ionizantes.
NOM-013-STPS-1993	Generación de radiaciones electromagnéticas no ionizantes.
NOM-014-STPS-2000	Exposición laboral a presiones ambientales anormales.
NOM-015-STPS-2001	Condiciones térmicas elevadas o abatidas.
NOM-024-STPS-2001	Vibraciones.
NOM-025-STPS-2008	Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
Organización del trabajo	
Norma	Materia
NOM-017-STPS-2008	Selección, uso y manejo en los centros de trabajo del equipo de protección personal
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-021-STPS-1993	Relativa a los requerimientos y características de los informes de los riesgos de trabajo que ocurran, para integrar las estadísticas
NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
NOM-030-STPS-2009	Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo



**Tabla No. 2.
Clasificación de las Normas Oficiales Mexicanas de la STPS (Cont.).
Específicas**

Norma	Materia
NOM-003-STPS-1999 NOM-007-STPS-2000	Actividades agrícolas.
NOM-008-STPS-2001	Actividades en aserraderos.
NOM-016-STPS-2001	Operación y mantenimiento de ferrocarriles.
NOM-023-STPS-2003 NOM-032-STPS-2008	Trabajos en minas de minerales metálicos y no metálicos. Trabajos en minas de carbón.
NOM-031-STPS-2011	Construcción.
NOM-100-STPS-1994 NOM-101-STPS-1994 NOM-102-STPS-1994 NOM-103-STPS-1994	Extintores.
NOM-104-STPS-2001 NOM-106-STPS-1994	Agentes extinguidores.
NOM-113-STPS-1994	Calzado de protección.
NOM-115-STPS-1994	Casco de protección.
NOM-116-STPS-1994	Respiradores y purificadores de aire contra partículas nocivas.

Fuente: Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

Como se observa estas normas son las concernientes a seguridad e higiene industrial, no obstante no son las únicas ya que a su vez han cambiado, han dejado sin efecto a algunas o bien son complementadas por otras normas emitidas por otras dependencias como:

- Secretaria de Salud
- Secretaria de Energía
- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI)
- Entre otras.

1.3 Definiciones de Términos.

1.3.1 Trabajo.

A medida que la especie humana evoluciona y se llega a la constitución de la sociedad, el uso de los bienes de la naturaleza se va apartando del exclusivo de las necesidades básicas y se crean otras, como el ornamento y el ocio. Estas nuevas necesidades y el aumento demográfico junto a las limitaciones de la propia naturaleza, aconsejan una optimización de uso de tales recursos.

La utilización de los bienes de la naturaleza no se hace de la forma en que tales bienes se presentan, sino que se transforman para obtener un mayor rendimiento de los mismos. Este proceso de transformación en adelante se conocerá como trabajo.



El proceso de transformación de los elementos de la naturaleza que constituye el trabajo requiere una actividad que aúne esfuerzos, dando paso a dos características fundamentales: la tecnificación y la organización. Con la Revolución Industrial comenzó un proceso mucho más acelerado de la tecnificación del trabajo que conllevó cambios en su organización. Las máquinas aumentaron extraordinariamente la capacidad de producción y los trabajadores tuvieron que adecuarse a las exigencias de las máquinas en aras de la productividad. En otras palabras. El trabajo cada vez requiere un menor esfuerzo físico pero una mayor exigencia mental.

Por lo tanto desde un punto de vista preventivo, debemos de lograr un trabajo:

- Con un grado de tecnificación que nos libre de los riesgos que atentan contra nuestra integridad física y mental.
- Organizado de una forma coherente con las necesidades personales y sociales de los individuos.

1.3.2 Salud.

Existe gran diversidad de definiciones para explicar el concepto de salud, ya que es una palabra que puede ser planteada desde diversos puntos de vista: antropológicos, sociológicos, médicos, históricos y filosóficos.

Para efectos de este tema se considera la siguiente definición que establece la Organización Mundial de la Salud (OMS)

“La salud es el estado completo de bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de un daño o enfermedad. La salud no es algo que uno posea como un bien, sino en realidad es una forma de funcionar en armonía con su medio (trabajo, ocio, forma de vida en general). No solamente significa verse libre de dolores o enfermedades, sino también la libertad para desarrollar y mantener sus capacidades funcionales.”

Como se observa, la salud no solo implica la ausencia de enfermedades sino también constituye un don que nos permite desarrollar nuestras capacidades y una vida normal tanto dentro como fuera del trabajo.

En este sentido, tomando en cuenta que permanecemos la mayor parte del tiempo en el trabajo, resulta fundamental ampliar el concepto salud en los centros laborales, tal como lo plantea la OMS:

“La salud se desarrolla y se mantiene por una acción recíproca entre el genotipo y el medio total. Como el medio ambiente de trabajo constituye una parte importante del medio total en que vive el hombre, la salud depende en gran medida de las condiciones de trabajo.”

La síntesis de las definiciones anteriores es entonces lo siguiente:



1. La salud es un estado de bienestar positivo y no sólo la ausencia de enfermedad.
2. Cuando se hace referencia a la salud, no solamente hay que atender los aspectos físicos sino también los psíquicos y sociales.
3. La salud está relacionada con las condiciones y el medio ambiente de trabajo.
4. La salud del ser humano debe integrar también otras variables que están presentes fuera de los lugares de trabajo, tales como condiciones de vivienda, alimentación, agua potable, servicios de alcantarillado, vías de acceso, y centros de salud, entre otros.

El medio ambiente de trabajo se concibe como las condiciones físicas ha aquella que se encuentran en el lugar de trabajo; mientras que las condiciones de trabajo son las normas que fijan los requisitos para la defensa de la salud y la vida de los trabajadores en los establecimientos y lugares de trabajo.

1.3.3 Peligro.

En ocasiones los factores de tecnificación y organización exceden de las capacidades de los individuos, pudiéndose llegar a circunstancias en las que un descontrol de aquéllas amenaza su salud, siendo esta posibilidad de daño para la salud la que recibe el nombre de peligro.

El peligro es cualquier condición de la que se pueda esperar con certeza que cause lesiones o daños a la propiedad o al medio ambiente y es inherente a las cosas materiales o equipos, está relacionado con una condición insegura.

En el Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, en el Título Primero, Capítulo Primero, Artículo segundo, se lee la definición para actividades peligrosas, la que se cita a continuación:

1. “Actividades peligrosas: Es el conjunto de tareas derivadas de los procesos de trabajo, que generan condiciones inseguras y sobreexposición a los agentes físicos, químicos o biológicos, capaces de provocar daño a la salud de los trabajadores o al centro de trabajo;”

1.3.4 Riesgo.

Si bien el Diccionario de la Lengua Española, lo define como “contingencia o proximidad de un daño”, en el contexto de la seguridad laboral debemos de entenderlo como:

“La posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo. Para calificar un riesgo desde su punto de vista de su gravedad, se valorarán conjuntamente la probabilidad de que se produzca y la severidad del mismo”



Por otra parte, la magnitud de un riesgo (R) es igual a la probabilidad (P) o esperanza de que ocurra una pérdida multiplicada por las consecuencias (C) que puedan resultar de la presencia de este riesgo, esto lo podemos representar de la siguiente manera:

$$R = P * C$$

Un elemento que incide en la probabilidad es la exposición al suceso peligroso.

En México, la Ley Federal del Trabajo, se establece el concepto de riesgo de trabajo en el Título Noveno, Artículo 473, el cual se cita a continuación:

“Artículo 473.- Riesgos de trabajo son los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo.”

Así pues, la denominación de riesgos de trabajo, corresponde al enfoque tradicional que interpreta el contexto legal, diferenciándose dentro de este concepto a los accidentes y a las enfermedades de trabajo.

Esta definición se complementa con el concepto de riesgo indicado anteriormente, en términos de las posibles pérdidas para el ser humano. Sin embargo, se debe de enfatizar el hecho de que los accidentes y enfermedades se producen en el trabajo porque en los centros laborales no se cumplen con las normas y reglamentos de salud ocupacional por la falta de compromiso de los diversos niveles jerárquicos de las empresas.

1.3.5 Factores de Riesgo.

La salud es el equilibrio que debe de existir entre el hombre, su medio ambiente y los agentes existentes entre él, y se define no sólo como la ausencia de enfermedad sino como el más completo estado de bienestar físico, mental y social. Por todo ello es necesario conocer lo referente a los agentes contaminantes derivados del progreso del trabajo, de las condiciones que se realizan las actividades y el medio ambiente en que laboran los trabajadores, entendiéndose por agentes o factores, un ente que en determinadas circunstancias puede ser capaz de producir un daño al organismo de los trabajadores.

Estos factores o agentes son múltiples pero, en general, pueden dividirse en grupos:

A. Según el agente casual, emanado del proceso de trabajo.

Factores de riesgo mecánico. En este grupo se ubican aquellos peligros relacionados con las condiciones operativas en cuanto a instalaciones físicas, herramientas y equipos, y sus condiciones de seguridad. Dentro de este grupo se incluyen aspectos tales como orden y limpieza, riesgos eléctricos, almacenamiento seguro de materiales y riesgo de incendio.



B. Conforme a los factores relacionados con las condiciones de trabajo bajo las cuales el individuo realiza sus actividades.

Factores de riesgo físico. Este grupo incluye peligros que, por si mismos, no generan un riesgo para la salud, siempre que se encuentren dentro de ciertos valores que produzcan una condición de bienestar en el ser humano en el trabajo. Se incluyen el ruido, la iluminación, temperatura, radiaciones ionizantes y radiaciones no ionizantes.

Factores de riesgo químico. Abarcan un conjunto muy amplio y diversos de sustancias y productos que, en el momento de manipularlos, se presentan en forma de polvos, humos gases o vapores. La cantidad de sustancia química presente en el aire del ambiente genera una concentración, durante la jornada laboral determinará el grado de exposición del trabajador.

Estas sustancias pueden ingresar al organismo por vía respiratoria, dérmica o digestiva, pudiendo ocasionar enfermedades laborales.

Factores de riesgo biológico. Son aquellos peligros producto del contacto de la persona con agentes infecciosos como virus, bacterias, hongos, parásitos, picaduras de insectos o mordeduras de animales. Algunas actividades realizadas en la recolección de desechos sólidos, la agricultura y en centros hospitalarios exponen a los trabajadores a estos peligros.

C. Los que se derivan del ambiente en el cual se encuentra el trabajador.

Factores de riesgo ergonómico. Este grupo comprende los peligros relacionados con el diseño del puesto de trabajo, con el fin de determinar si la estación de está adaptada a las características y condiciones físicas del trabajador. Se consideran aspectos tales como las posturas corporales en el trabajo (estáticas, incómodas o deficientes), movimientos repetitivos, fuerza empleada (cuando se levanta un objeto de forma manual), presión directa de cualquier parte de nuestro cuerpo (cuando se utiliza una herramienta manual), los factores de riesgo ambiental (ruido, iluminación, sustancias químicas y otros) y la organización del trabajo existente.

De la combinación de estos tres grupos de factores se originan las causas específicas que dan lugar a los accidentes o enfermedades laborales.

1.3.6 Accidente, incidente y enfermedad de trabajo.

Todos tenemos una idea de lo que significa un accidente de trabajo, probablemente lo relacionamos con lesiones que suceden cuando se está trabajando o con percances en fabricas o establecimientos donde las pérdidas son millonarias o humanas.



Dentro de la legislación mexicana, en el Artículo 474 de la Ley Federal del Trabajo encontramos una definición de lo que es accidente de trabajo:

“Artículo 474.- Se considera accidente de trabajo toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior; o la muerte, producida repentinamente en ejercicio, o con motivo del trabajo, cualquiera que sea el lugar y el tiempo en que dicho trabajo se preste. También se considerará accidente de trabajo el que se produzca al trasladarse el trabajador, directamente de su domicilio al lugar del trabajo, o de éste a aquél.”

Cabe señalar que en el detalle de este artículo se califica como accidente de trabajo el que le ocurra al trabajador tanto durante la ejecución de su tarea como en el trayecto usual de su domicilio al centro de trabajo y viceversa.

Un accidente de trabajo es un suceso no deseado que ocasiona pérdidas a las personas, a la propiedad o a los procesos laborales. El accidente es el resultado del contacto con una sustancia o fuente de energía (mecánica, eléctrica, química, ionizante, acústica, etc.) superior al umbral límite del cuerpo o estructura con el que se realiza el contacto.

Otros elementos que completan la definición de accidente laboral anteriormente señalada son las siguientes:

- Es todo suceso anormal, no querido ni deseado.
- Se presenta de forma brusca e inesperada, aunque se puede evitar.
- Interrumpe la continuidad del trabajo.
- Puede o no provocar una lesión corporal o un daño material o ambas cosas.

Son varios factores los que intervienen en los accidentes de trabajo, los cuales se pueden clasificar en dos grupos:

1. Condiciones inseguras: son factores que derivan del medio en el que los trabajadores desempeñan sus labores, siendo las más frecuentes la inseguridad que pueden tener los locales, la maquinaria o los equipos de trabajo.
2. Actos inseguros: son factores que dependen de las acciones del propio trabajador y cuyo resultado puede ser un accidente en el centro de trabajo.

Por otra parte, en el trabajo también se producen incidentes, los cuales son sucesos no deseados o no intencionados, que bajo circunstancias ligeramente diferentes podría ocasionar pérdidas para las personas, la propiedad o los procesos.

Los incidentes, si bien no generan pérdidas directas, pueden alterar el desarrollo normal de las operaciones llegando incluso a detenerlo, de esto se deduce la necesidad de su control, porque así conseguimos mayor seguridad para las personas, el equipamiento, los materiales y el ambiente.



Al igual que los accidentes de trabajo, las enfermedades laborales son el resultado de acontecimientos no deseados y generalmente involucran el contacto o exposición de la persona con un agente (químico, físico, biológico u otro) durante un determinado período.

La Ley Federal del Trabajo en el Artículo 475, define lo que es enfermedad de trabajo:

“Artículo 475.- Enfermedad de trabajo es todo estado patológico derivado de la acción continuada de una causa que tenga su origen o motivo en el trabajo o en el medio en que el trabajador se vea obligado a prestar sus servicios.”

Las enfermedades laborales se caracterizan por ocasionar un deterioro lento y paulatino de la salud del trabajador producido por una exposición continua a situaciones adversas en el medio ambiente, que provocan daños a su salud

La diferencia entre accidente de trabajo y enfermedad laboral radica en la inmediatez, en el factor tiempo, el cual juega un papel importante en las enfermedades laborales. En los accidentes de trabajo ese tiempo no se tiene en cuenta ya que es un daño inmediato, cuando acontece el accidente. Otra de las diferencias entre estos dos conceptos se muestra en la siguiente figura.

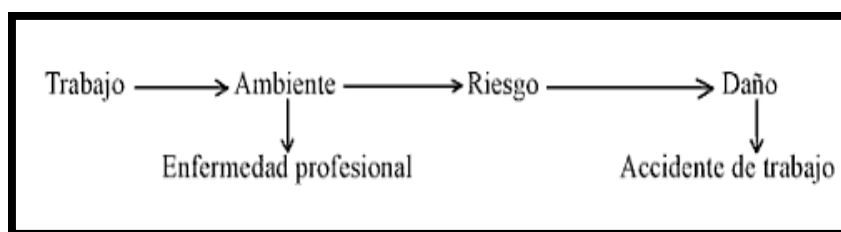


Fig. 2 Diferencia de enfermedad laboral y accidente de trabajo.

1.3.7 Prevención y protección.

La prevención nace ya en el origen de toda idea empresarial, por lo que ha de ser tenido en cuenta desde el inicio del desarrollo de los proyectos realizados por los técnicos competentes, para conseguir las correspondientes autorizaciones administrativas, diseñando los centros de trabajo acorde a las legislaciones, tanto generales como específicas, que le sean de aplicación.

También influye dentro de la prevención el diseño de puestos de trabajo consonancia con los procesos productivos, evitando toda situación potencial de peligro para el trabajador.

Según lo anteriormente manifestado se podría definir la prevención como las actuaciones tomadas tanto en fase de diseño como posteriormente a la hora de realizar los trabajos encaminados a la eliminación de riesgos.



Por otra parte la protección juega un papel fundamental en todos los casos en que no se haya podido eliminar el peligro pero si podemos disminuir las lesiones del trabajador, en caso del que el citado riesgo se materialice.

Por lo tanto se debe de entender como una técnica complementaria, pero nunca sustitutiva, basándose fundamentalmente en la legislación mexicana correspondiente, que obliga al empresario a eliminar los riesgos combatiéndolos en su origen y tomando las medidas necesarias para el control de los no evitables, anteponiendo ante todo la protección colectiva a la individual.

Se entiende por protección colectiva a aquella que una vez colocada en el centro de trabajo protege de un riesgo a varios trabajadores, mientras que la protección individual presenta únicamente características de protección para un solo trabajador.

Al igual existe la protección integral, la que cual está integrada por el conjunto de técnicas encaminadas a reducir los riesgos, accidentes y enfermedades de los trabajadores. Así podemos considerar que la prevención integral implica:

- Seguridad en el proceso.
- Seguridad en el método de trabajo.
- Protección colectiva.

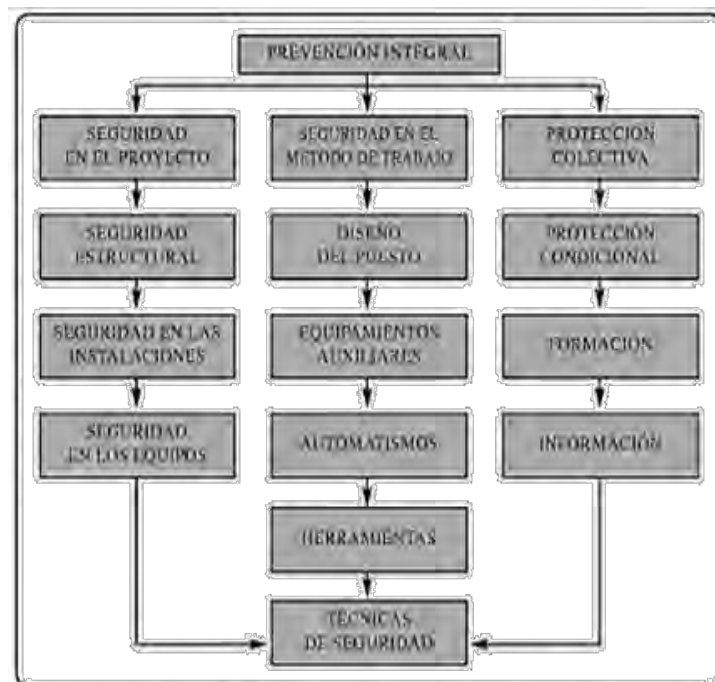


Fig. 3 Protección Integral.⁷

⁷ Cortés Díaz J. M. Seguridad e higiene del trabajo. Técnicas de prevención de riesgos laborales.



1.4 Incendios.

1.4.1 La química y la física del fuego.

El fuego ha hecho posible que el hombre llegue a poseer adelantos y que la civilización goce de grandes beneficios que se generan con la tecnología moderna.

El fuego al ser manejado y controlado adecuadamente por el hombre, proporciona grandes beneficios, pero cuando éste sale de su control, es el enemigo más temible, ya que a su paso, destruye los bienes que el hombre tiene para satisfacer sus necesidades básicas. Por esto es que al fuego se le debe manejar adecuadamente.

El fuego es la reacción química de oxidación de los materiales combustibles acompañada de una liberación de luz y calor.

Para que se produzca el fuego, es necesario que existan tres elementos simultáneos y balanceados:

- Oxígeno.
- Calor.
- Combustible.

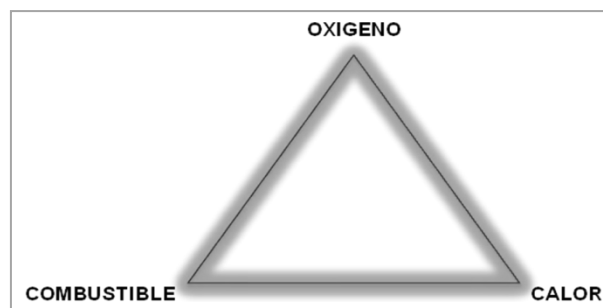


Fig. 4 Triangulo del fuego

Esto es conocido comúnmente como el triángulo del fuego.

Cada elemento individual es dependiente de los otros dos para que se produzca una combustión, si falta alguno de estos tres elementos, o si no están en la proporción y combinación adecuadas, el fuego no podrá existir. Por lo tanto mantener separados los tres elementos del fuego es la clave para prevenir incendios, y la remoción de uno o más es la clave para extinguirlos.

Oxígeno.

El oxígeno es un gas no inflamable y es un elemento básico para la vida. La atmósfera que nos circunda, está constituida por:



- 21% de oxígeno
- 78% de nitrógeno
- 1% de gases raros, tales como el vapor de agua, CO₂, Kriptón, xenón, etc.

La cantidad de oxígeno que se requiere para que exista el fuego es de 16%, con menos de este porcentaje se extingue. El oxígeno por sí solo no arde, solamente mantiene la combustión, es un comburente.

Combustible.

El combustible es un agente reductor, este puede ser sólido, líquido o gaseoso. En el caso de los combustibles sólidos cuando el material se halla subdividido, el peligro de propagación del fuego es mayor. Los líquidos combustibles no arden los que lo hacen son los vapores que se desprenden de ellos; tales vapores por lo general, son más pesados que el aire y pueden entrar en ignición a considerable distancia de la fuente de emisión.

Calor.

El calor es la energía que se necesita para aumentar la temperatura del combustible al punto que desprenda suficientes vapores para que ocurra la ignición. El calor también es la forma de energía que causa la ignición.

Por lo tanto, la relación única, directa y simultánea de los tres elementos: temperatura, un agente oxidante (oxígeno) y un agente reductor (combustible), en la proporción correcta es lo que causa el fuego.

Reacción en cadena.

Es necesario que exista un cuarto factor para que el fuego se sostenga y aumente su tamaño. Este factor es la reacción en cadena que se produce entre el combustible y el agente oxidante. El triangulo de fuego se altera a incluir en él la reacción en cadena formando una figura tetraédrica. A medida de que el fuego arde, las moléculas del combustible se reducen a moléculas más simples dentro de la llama. Mientras el proceso de combustión continua, el aumento de la temperatura hace que el oxígeno adicional sea atraído al área de candela, más moléculas se parten, se rompen y entran en la reacción, alcanzan su punto de ignición, empiezan a arder y aumenta la temperatura, lo cual a su vez demanda más oxígeno y continúa la reacción en cadena.

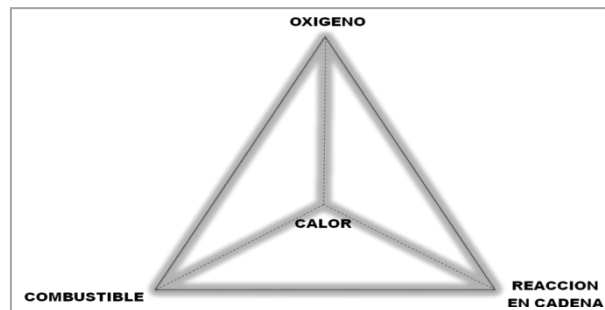


Fig. 5 Tetraedro del fuego.

Mientras exista suficiente combustible y oxígeno, y mientras la temperatura se mantenga, la reacción en cadena propagará el proceso de combustión.

1.4.1.1 Tipos de fuego

Se catalogan los tipos de fuegos según los materiales que intervengan en la combustión, asignándoles letras a diferentes grupos para establecer qué agentes extintores serán los indicados para combatirlo.

Fuegos Clase A. Son los fuegos en materiales combustibles comunes como maderas, tela, papel, caucho y muchos plásticos. Estos abarca los materiales o sustancias que al incendiarse dejan residuos carbonosos.

Este tipo de incendios está representado por un triángulo en color verde, con la letra "A".

Fuegos Clase B. Son los fuegos de líquidos inflamables y combustibles, grasa de petróleo, alquitrán, bases de aceite para pintura, solventes, lacas, alcoholes y gases inflamables.

Este tipo de incendio está representado por un cuadrado o rectángulo de color rojo, con la letra "B".

Fuegos Clase C. Son incendios en sitios donde están presentes equipos eléctricos y energizados y donde la no conductividad eléctrica del medio de extinción es importante. (Cuando el equipo eléctrico está desenergizado pueden ser usados sin riesgo extintores para Clase A o B).

Este tipo de incendio está representado por un círculo de color azul, con una letra "C".

Fuegos Clase D. Son aquellos fuegos en metales combustibles como magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y potasio; cuya peligrosidad radica en su alta reacción con el oxígeno.

Este tipo de incendio está representado por una estrella de cinco picos de color amarillo, con la letra "D".



Fuegos de Clase K. Fuegos en aparatos de cocina que involucren un medio combustible para cocina (aceites minerales, animales y grasas).

Su símbolo es un cuadrado de color negro con una “K” de color blanco en su interior.

1.4.1.2 Incendio.

Un incendio es la manifestación de una combustión incontrolada. En ella intervienen materiales combustibles que forman parte de los edificios en que vivimos, trabajamos y jugamos o una amplia gama de gases, líquidos y sólidos que se utilizan en la industria y el comercio.

Estos materiales, normalmente constituidos por carbono, se agruparán en el contexto de este estudio bajo la denominación de sustancias combustibles. Aunque estas sustancias presentan una gran variedad en cuanto a su estado químico, cuando intervienen en un incendio responden a características comunes, si bien se diferencian en la facilidad con que se inicia éste (ignición), la velocidad con que se desarrolla (propagación de la llama) y la intensidad del mismo (velocidad de liberación de calor). A medida que profundizamos en la ciencia de los incendios, cada vez es posible cuantificar y predecir con mayor exactitud el comportamiento de un incendio, lo que nos permite aplicar nuestros conocimientos a la prevención de los incendios en general. El objetivo de esta sección es revisar algunos principios fundamentales y contribuir a la comprensión del desarrollo de los incendios.

1.4.2 Conceptos básicos.

Un incendio es una reacción química bastante más complicada que la que se explica por el término triángulo de fuego, por lo que es necesario entender algunos conceptos.

Combustión.

La combustión es el proceso de las reacciones exotérmicas en las que participa un combustible en fase condensada, en fase gaseosa o ambas. Este proceso, generalmente, aunque no necesariamente, está asociado con la oxidación de un combustible por el oxígeno atmosférico. A la combustión en fase condensada se le suele designar como combustión incandescente, mientras que a la fase gaseosa nos referimos como combustión con llama. Si este proceso de combustión ocurre en un lugar cerrado, de forma que se produce un aumento apreciable de la presión, se le denomina explosión. Si la onda de combustión se propagase a velocidad supersónica, se forma un frente de choque que avanza delante de la onda, a este proceso se le llama detonación.



Límites de inflamabilidad.

Para que sea posible la ignición, debe de existir una concentración de combustible suficiente en la atmosfera oxidante dada. Una vez que ésta comienza, mantener el estado de combustión, exige un suministro continuo de combustible y oxidante.

Los límites de inflamabilidad son los límites extremos de concentración de un combustible dentro de un medio oxidante a cuyo a través la llama, una vez iniciada, continúa propagándose a las presiones y temperaturas específicas.

Un gas inflamable (p. ej., el propano, C_3H_8) puede entrar en combustión de dos formas diferentes. Una corriente o chorro de gas de una tubería (un simple mechero Bunsen con la entrada de aire cerrada) puede entrar en ignición y arder como llama de difusión, produciéndose la combustión en aquellas zonas en que el combustible gaseoso y el aire se mezclan mediante un proceso de difusión. Este tipo de llama presenta una luminosidad amarilla característica que indica la presencia de partículas diminutas de hollín formadas como resultado de una combustión incompleta. Algunas de esas partículas arden en la llama, pero otras emergen por la punta de la misma para formar el humo.

Otra forma de combustión tiene lugar cuando el gas y el aire se mezclan antes de la ignición y se produce una combustión de premezclado, siempre que el rango de concentración de la mezcla de gas y aire se encuentre entre los límites de inflamabilidad inferior y superior, como se muestra en la Tabla No. 3.

Tabla No. 3
Límites de inflamabilidad.

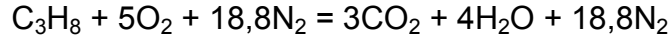
Gas	Límite inferior de inflamabilidad (%volumen)	Límite superior de inflamabilidad (%volumen)
Monóxido de carbono	12.5	74
Metano	5.0	15
Propano	2.1	9.5
n-Heptano	1.2	7.4
n-Decano	0.75	5.6
Metanol	6.7	36
Etanol	3.3	19
Acetona	2.6	13
Benceno	1.3	7.9

Fuente: OIT

Fuera de dichos límites la mezcla no resulta inflamable (recuerde que cuando se abre la entrada de aire de un mechero Bunsen, en la boca se estabiliza una llama de premezclado). Cuando una mezcla es inflamable, la ignición puede provocarse aplicando una fuente de ignición de pequeñas dimensiones (chispa eléctrica). La mezcla de tipo estequiométrico es la que arde con mayor facilidad, pues la proporción de oxígeno presente es la adecuada para quemar toda la sustancia combustible y transformarla en dióxido de carbono y agua (véase la



ecuación siguiente, que demuestra que, aunque el nitrógeno está presente en la misma proporción que en el aire, no participa en la reacción). En esta reacción el material de combustión es el propano (C_3H_8):



En este caso, para que arda una mezcla estequiométrica de propano y aire basta una simple descarga eléctrica de 0,3 mJ, es decir, una chispa estática casi imperceptible como la que puede provocar una persona al caminar por una alfombra sintética y tocar un objeto conectado a tierra. Para determinados gases reactivos como el hidrógeno, etileno o etino, bastarían cantidades aún menores de energía. En una atmósfera de oxígeno puro (como en la reacción anterior, pero sin nitrógeno como diluyente) la energía necesaria sería incluso menor.

La llama de difusión asociada a un flujo de combustible gaseoso ilustra la forma de combustión que se observa cuando un combustible líquido o sólido arde con llama. Pero, en este caso, la llama se alimenta de los vapores de la sustancia combustible generados en la superficie de la fase condensada. La velocidad de suministro de estos vapores depende de su velocidad de combustión en la llama de difusión. La energía se transfiere de la llama a la superficie, generando así la energía necesaria para producir los vapores. En los combustibles líquidos se trata de un simple proceso de evaporación, pero en los sólidos debe existir una cantidad suficiente de energía para lograr la descomposición química del combustible y romper las grandes moléculas de polímero en fragmentos más pequeños capaces de evaporarse y escapar de la superficie. Esta reacción térmica es indispensable para mantener el flujo de vapores y, con ello, la llama de difusión.

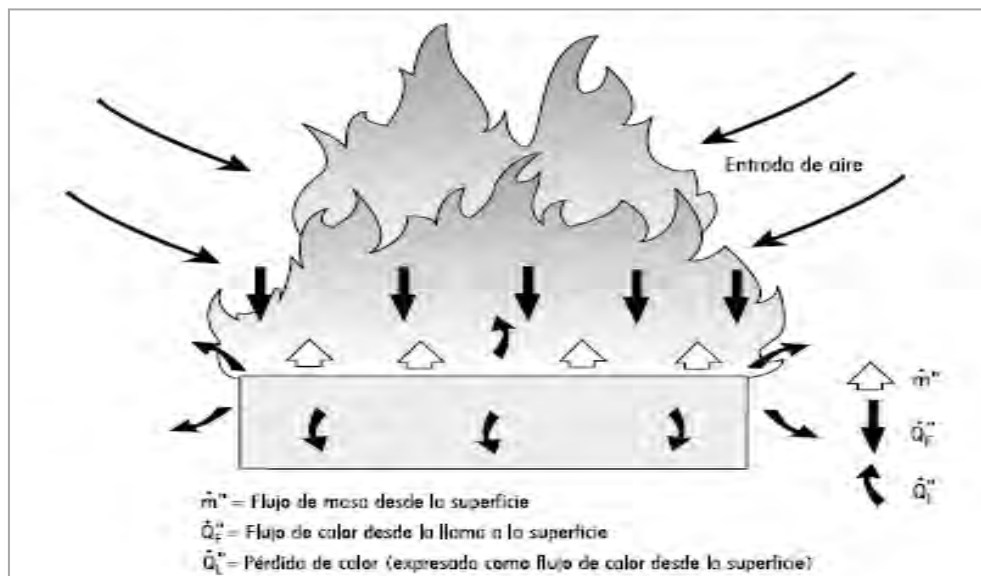


Fig. 6 Representación esquemática de una superficie de ignición⁸.

⁸ Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. OIT; Ministerio de Trabajo Asuntos Sociales



1.4.3 Transferencia de calor.

La comprensión del proceso de transferencia del calor (o energía) es clave para estudiar el comportamiento y los procesos de los incendios, por lo que merece un análisis detenido. Hay muchos textos de consulta excelentes (Welty, Wilson y Wicks 1976; DiNenno 1988), pero para estos fines nos bastará estudiar los mecanismos de conducción, convección y radiación. Las ecuaciones básicas para la transferencia de calor en estado estacionario (q'') son:

$$\text{Conducción: } q'' = \frac{k}{l}(T_1 - T_2) \text{ kW/m}^2$$

$$\text{Convección: } q'' = h(T_1 - T_2) \text{ kW/m}^2$$

$$\text{Radiación: } q'' = \epsilon\sigma(T_1^4 - T_2^4) \text{ kW/m}^2$$

La conducción es fundamental en la transferencia de calor a través de sólidos (siendo k una propiedad del material conocida como conductividad térmica (kW/mK) y l la distancia (m) a lo largo de la cual la temperatura desciende de T_1 a T_2 (en Kelvin). La convección en este contexto es la transferencia de calor de un fluido (en este caso, aire, llamas o productos de combustión) a una superficie (sólida o líquida), siendo h el coeficiente de transferencia de calor por convección (kW/m²K), que depende de la configuración de la superficie y de la naturaleza del flujo que pasa por ella. La radiación es similar a la luz visible (pero con una longitud de onda mayor) y no necesita un medio de propagación (puede ser el vacío), siendo ϵ la emisividad (eficiencia de radiación de una superficie) y σ la constante de Stefan-Boltzman ($56,7 \times 10^{-12}$ kW/m²K⁴). La radiación térmica viaja a la velocidad de la luz (3×10^8 m/s) y cualquier objeto sólido que se interponga en su camino proyectará una sombra.

1.4.4 Velocidad de combustión y velocidad de liberación de calor.

En la transferencia de calor desde la llama a la superficie de las sustancias combustibles condensadas (líquidas y sólidas) se combinan la convección y la radiación, aunque esta última es la que domina cuando el diámetro efectivo del incendio supera 1 m.

La velocidad de combustión [m (g/s)] puede expresarse mediante la fórmula siguiente:

$$m\& = \frac{Q\&_F'' - Q\&_L''}{L_v} \cdot A_{\text{combustible}} \text{ g/s} \quad \text{Ec. 1}$$

$Q\&_F''$ es el flujo de calor desde la llama a la superficie (kW/m²); $Q\&_L''$ es la pérdida de calor de la superficie (p. ej., por radiación o por conducción a través del sólido) expresada como flujo (kW/m²); $A_{\text{combustible}}$ es el área superficial del



combustible (m^2) y L_v el calor de gasificación (equivalente al calor latente de evaporación de un líquido) (kJ/g). Cuando se produce un incendio en un espacio cerrado, los gases calientes que emergen del mismo (impulsados por la flotabilidad) se quedan debajo del techo, calentando las superficies superiores del recinto. La capa de humo resultante y las superficies calientes irradian calor hacia la parte inferior del recinto, especialmente hacia la superficie de combustible, y aumentan así la velocidad de combustión:

$$\dot{m}_c = \frac{Q_c'' + Q_{ext}'' - Q_L''}{L_v} \cdot A_{combustible} \text{ g/s} \quad \text{Ec. 2}$$

Siendo Q_{ext}'' el calor adicional suministrado por radiación desde la parte superior del recinto (kW/m^2). Esta reacción adicional provoca un aumento considerable de la velocidad de combustión, así como un fenómeno de descarga en los recintos cerrados en que existe un suministro adecuado de aire y una cantidad suficiente de combustible para mantener el incendio (Drysdale 1985).

La velocidad de combustión está moderada por la magnitud del valor de L_v , calor de gasificación, que tiende a ser bajo en los líquidos y relativamente alto en los sólidos, es decir, los sólidos tienden a arder mucho más despacio que los líquidos.

Parece que el parámetro que más influye en el comportamiento de combustión de un material (o de un conjunto de materiales) es la velocidad de liberación de calor (RHR), que está ligada a la velocidad de combustión con arreglo a la ecuación siguiente:

$$RHR = \dot{m} \Delta H_c \text{ kW} \quad \text{Ec. 3}$$

Donde ΔH_c el calor efectivo de combustión de la sustancia combustible (kJ/g). Actualmente disponemos de nuevas técnicas para determinar el RHR de diferentes flujos de calor (p. ej., el Calorímetro de Cono) y medir el RHR de objetos voluminosos, como muebles tapizados y revestimientos de paredes, con calorímetros de gran capacidad basados en los valores de consumo de oxígeno para determinar la velocidad de liberación del calor.

No hay que olvidar que, a medida que aumentan las proporciones de un incendio, no sólo se incrementa la velocidad de liberación de calor, sino también la velocidad de aparición de los “productos de combustión”, que contienen sustancias tóxicas y humo formado por partículas, cuyo volumen aumentará a medida que disminuye la ventilación en el recinto cerrado.



1.4.5 Ignición.

La ignición de un líquido o de un sólido requiere el aumento de su temperatura superficial hasta que se desprenden vapores a una velocidad suficiente para, una vez iniciada la ignición de estos, mantener la llama. Los combustibles líquidos pueden clasificarse según su punto de inflamación o temperatura mínima a la que puede existir un vapor o una mezcla de aire inflamable en la superficie (es decir, la presión del vapor corresponde al límite inferior de inflamabilidad). Para producir un flujo de vapores capaz de mantener una llama de difusión es necesaria una temperatura ligeramente superior, conocida como punto de ignición. Estos conceptos se aplican asimismo a los sólidos combustibles, aunque en éstos las temperaturas son más altas debido a las exigencias de la descomposición química. El punto de ignición se encuentra normalmente por encima de 300 °C dependiendo del combustible. Por lo general, los materiales ignífugos (KEVLAR, ARAMOL, Tela de cerámica) presentan puntos de ignición bastante más altos.

La facilidad de ignición de un material sólido depende, por tanto, de la facilidad con que se eleva su temperatura superficial hasta alcanzar el punto de ignición, por ejemplo, mediante la exposición a un calor radiante o a un flujo caliente de gases. Este proceso depende menos de las características de la descomposición química que del espesor y las propiedades físicas del sólido, como su conductividad térmica (k), densidad (ρ) y capacidad calorífica (c). Los sólidos de espesores finos, como las virutas de madera, arden con gran facilidad porque tienen una masa térmica baja, es decir, se necesita una cantidad relativamente reducida de calor para aumentar su temperatura hasta el punto de ignición. En cambio, cuando se aplica calor a la superficie de un sólido de gran espesor, parte del calor pasa de la superficie al interior, lo que reduce el aumento de la temperatura en su superficie. Puede demostrarse teóricamente que la velocidad de aumento de la temperatura en la superficie viene determinada por la inercia térmica del material, es decir, el valor $k \cdot \rho \cdot c$ del producto. Los materiales gruesos con una inercia térmica alta (p. ej., madera de roble, poliuretano sólido) necesitan un tiempo prolongado para entrar en ignición cuando se les aplica un flujo de calor determinado, mientras que, en idénticas condiciones, los materiales gruesos con una inercia térmica baja (p. ej., tableros de fibra aislante, espuma de poliuretano) arden muy rápidamente.

1.4.6 Propagación de la llama.

Un factor básico del aumento de dimensiones de un incendio es la velocidad de propagación de una llama por las superficies combustibles adyacentes. La propagación de la llama puede representarse como un frente de avance de la ignición en donde el extremo frontal de la llama actúa como fuente de ignición del combustible que todavía no está ardiendo. La velocidad de propagación viene determinada, por un lado, por las propiedades del material, de las que depende la facilidad de ignición y, por otro, por la interacción entre la llama existente y la superficie de avance del frente. La propagación vertical en sentido ascendente es



la más rápida, pues la flotabilidad garantiza que las llamas se desplacen hacia arriba, y así la superficie superior al área de combustión queda expuesta a la transferencia directa del calor de las llamas. Compárese esta situación con la propagación en una superficie horizontal, en que las llamas del área de combustión se elevan verticalmente, lejos de la superficie. Realmente, la experiencia demuestra que la propagación vertical es la más peligrosa (p. ej., propagación de llamas en cortinas y sábanas o en ropas sueltas como camisones).

La velocidad de propagación también depende del flujo de calor radiante aplicado. El volumen de un incendio en el interior de una habitación crecerá con mayor rapidez al aumentar el nivel de radiación generado a medida que se extiende el incendio, lo que contribuirá a acelerar su propagación.

1.4.7 Fuentes de peligro de incendio.

Hay varias definiciones para los términos incendio y combustión. Las definiciones del fenómeno de la combustión más interesantes a los fines del presente trabajo son las siguientes:

- Para una ignición se requieren unas condiciones favorables de partida, que, por lo general, suelen ser un calentamiento suficiente del sistema para cubrir la demanda inicial de energía de la reacción en cadena.
- Las reacciones suelen ser exotérmicas, es decir, durante la combustión se libera calor, fenómeno que a menudo va acompañado de una llama visible. La combustión es un proceso automantenido de reacciones en las que se producen transformaciones físicas y químicas.
- Los materiales que intervienen en la combustión reaccionan con un agente oxidante próximo, que, en la mayoría de los casos, es el oxígeno del aire.

La ignición puede considerarse el primer paso del proceso automantenido de combustión, debiendo distinguir entre ignición dirigida (o forzada), si el fenómeno está causado por una fuente de ignición externa, o autoignición, si el fenómeno es resultado de reacciones que se producen en el propio material combustible con liberación de calor.

La facilidad de ignición viene definida por un parámetro empírico, la temperatura de ignición (es decir, la temperatura mínima, determinable mediante ensayo, a la que debe calentarse un material para que se inicie su ignición). Dependiendo de que la determinación de este parámetro (con métodos de ensayo especiales) se realice con o sin fuente de ignición, se distingue entre temperatura de ignición dirigida y temperatura de autoignición.

En el caso de la ignición dirigida, la energía necesaria para activar los materiales que intervienen en la reacción de combustión es suministrada por una fuente de ignición. Ahora bien, no existe una relación directa entre la cantidad de energía necesaria para la ignición y la temperatura de ignición; en efecto, si bien la



composición química de los elementos del sistema de combustión es un factor fundamental de la temperatura de ignición, en ella influyen también en gran medida el tamaño y la forma de los materiales, la presión ambiental, las condiciones del flujo de aire, los parámetros de la fuente de ignición, las características geométricas del equipo de ensayo, etc. Por esta razón, los valores de la temperatura de autoignición y de ignición dirigida publicados en la bibliografía pueden diferir considerablemente.

Para analizar el mecanismo de ignición de los materiales, hay que diferenciar entre materiales sólidos, líquidos y gaseosos. La mayor parte de los sólidos toman la energía de una fuente de ignición externa por conducción, convección o radiación (en la mayoría de los casos por una combinación de todas ellas), o se calientan como resultado de procesos internos que inician la descomposición en sus superficies.

Para que se produzca la ignición en un líquido, es necesario que se forme un espacio de vapor capaz de arder sobre su superficie. Los vapores liberados y los productos gaseosos de descomposición se mezclan con el aire que se encuentra sobre la superficie del material líquido o sólido.

Las turbulencias que se producen en la mezcla o en la difusión ayudan al oxígeno a alcanzar las moléculas, átomos y radicales libres dispuestos a reaccionar que se encuentran en y por encima de la superficie. Las partículas inducidas interaccionan y liberan calor. El proceso se va acelerando progresivamente y, cuando se inicia la reacción en cadena, el material entra en ignición y arde.

La combustión en la capa inferior a la superficie de los materiales sólidos combustibles se denomina combustión sin llama y la reacción de combustión que tiene lugar en la interfaz entre el material sólido y el gas, calentamiento al rojo. La combustión con llama es el proceso en cuyo curso la reacción exotérmica de combustión entra en la fase gaseosa. Es típica de la combustión tanto de materiales líquidos como sólidos.

Los gases combustibles arden de forma natural en la fase gaseosa. Un principio empírico importante es que las mezclas de gas y aire sólo pueden entrar en ignición dentro de un determinado rango de concentración, lo que también es válido para los vapores de líquidos. Los límites, inferior y superior de inflamabilidad de gases y vapores dependen de la temperatura y la presión de la mezcla, la fuente de ignición y la concentración de los gases inertes de la mezcla.

1.4.8 Fuentes de ignición.

La energía calorífica puede clasificarse en cuatro categorías básicas según su origen.



1. Energía calorífica generada por reacciones químicas (oxidación, combustión, disolución, calentamiento espontáneo, descomposición, etc.);
2. Energía calorífica eléctrica (por resistencia, inducción, arco, chispas eléctricas, descargas electrostáticas, rayos, etc.);
3. Energía calorífica mecánica (por fricción, chispas por fricción), calor generado por descomposición nuclear.

A continuación se estudian las fuentes de ignición más frecuentes.

a) Llama abierta.

La llama abierta es la fuente de ignición más sencilla y frecuente. Gran cantidad de herramientas de uso generalizado y de equipos industriales funcionan con llamas desnudas o dan lugar a la formación de llamas desnudas. Encendedores, cerillas, hornos, aparatos de calefacción, equipos de soldadura, tuberías dañadas de gas y petróleo, etc. pueden considerarse fuentes potenciales de ignición. Dado que, en el caso de la llama abierta, la fuente de ignición primaria constituye en sí misma una combustión automantenida, el mecanismo de ignición significa básicamente la propagación de la combustión a otro sistema. La combustión se inicia cuando la fuente de ignición con llama abierta dispone de suficiente energía como para provocar la ignición.

b) Ignición espontánea.

Las reacciones químicas que generan calor de forma espontánea, al ser “fuentes internas de ignición”, conllevan un riesgo de ignición y combustión. Materiales propensos al calentamiento y la ignición espontáneos pueden convertirse en fuentes de ignición secundarias y provocar la ignición de materiales combustibles próximos.

Aunque algunos gases (p. ej., fosforo de hidrógeno, hidruro de boro, hidruro de silicio) y líquidos (p. ej., carbonilos metálicos, composiciones organometálicas) son propensos a la ignición espontánea, en la mayoría de los casos ésta tiene lugar como reacción superficial en los materiales sólidos. La ignición espontánea, como todas las igniciones, depende de la estructura química del material, pero su aparición está determinada por el grado de dispersión. La extensa superficie específica permite la acumulación local de calor de reacción y contribuye a aumentar la temperatura del material por encima de la temperatura de ignición espontánea.

La ignición espontánea de líquidos también se ve favorecida cuando entran en contacto con aire o materiales sólidos de gran superficie específica. En condiciones atmosféricas normales, las grasas y los aceites especialmente insaturados con enlaces dobles, al ser absorbidos por materiales fibrosos o sus productos o al impregnarse en textiles de origen vegetal o animal, son propensos a la ignición espontánea en condiciones atmosféricas normales. La ignición



espontánea de productos de lana de vidrio y de lana mineral fabricados con fibras no combustibles o materiales inorgánicos con una gran superficie específica, y contaminados con grasa han dado origen a gran número de incendios graves.

La ignición espontánea se observa principalmente en polvo de materiales sólidos. En metales con una buena conductividad calorífica, para acumular el calor local necesario para la ignición es necesario que estén muy finamente fragmentados. A medida que disminuye el tamaño de partícula, aumenta la probabilidad de una ignición espontánea y en algunos polvos metálicos (p. ej., hierro) se produce piroforicidad. Cuando se almacena y maneja polvo de carbón, hollín fino o polvo de lacas y resinas sintéticas, así como durante su procesamiento, debe prestarse especial atención a las medidas preventivas contra incendios para reducir el peligro de una ignición espontánea.

Los materiales propensos a la descomposición espontánea presentan una especial capacidad para entrar en ignición de forma espontánea. Cuando se coloca hidracina sobre cualquier material de gran área superficial, inmediatamente arde con llama. Los peróxidos, muy utilizados en la industria plástica, se descomponen espontáneamente con gran facilidad, convirtiéndose en peligrosas fuentes de ignición y llegando a iniciar en algunos casos una combustión explosiva.

Un caso especial de ignición espontánea es la violenta reacción exotérmica que se produce cuando determinados productos químicos entran en contacto entre sí, como el ácido sulfúrico concentrado con todos los materiales combustibles orgánicos, los cloratos con sales sulfúricas o amónicas, los compuestos orgánicos halogenados con metales alcalinos, etc. La incompatibilidad de estos materiales (materiales incompatibles) exige una especial atención para su almacenamiento, especialmente cuando se hace conjunto, así como a la hora de elaborar la normativa de seguridad contra incendios.

Vale la pena mencionar que esta peligrosa forma de calentamiento altamente espontánea puede verse favorecida, en algunos casos, por unas condiciones técnicas incorrectas (ventilación insuficiente, baja capacidad de enfriamiento, fallos de mantenimiento y limpieza, sobrecalentamiento de la reacción, etc.) o incluso estar causada por ellas.

Algunos productos agrícolas, como piensos de fibra, semillas oleaginosas, cereales germinados, productos finales de la industria de transformación (tiras secas de remolacha, fertilizantes, etc.) son propensos a la ignición espontánea. El calentamiento espontáneo de estos materiales presenta una característica especial: las peligrosas condiciones de temperatura de los sistemas se ven favorecidas por algunos procesos biológicos exotérmicos de difícil control.



A. Fuentes de ignición eléctrica.

La maquinaria mecánica, los instrumentos y equipos de calefacción alimentados con energía eléctrica, así como los equipos de transformación mecánica y de iluminación no suelen suponer un riesgo de incendio para su entorno siempre que se instalen de acuerdo con la correspondiente normativa en materia de seguridad y de instalación y se observen durante su funcionamiento las instrucciones necesarias. Un mantenimiento regular y una supervisión periódica disminuyen considerablemente la probabilidad de incendios y explosiones. Las causas más frecuentes de incendios en equipos eléctricos y cableados son la sobrecarga, los cortocircuitos, las chispas eléctricas y las resistencias de alto contacto.

Se produce una sobrecarga cuando el cableado y los aparatos eléctricos soportan una corriente superior a la fijada por diseño. La sobrecarga de corriente, al pasar a través del cableado y del aparato, provoca un calentamiento excesivo que daña, rompe o carboniza los componentes del sistema eléctrico y funde el recubrimiento del cable; las partes metálicas entran en una combustión sin llama, las unidades estructurales combustibles entran en ignición y, si se dan ciertas condiciones, puede llegarse incluso a la propagación del incendio en el entorno. La causa más frecuente de sobrecarga suele ser la conexión de un número de aparatos superior al permitido o de capacidad superior al valor estipulado.

Desde el punto de vista de la seguridad laboral de los sistemas eléctricos, uno de los mayores peligros son los cortocircuitos. Siempre son consecuencia de un fallo y se producen cuando partes del cableado eléctrico o del equipo aisladas entre sí y a tierra, contactan entre sí o con tierra. Este contacto puede ser directo, como en el contacto metal-metal, o indirecto, a través de un arco eléctrico. Cuando se produce un cortocircuito porque algunas unidades del sistema eléctrico entran en contacto entre sí, la resistencia es mucho menor y, como consecuencia, la intensidad de la corriente es extremadamente alta. La energía calorífica liberada durante una sobrecarga originada por grandes cortocircuitos puede dar lugar a un incendio en el mecanismo afectado, entrando en ignición los materiales y equipos próximos y propagándose el fuego al edificio.

Aunque las chispas eléctricas son fuentes de energía calorífica de naturaleza reducida, en la práctica actúan con frecuencia como fuentes de ignición. En condiciones normales de trabajo, la mayoría de los dispositivos eléctricos no producen chispas, aun cuando el funcionamiento de algunos de ellos suela ir acompañado de ellas.

Las chispas son muy peligrosas cuando en la zona donde se generan existen concentraciones explosivas de gas, vapor o polvo. Por tanto, los equipos que normalmente producen chispas durante su funcionamiento sólo pueden instalarse en lugares en que éstas no puedan provocar un incendio. El contenido energético de las chispas es insuficiente por sí mismo para provocar la ignición de los materiales del entorno o para iniciar una explosión.



Cuando en un sistema eléctrico no existe contacto metálico perfecto entre las unidades estructurales a través de las cuales fluye la corriente, en el punto de fallo aparecerá una resistencia de alto contacto. Este fenómeno se debe, en la mayoría de los casos, a un montaje incorrecto de las juntas o a instalaciones inadecuadas. La separación de las juntas durante el funcionamiento y el desgaste natural también pueden provocar resistencias de alto contacto. Gran parte de la corriente que fluye a través de los puntos con aumento de resistencia se transformará en energía calorífica. Si esa energía no se disipa suficientemente (y no se elimina la causa), se producirá un fuerte incremento de temperatura que puede provocar un peligroso incendio.

Si los mecanismos operan por inducción (motores, dínamos, transformadores, relés, etc.) y no están bien calculados, pueden surgir corrientes parásitas durante el funcionamiento que harán que se calienten las unidades estructurales (las bobinas y sus núcleos de hierro), provocando la ignición de los materiales aislantes y la combustión del equipo. Las corrientes parásitas también pueden surgir (con consecuencias desastrosas) en las unidades estructurales metálicas de equipos de alto voltaje.

B. Chispas electrostáticas.

En el proceso de carga electrostática cualquier material, en principio eléctricamente neutro (y ajeno a cualquier circuito eléctrico), se carga positiva o negativamente. Existen tres tipos de cargas:

1. Cargas separadas, cuando las cargas de polaridad sustractiva se acumulan en dos cuerpos simultáneamente.
2. Cargas de paso, cuando las cargas al circular dejan cargas de polaridad opuesta.
3. Cargas de recepción, cuando el cuerpo recibe las cargas del exterior.

Estos tres tipos de cargas pueden aparecer como consecuencia de diferentes procesos físicos, como la separación después de un contacto, la escisión, la pulverización, el desplazamiento, el frotamiento, el flujo de polvos o fluidos por un conducto, el golpeado, un cambio de presión, un cambio de estado, la fotoionización, la ionización térmica, la distribución electrostática o una descarga de alto voltaje.

La carga electrostática puede aparecer en los cuerpos conductores y en los aislantes como resultado de cualquiera de los procesos anteriormente mencionados, aunque en la mayoría de los casos son los procesos mecánicos los responsables de la acumulación de estas cargas indeseadas.

De entre el gran número de efectos negativos y riesgos debidos a las cargas electrostáticas y a la consiguiente descarga por chispa, cabe destacar los efectos sobre los equipos electrónicos (p. ej., ordenadores de control de procesos) y los equipos contra incendios y explosiones.



Los equipos electrónicos corren peligro ante todo cuando la energía de la descarga es suficientemente alta para ocasionar la destrucción de la entrada de algún elemento semiconductor. En el último decenio, el desarrollo de las unidades electrónicas ha ido acompañado de un rápido incremento del riesgo asociado.

Para que exista riesgo de incendio o de explosión es necesario que coincidan en el espacio y en el tiempo dos condiciones: la presencia de un medio combustible y la descarga con capacidad de ignición. Este peligro se observa principalmente en la industria química, y puede estimarse tomando como base la denominada sensibilidad de chispa de los materiales peligrosos (energía mínima de ignición) y depende de la magnitud de la carga.

Es fundamental reducir estos riesgos y sus múltiples consecuencias, que pueden ir desde problemas operativos a catástrofes con víctimas mortales. Existen dos formas de protección frente a las cargas electrostáticas:

1. Impedir que se inicie el proceso de carga (lógico, pero normalmente difícil de percibir).
2. Limitar la acumulación de cargas para impedir las descargas peligrosas (o cualquier otro riesgo).

El rayo, fenómeno eléctrico atmosférico de la naturaleza, puede considerarse una fuente de ignición. Las cargas estáticas producidas en las nubes se compensan cayendo hacia la Tierra (rayo) y produciendo una descarga de alta energía. Los materiales combustibles que se encuentran en las proximidades del lugar de caída del rayo pueden llegar a entrar en ignición. En algunos casos, en la caída del rayo se generan impulsos muy fuertes y la energía se compensa en varias fases. En otros, se establece un flujo de corriente de larga duración que puede llegar a alcanzar órdenes de magnitud de 10 A.

C. Energía calorífica mecánica

En la práctica industrial la fricción está siempre presente. En las operaciones mecánicas se desarrolla calor por fricción y, si la disipación de calor se ve obstaculizada y el calor se acumula en el sistema, la temperatura puede alcanzar valores peligrosos, llegando a originar un incendio.

Las chispas por fricción pueden producirse por la fricción de metales (pulido, troceado, desbastado, corte, golpeado), al caer objetos o herramientas metálicas a un suelo duro o durante las operaciones de pulido, cuando el material presenta contaminaciones metálicas. La temperatura de la chispa generada suele ser superior a la temperatura de ignición de los materiales combustibles convencionales (chispas en acero, 1.400-1.500 °C o chispas en aleaciones de cobre-níquel, 300-400 °C); sin embargo, la capacidad de ignición depende de la cantidad total de calor producido y de la energía de ignición mínima del material. En la práctica, se ha demostrado que las chispas por fricción significan un riesgo real de incendio en espacios abiertos con gases, vapores y polvos combustibles en concentraciones peligrosas. En tales circunstancias debe evitarse la utilización



de materiales que produzcan fácilmente chispas o procesos mecánicos con producción de chispas. Por ello y para mayor seguridad, se utilizarán herramientas de madera, piel o plástico, o de aleaciones de cobre y bronce, que producen chispas de baja energía.

D. Superficies calientes.

En la práctica, las superficies de aparatos y mecanismos pueden calentarse, tanto en condiciones normales como por avería, hasta alcanzar temperaturas peligrosas. Así, hornos, estufas, secadores, salidas de gas residual, conductos de gas, etc., pueden originar incendios en espacios con aire explosivo. Además, las superficies calientes pueden provocar la combustión de materiales combustibles próximos o en contacto con ellas. Como medida preventiva debe mantenerse una distancia de seguridad y realizar una supervisión y un mantenimiento regulares para reducir la probabilidad de que se presente un sobrecalentamiento peligroso.

1.4.9 Peligros de incendio en materiales y productos.

Obviamente, para que un sistema sea combustible, es imprescindible la presencia en él de material combustible. Los fenómenos de combustión y las fases de la misma dependen básicamente de las propiedades físicas y químicas del material de que se trate. Parece razonable, por tanto, estudiar el carácter y las propiedades de inflamabilidad de los distintos materiales y productos. En la presente sección se han agrupado los materiales de acuerdo con sus características técnicas, en lugar de utilizar conceptos teóricos (NFPA, 1991).

A. Productos de madera y derivados.

La madera es uno de los materiales más comunes del entorno humano. Casas, estructuras de edificios, muebles y bienes de consumo están fabricados en madera y este material también se utiliza mucho para la fabricación de productos como el papel y en la industria química.

La madera y sus derivados son fácilmente combustibles y, cuando entran en contacto con superficies a alta temperatura o quedan expuestos a una radiación de calor, llama abierta o cualquier otra fuente de ignición, se producen procesos de carbonización, calentamiento al rojo, ignición o combustión, dependiendo de las condiciones del proceso. Para ampliar su ámbito de aplicación, es necesario mejorar sus propiedades anti combustión. Las unidades estructurales fabricadas en madera suelen tratarse con agentes ignífugos (p. ej., mediante saturación, impregnación o recubrimiento superficial) para conseguir que sean menos combustibles.

La característica más importante de la combustibilidad de los distintos tipos de madera es la temperatura de ignición. Su valor depende principalmente de algunas propiedades de la madera y de las condiciones en que se realiza la prueba, como densidad, humedad, tamaño, y forma de la muestra de madera y de



la fuente de ignición, tiempo e intensidad de exposición, y entorno del ensayo. Es interesante observar las diferencias en la temperatura de ignición obtenidas con los distintos métodos de ensayo. La práctica demuestra que los productos limpios y secos presentan una facilidad de ignición extremadamente baja, mientras que en madera polvorienta, impregnada de aceite y almacenada en recintos con una ventilación insuficiente, se han registrado incendios por ignición espontánea. Se ha demostrado empíricamente que un contenido mayor de humedad aumenta la temperatura de ignición y reduce la velocidad de combustión de la madera. La descomposición térmica de la madera es un proceso complejo que consta de las fases siguientes:

- La descomposición térmica con pérdida de masa se inicia ya entre 120 y 200 °C; en esta fase se libera el contenido de humedad y se produce la degradación de los materiales no combustibles en el área de combustión.
- Entre 200 y 280 °C se producen principalmente reacciones endotérmicas y se absorbe la energía calorífica de la fuente de ignición.
- Entre 280 y 500 °C las reacciones exotérmicas de los productos de descomposición se aceleran constantemente dando lugar al proceso primario y, al mismo tiempo, se desarrollan fenómenos de carbonización. En este rango de temperatura tiene lugar ya una combustión sostenida. Después de la ignición, la combustión no es constante debido a la capacidad de las capas carbonizadas para aislar el calor. Por tanto, el calentamiento de las capas más profundas es limitado y lento. Al aumentar la superficie de productos de descomposición combustibles, se completa la combustión.
- A temperaturas superiores a 500 °C, la madera carbonizada forma residuos. Al calentarse al rojo, se producen cenizas que contienen materiales inorgánicos sólidos, y concluye el proceso.

B. Fibras y textiles.

La mayoría de los textiles fabricados a base de fibras que se encuentran en el entorno humano son combustibles. La ropa, el mobiliario y el entorno habitable están constituidos en su totalidad o en parte por textiles, que representan un peligro tanto durante su producción, procesado y conservación como durante su utilización.

Las materias primas de los textiles pueden ser naturales o artificiales; las fibras sintéticas pueden utilizarse solas o mezcladas con fibras naturales. Químicamente, las fibras naturales de origen vegetal (algodón, cáñamo, yute, lino) están formadas por celulosa, que es combustible, y presentan una temperatura de ignición relativamente alta (≈ 400 °C). Una característica positiva de su combustión es que, cuando se eleva su temperatura, se carbonizan pero no se funden. Esto resulta especialmente beneficioso para el tratamiento médico de las quemaduras.



Las características de riesgo de incendio de las fibras basadas en proteínas de origen animal (lana, seda, pelo) todavía son más positivas que las de las fibras vegetales, ya que presentan una temperatura más alta de ignición (500-600 °C) y, en las mismas condiciones, su combustión es menos intensa.

Cada vez adquieren mayor importancia las aplicaciones textiles de la industria de los plásticos, que aprovecha algunas propiedades mecánicas extremadamente positivas de los productos poliméricos. Entre las características de las fibras sintéticas acrílicas, de poliéster y termoplásticas (nylon, polipropileno, polietileno), las relativas a la combustión son las menos positivas. La mayoría de estas fibras, a pesar de su elevada temperatura de ignición ($\approx 400-600$ °C), se funden cuando se exponen al calor, entran fácilmente en ignición, arden con intensidad, gotean o se funden durante la combustión y liberan una cantidad considerable de humo y gases tóxicos. Estas propiedades pueden mejorarse si se mezclan con fibras naturales, dando lugar a los denominados tejidos con mezcla de fibra. También pueden tratarse con agentes ignífugos. En la fabricación de textiles para la industria y de ropa ignífuga ya se están utilizando muchos productos inorgánicos de fibras no combustibles (fibras de vidrio y metálicas).

En los textiles, las propiedades de seguridad más importantes son las relacionadas con la capacidad de ignición, la propagación de la llama y la generación de calor y de productos de combustión tóxicos. Para su determinación, se han desarrollado métodos especiales de ensayo. Los resultados obtenidos se aplican en los lugares donde se utilizan estos productos (vivienda, mobiliario, tapizado de vehículos, ropa, alfombras, cortinas, ropa de protección contra el calor y las inclemencias) y sirven para elaborar la normativa de seguridad contra los riesgos derivados de su uso. Una tarea fundamental de los investigadores industriales es desarrollar textiles que soporten altas temperaturas mediante un tratamiento ignífugo (difícilmente combustibles, con un tiempo de ignición prolongado, baja velocidad de propagación de la llama, baja velocidad de liberación de calor) y con una producción reducida de productos de combustión tóxicos, a fin de reducir los accidentes por incendio debidos a la combustión de este tipo de materiales.

C. Líquidos combustibles e inflamables.

En presencia de una fuente de ignición, los líquidos combustibles e inflamables son fuentes potenciales de riesgo. En primer lugar, el espacio (cerrado o abierto) de vapor formado por encima de estos líquidos representa un peligro de incendio y de explosión y puede dar lugar a una combustión y, con mayor frecuencia, a una explosión, si el material está presente en la mezcla vapor-aire en una determinada concentración. Por lo tanto, la combustión y la explosión de líquidos combustibles e inflamables puede evitarse si:

- Se eliminan las fuentes de ignición, el aire y el oxígeno;
- En lugar de oxígeno está presente en el ambiente un gas inerte;

- El líquido se almacena en un depósito o sistema cerrado, Fig. 7.
- Se impide que se alcance la concentración peligrosa de vapor mediante una ventilación adecuada.

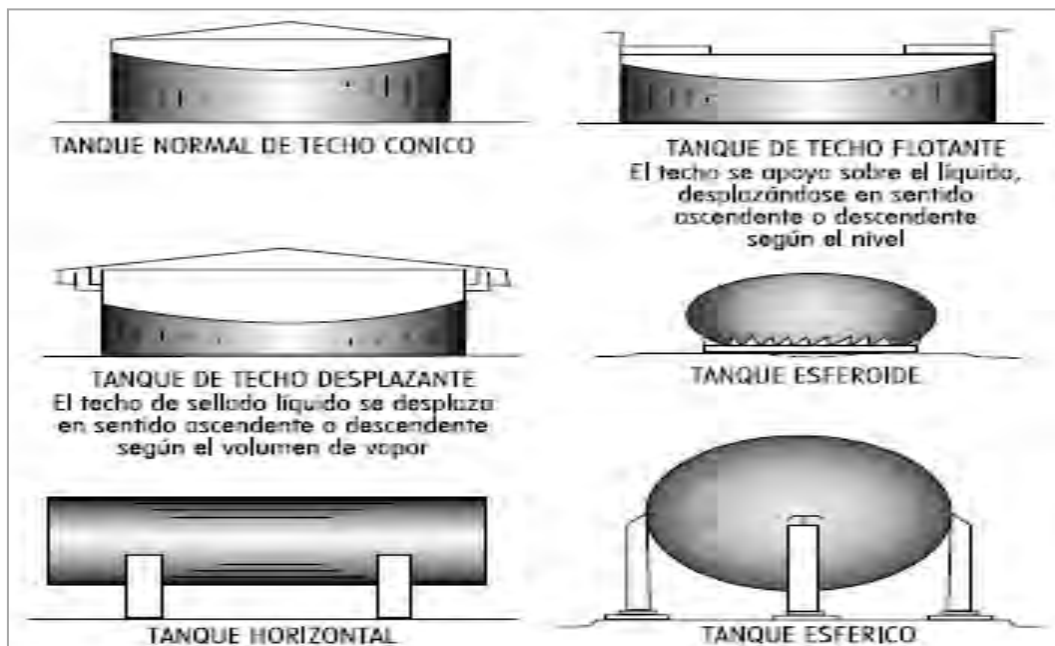


Fig. 7 Tanques para el almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles⁹

En la práctica, se conocen muchas características relacionadas con la naturaleza peligrosa de los líquidos combustibles e inflamables, como puntos de inflamación en vaso cerrado y abierto, punto de ebullición, temperatura de ignición, velocidad de evaporación, límites superior e inferior de la concentración de combustibilidad (límites inflamables o explosivos), o la densidad relativa de vapor en relación con el aire y la energía necesarios para la ignición de vapores. Todas estas características proporcionan una gran información sobre la facilidad de ignición de los distintos líquidos.

En casi todo el mundo se utiliza el punto de inflamación, parámetro determinado mediante un ensayo estándar en condiciones atmosféricas, como base para establecer las diferentes categorías de riesgo de los líquidos y las de los materiales que se comportan como líquidos a temperaturas relativamente bajas. Para cada categoría de inflamabilidad y combustibilidad, se fijan los correspondientes requisitos de seguridad en materia de conservación y manipulación, los procesos de operación y el equipo eléctrico que debe instalarse en la zona. También hay que identificar para cada categoría las zonas de riesgo que rodean a los equipos. La experiencia demuestra que se pueden producir incendios y explosiones (dependiendo de la temperatura y la presión del sistema) en un rango de concentración comprendido entre ambos límites de inflamabilidad.

⁹ Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. OIT; Ministerio de Trabajo Asuntos Sociales



D. Gases.

A pesar de que todos los materiales (a determinada presión y temperatura) pueden pasar a estado gaseoso, los materiales que en la práctica se consideran gases son aquellos que se encuentran en dicho estado en condiciones normales de presión atmosférica (≈ 100 kPa) y temperatura (≈ 20 °C).

Con respecto a los peligros de incendio y explosión, los gases pueden clasificarse en dos grandes grupos: gases combustibles y gases no combustibles. De acuerdo con la definición aceptada en la práctica, los gases combustibles son aquellos que entran en combustión en el aire con una concentración normal de oxígeno, siempre que existan las condiciones adecuadas. La ignición sólo se produce por encima de una determinada temperatura, con la temperatura de ignición necesaria y dentro de un determinado rango de concentración.

Los gases no combustibles son aquellos que no entran en combustión ni en oxígeno ni en aire independientemente de su concentración. Algunos de estos gases favorecen la combustión (p. ej., el oxígeno), mientras que otros la inhiben. Los gases no combustibles y que no favorecen la combustión se denominan gases inertes (nitrógeno, gases nobles, dióxido de carbono, etc.).

Normalmente, y para una mayor eficiencia económica en la conservación y transporte de gases en depósitos o cisternas, éstos se comprimen, licúan o condensan en frío. Básicamente, existen dos situaciones de peligro cuando se manipulan gases: durante el período de almacenaje y cuando se extraen de los depósitos.

En gases comprimidos en depósitos de almacenamiento, el calor externo puede aumentar considerablemente la presión interior del depósito y, si se alcanza una sobrepresión extrema, llega a producirse una explosión. Los depósitos de almacenamiento de gases incluyen normalmente una fase de vapor y otra líquida. Como resultado de los cambios de presión y temperatura, la extensión de la fase líquida aumenta la compresión del espacio de vapor, mientras que la presión de vapor del líquido aumenta proporcionalmente al aumento de la temperatura. Estos procesos pueden dar lugar a una presión crítica peligrosa. Los depósitos de almacenamiento deben incluir dispositivos de liberación de sobrepresión capaces de mitigar una situación de peligro ocasionada por altas temperaturas.

Si los depósitos de almacenamiento no están bien cerrados o están dañados, el gas saldrá a la atmósfera libre, se mezclará con el aire y, dependiendo de su cantidad y su flujo, puede provocar la formación de una gran atmósfera explosiva. El aire que se encuentra en las proximidades de un depósito con fugas puede ser nocivo para la respiración y para las personas que se encuentran cerca supone un peligro, en parte por el efecto tóxico de algunos gases y en parte por la dilución de la concentración de oxígeno.



Los gases representan un peligro de incendio potencial y hay que manipularlos de un modo seguro. Para ello, y especialmente en el entorno industrial, deben conocerse en detalle las siguientes características: propiedades químicas y físicas de los gases, temperatura de ignición, límites superior e inferior de concentración de inflamabilidad, parámetros peligrosos del gas en el depósito, riesgo ocasionado por la liberación de gases a la atmósfera, dimensiones de las zonas de seguridad necesarias y medidas especiales que deben tomarse en caso de emergencia por incendio.

E. Productos químicos.

Para un trabajo seguro, es fundamental conocer los parámetros de riesgo de los productos químicos. Sólo pueden elaborarse medidas preventivas y normas de seguridad contra incendios si se tienen en cuenta las propiedades químicas y físicas que presentan en relación con el peligro de incendio. De entre esas propiedades las más importantes son: combustibilidad, capacidad de ignición, capacidad de reacción con otros materiales, agua o aire, propensión a la corrosión, toxicidad y radiactividad.

La información sobre estas propiedades de los productos químicos figura en las fichas técnicas elaboradas por los fabricantes y en los manuales sobre productos químicos peligrosos. Se trata no sólo de las características técnicas generales de los materiales, sino también de los valores reales de los parámetros de peligro (temperatura de descomposición, temperatura de ignición, concentraciones límite de combustión, etc.), su comportamiento especial, los requisitos de almacenamiento y de seguridad contra incendios, y recomendaciones de primeros auxilios y asistencia médica.

La toxicidad de los productos químicos puede dar lugar a dos situaciones de riesgo en un incendio potencial. Por un lado, la alta toxicidad de ciertos productos químicos puede resultar peligrosa en caso de incendio y, por otro, su presencia en el área de incendio puede dificultar las operaciones de extinción.

Los agentes oxidantes (nitratos, cloratos, peróxidos inorgánicos, permanganatos, etc.), aunque en sí no son combustibles, contribuyen en gran medida a la ignición de los materiales combustibles, así como a su combustión, que puede ser intensa y en ocasiones explosiva.

En el grupo de materiales inestables se encuentran los productos químicos (acetaldehídos, óxido de etileno, peróxidos orgánicos, cianuro de hidrógeno, cloruro de vinilo) que se polimerizan o se descomponen de forma espontánea o con mucha facilidad dando lugar a reacciones exotérmicas violentas.

Los materiales que reaccionan con el agua y el aire son extremadamente peligrosos. Estos materiales (óxidos, hidróxidos, hidruros, anhídridos, metales alcalinos, fósforo, etc.) interaccionan con el agua y el aire de la atmósfera e inician reacciones que van acompañadas de una liberación de calor muy alta. Los



materiales combustibles entran en una ignición espontánea. Además, los componentes combustibles que entran en combustión pueden explotar y propagarse a otros materiales combustibles que se encuentren en las proximidades.

La mayoría de los materiales corrosivos (los ácidos inorgánicos: sulfúrico, nítrico, perclórico, etc. y los halógenos: flúor, cloro, bromo, yodo) son agentes oxidantes fuertes y tienen efectos muy destructivos sobre los tejidos vivos, por lo que es necesario tomar las necesarias medidas de seguridad contra incendios.

Los elementos y compuestos radiactivos, además de los peligros derivados de la radiación, pueden presentar también un peligro de incendio. Cuando en un incendio resulta dañada la estructura de objetos radiactivos, pueden liberarse materiales que irradian rayos γ y con un efecto ionizador muy fuerte y provoquen la destrucción de los organismos vivos. Los accidentes de descomposición adsorben contaminantes radiactivos (radiación α y β). Estos últimos pueden producir daños permanentes en las personas que participan en las tareas de rescate si penetran en sus cuerpos. Algunos materiales son extremadamente peligrosos porque las personas afectadas no perciben a través de sus sentidos ninguna radiación, y su estado de salud general no parece quedar afectado. Si materiales radiactivos entran en combustión, deberá supervisarse constantemente la radiactividad del lugar, los productos de descomposición y el agua utilizada en la extinción del incendio con los dispositivos de medición adecuados. Estos factores deben tenerse en cuenta al diseñar la estrategia de intervención. Los edificios donde se manipulan, procesan y almacenan materiales radiactivos deben construirse con materiales no combustibles de alta resistencia al fuego. Es necesario también utilizar equipos automáticos de alta calidad para la detección, señalización y extinción de los incendios.

F. Explosivos y agentes de voladura.

Los materiales explosivos se utilizan para fines militares e industriales. Se trata de productos químicos y mezclas de los mismos que, cuando se les aplica una fuerza mecánica intensa (golpe, choque, fricción) o cuando se inicia la ignición, se transforman súbitamente en gases de gran volumen mediante una reacción de oxidación extremadamente rápida (p. ej., 1.000-10.000 m/s). El volumen de estos gases es mucho mayor que el del material explosionado y ejerce una presión muy alta en sus proximidades. En una explosión pueden alcanzarse temperaturas elevadas (2.500-4.000 °C) que provocan la ignición de los materiales combustibles en la zona de explosión.

La fabricación, el transporte y el almacenamiento de materiales explosivos deben cumplir unos requisitos estrictos, como el NFPA 495, Código de Materiales Explosivos.

Además de los materiales explosivos utilizados para fines militares e industriales, también se incluyen en la categoría de materiales peligrosos los



materiales de voladura inductiva y los productos pirotécnicos. Las mezclas más utilizadas son las de materiales explosivos (ácido pícrico, nitroglicerina, hexógeno, etc.), aunque también se utilizan mezclas de materiales que pueden explotar (polvo negro, dinamita, nitrato amónico, etc.). Los materiales plásticos, conocidos por su utilización en los actos terroristas, constan básicamente de mezclas de materiales de efecto rompedor y plastificante (ceras, vaselina, etc.).

En cuanto a los materiales explosivos, el método más eficaz de protección contra incendios es su alejamiento de las fuentes de ignición. Algunos materiales explosivos reaccionan con el agua o con diversos materiales orgánicos y se oxidan. Para el manejo de estos materiales deben tenerse muy en cuenta los requisitos y la normativa de almacenamiento con otros materiales.

G. Metales.

Casi todos los metales, en las condiciones adecuadas, pueden entrar en combustión en el aire. Por su comportamiento en caso de incendio, el acero y el aluminio de gran espesor estructural se consideran materiales no combustibles. Sin embargo, el polvo de aluminio y de hierro y los algodones metálicos de fibra de metal fina pueden entrar fácilmente en ignición y, por tanto, arder de forma intensa. Los metales alcalinos (litio, sodio, potasio), los metales alcalinotérreos (calcio, magnesio, zinc), el circonio, el hafnio, el titanio, etc. entran en ignición con extrema facilidad cuando están en forma de polvo, limaduras o tiras finas. Algunos metales tienen tal capacidad de reacción que deben almacenarse fuera del contacto con el aire, en una atmósfera de gas inerte o bajo un líquido neutro a los metales.

Los metales combustibles y los propensos a la combustión producen reacciones de combustión extremadamente violentas, con procesos de oxidación de alta velocidad y liberación de cantidades de calor bastante mayores que las observadas en la combustión de líquidos combustibles e inflamables. Tras la fase preliminar de calentamiento e ignición al rojo, la combustión del polvo metálico sedimentado puede convertirse en una combustión rápida. El polvo en movimiento y las nubes de polvo resultantes de la combustión pueden dar lugar a graves explosiones. La capacidad de combustión y la afinidad con el oxígeno de algunos metales (como el magnesio) es tan alta que, después de entrar en ignición, continúan ardiendo en algunos de los medios (p. ej., nitrógeno, dióxido de carbono, atmósfera de vapor) utilizados para extinguir incendios producidos por materiales combustibles, sólidos y líquidos.

La extinción de los incendios de metales representa un desafío especial para los equipos de bomberos, resultando decisiva la elección de un agente extintor adecuado y del procedimiento empleado.

Los incendios de metales pueden controlarse mediante una detección precoz, una intervención rápida y adecuada del equipo de bomberos utilizando el método de extinción más efectivo y, si es posible, el alejamiento de la zona del incendio de



metales y otros materiales combustibles o, al menos, la reducción de sus cantidades.

En una combustión con metales radiactivos (plutonio, uranio) debe prestarse especial atención a la protección contra las radiaciones y tomar las medidas preventivas oportunas para evitar la penetración de productos de descomposición tóxicos en los organismos vivos. Así, los metales alcalinos, por su capacidad para reaccionar violentamente con el agua, sólo pueden extinguirse con polvos secos. La combustión del magnesio no debe extinguirse con agua, dióxido de carbono, halones o nitrógeno, porque pueden agravar aún más la situación. Los únicos agentes que pueden aplicarse con éxito en este caso son los gases nobles o, en ocasiones, el trifluoruro de boro.

H. Plásticos y cauchos.

Los plásticos son compuestos orgánicos macromoleculares fabricados sintéticamente o mediante la modificación de materiales naturales. La estructura y forma de estos materiales macromoleculares, que son el resultado de reacciones de polimerización, poliadición o policondensación, influye considerablemente en sus propiedades. Las cadenas moleculares de los termoplásticos (poliamidas, policarbonatos, poliésteres, poliestireno, cloruro de polivinilo, polimetil-metacrilato, etc.) son lineales o ramificadas, los elastómeros (neopreno, polisulfuros, isopreno, etc.) presentan ligeros enlaces cruzados, mientras que los plásticos termoendurecidos (duroplásticos: polialquilos, resinas epoxi, poliuretanos, etc.) presentan fuertes enlaces cruzados.

El caucho natural se utiliza en la industria del mismo nombre como materia prima, y se somete a un proceso de vulcanización. Los cauchos artificiales, cuya estructura es similar a la del caucho natural, son polímeros y copolímeros del butadieno.

El uso de los productos plásticos y del caucho es cada vez más frecuente en todos los campos de la vida cotidiana. La gran variedad y las excelentes propiedades técnicas de estos materiales permiten su aplicación a áreas tan diversas como estructuras de edificios, mobiliario, ropas, mercancías y piezas para vehículos y maquinaria.

Normalmente, los plásticos y el caucho, al igual que los materiales orgánicos, se consideran materiales combustibles. Para analizar su comportamiento en un incendio se utilizan una serie de parámetros que pueden determinarse con métodos especiales. Teniendo en cuenta esos parámetros (combustibilidad, capacidad de ignición, capacidad de producción de humos, propensión a la producción de gases tóxicos y al goteo en la combustión), se definen sus ámbitos de aplicación y se establecen las condiciones de seguridad necesarias frente a incendios.



En muchos casos, la temperatura de ignición de los plásticos es superior a la de la madera u otros materiales, pero la mayoría de las veces estos entran en ignición con mayor facilidad y su combustión se realiza con más rapidez e intensidad. Los incendios de materiales plásticos suelen ir acompañados de un desagradable fenómeno de liberación de grandes cantidades de un humo muy denso que puede limitar fuertemente la visibilidad y dar lugar a gases tóxicos (ácido clorhídrico, fosgeno, monóxido de carbono, cianuro de hidrógeno, gases nitrosos, etc.). Los materiales termoplásticos se funden durante la combustión, después se fluidifican y, según su ubicación, (p. ej., si se encuentran en o sobre un techo) producen goteo en la zona de combustión y pueden provocar la ignición de los materiales combustibles que se encuentran debajo de ellos.

La optimización de las características de combustión es un problema complejo y un “tema clave” de la química de los plásticos. Los agentes ignífugos inhiben la combustibilidad, la ignición es más lenta, la velocidad de combustión disminuye y la propagación de la llama se hace más lenta pero, por otro lado, aumentan la cantidad y densidad del humo y la mezcla de gas producida es más tóxica.

I. Polvo.

Por su estado físico, el polvo se considera un material sólido, pero sus propiedades físicas y químicas difieren de las del mismo material en forma compacta. Es sabido que muchos accidentes industriales y catástrofes están provocados por explosiones de polvo. Materiales que no son combustibles en su estado normal, como los metales, pueden originar una explosión cuando se encuentran en forma de polvo mezclado con aire y se les aplica una fuente de ignición, incluso de baja energía. El peligro de una explosión existe igualmente en el caso de polvo de materiales combustibles.

El polvo representa un peligro de explosión no sólo cuando flota en el aire, sino también cuando está sedimentado. Entre las capas de polvo puede acumularse el calor y desarrollarse una combustión lenta en su interior debido a un aumento de la capacidad de reacción de las partículas y a su menor conductividad térmica. Entonces, el polvo puede ser agitado por ráfagas, lo que aumenta las posibilidades de explosión.

Las partículas flotantes en una distribución fina suponen un riesgo aún más grave. Para los polvos, al igual que para los gases y los vapores combustibles, existe un rango especial de concentración aire-polvo en el que puede producirse una explosión. Los límites, superior e inferior de la concentración explosiva y la amplitud del rango de concentración dependen del tamaño y la distribución de las partículas. Si la concentración de polvo es superior a la concentración máxima necesaria para producir una explosión, una parte del polvo no será destruida por el incendio y absorberá el calor; en consecuencia, la presión de explosión desarrollada se mantendrá por debajo del máximo. El contenido de humedad del aire también influye en las posibilidades de explosión, ya que la temperatura de



ignición de la nube de polvo aumentará en función de la cantidad de calor necesaria para evaporar la humedad. Cuando se mezcla un polvo inerte extraño con una nube de polvo, se reduce la explosividad de la mezcla polvo-aire. El efecto es el mismo cuando se mezclan gases inertes con la mezcla de polvo-aire, pues se reduce la concentración de oxígeno necesaria para la combustión.

Todas las fuentes de ignición, incluso las de energía mínima, pueden provocar la ignición de una nube de polvo (llama abierta, arco eléctrico, chispa mecánica o electrostática, superficie caliente, etc.).

Los factores que influyen en el peligro de explosión de polvo sedimentado son las características físicas y térmicas de la capa de polvo, la temperatura de calentamiento al rojo del polvo y las propiedades de ignición de los productos de descomposición liberados por la capa de polvo.



Capítulo 2

Análisis de riesgo de incendio.



2.1 Evaluación de riesgos.

Las personas, los bienes materiales y el medio ambiente que se encuentran próximos a un equipo o instalación industrial, en el que se hallen sustancias peligrosas, están sometidos a unos riesgos (químicos, eléctricos, etc.). La cuestión clave está en decidir qué tipo y nivel de riesgos se está dispuesto a admitir en contrapartida a los beneficios que suponen la explotación de dicho equipo o instalación industrial.

Por tanto, para poder decidir si un tipo de riesgo es aceptable, se requiere estimar su magnitud (evaluarlo), por lo que se hace necesario realizar un análisis sistemático y lo más completo posible de todos los aspectos que implica para la población, el medio ambiente y los bienes materiales, la presencia de una determinada instalación, equipo, sustancia, etc.

El objetivo es tener una estimación del nivel de peligro potencial de una actividad industrial, en términos de cuantificar la probabilidad de ocurrencia y la magnitud del daño.

Los análisis de riesgos por tanto, tratan de estudiar, evaluar, medir y prevenir los fallos y las averías de los sistemas técnicos y de los procedimientos operativos que pueden iniciar y desencadenar sucesos no deseados (accidentes) que afecten a las personas, los bienes y el medio ambiente.

La necesidad de la evaluación de riesgos apenas requiere justificación: es técnica y legalmente el diagnóstico ineludible que sirve de base a toda la acción preventiva. La evaluación de riesgos constituye la base de partida de estas acciones, ya que a partir de la información obtenida con la evaluación podrán adoptarse las decisiones precisa sobre la necesidad o no de acometer acciones preventivas. De hecho en el Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Ambiente Laboral, establece como una obligación de los patrones:

“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;”

Esta obligación ha sido desarrollada en el Título Primero, Capítulo Dos, Artículo 17, Apartado III de dicho reglamento.

La evaluación de los riesgos laborales es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el patrón esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse.



El objetivo es facilitar al patrón la selección de las medidas adecuadas para poder cumplir con su obligación de garantizar la seguridad y salud de los trabajadores comprendiendo estas medidas:

- Prevención de riesgos laborales.
- Información a los trabajadores.
- Formación a los trabajadores.
- Organización y medios para poner en práctica las medidas necesarias.

Con la evaluación de riesgos se consigue:

- Identificar los peligros existentes en el lugar de trabajo y evaluar los riesgos asociados a ellos, a fin de determinar las medidas que deben tomarse para proteger la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Poder efectuar una elección adecuada sobre los equipos de trabajo, los preparados o sustancias químicas empleados, el acondicionamiento del lugar de trabajo y la organización de este.
- Comprobar si las medidas existentes son adecuadas.
- Establecer prioridades en el caso de que sea preciso adoptar nuevas medidas como consecuencia de la evaluación.
- Comprobar y hacer ver a la administración laboral, trabajadores y sus representantes que se han tenido en cuenta todos los factores de riesgo y que la valoración de riesgos y las medidas preventivas están bien documentadas.
- Comprobar que las medidas preventivas adoptadas tras la evaluación garantizan un mayor nivel de protección de los trabajadores.

2.1.1 Fases de la evaluación de riesgos.

De acuerdo con lo expuesto la evaluación de riesgo comprende las siguientes etapas:

1. Identificación de peligros.
2. Identificación de los trabajadores expuestos a los riesgos que entrañan los elementos peligrosos.
3. Evaluar cualitativa y cuantitativamente los riesgos existentes.
4. Analizar si el riesgo puede ser eliminado y en caso de que no pueda serlo decidir si es necesario adoptar nuevas medidas para prevenir o reducir el riesgo.

Las cuales podemos sintetizar en:

- A. Análisis de riesgos: comprendido las fases de identificación de peligros y estimación de riesgos.
- B. Valoración de riesgos: permitirá enjuiciar si los riesgos detectados resultan tolerables.



Quedando el patrón obligado a controlar el riesgo, en el caso de que la evaluación realizada se reduzca a que los riesgos no resulten tolerables.

Al proceso conjunto de evaluación del riesgo y control del riesgo se le suele denominar *Gestión del Riesgo*, (Fig. 6)

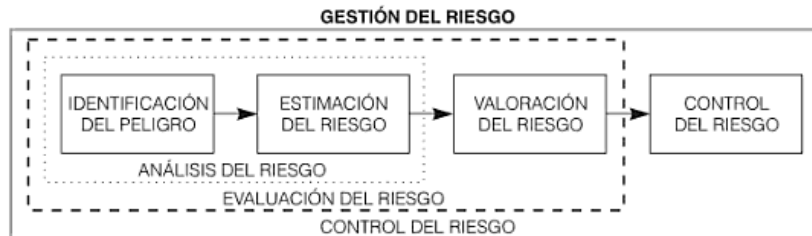


Fig. 8 Gestión del Riesgo¹⁰.

2.1.2 Análisis del riesgo.

Consiste en la identificación de peligros asociados a cada fase o etapa del trabajador y la posterior estimación de los riesgos teniendo en cuenta conjuntamente la probabilidad de las consecuencias en el caso del que el peligro se materialice.

De acuerdo con lo expuesto en Capítulo 1 del presente trabajo, la estimación del riesgo vendrá determinada por el producto de la frecuencia o la probabilidad de que un determinado peligro produzca un cierto daño, por la severidad de las consecuencias que pueda producir cierto peligro.

$$R = P * C$$

Ec. 4

Donde:

R: Riesgo.

P: Probabilidad.

C: Consecuencia

Debiendo tener en cuenta que si bien en prevención los términos probabilidad y frecuencia se utilizan como sinónimos, en realidad nos estamos refiriendo al número de sucesos que ocurren y provocan un cierto daño en un determinado intervalo de tiempo (frecuencia), entendiendo por consecuencias lesiones o daños afectados en cada suceso.

Uno de los métodos cualitativos más utilizados por su simplicidad para estimar el riesgo es el RMPP (Risk Management and Prevention Program) que consiste en determinar la matriz de análisis de riesgos a partir de los valores asignados para la probabilidad y las consecuencias.

¹⁰ Cortés Díaz J. M. Seguridad e higiene del trabajo. Técnicas de prevención de riesgos laborales

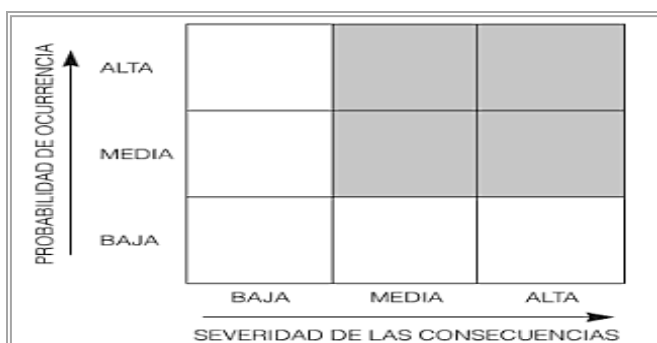


Fig. 9 Matriz de análisis de riesgos RMPP¹¹

Debiendo realizarse un estudio más profundo y adoptar medidas de control para las situaciones de riesgo cuyo valor de R se encuentre en la zona sombreada de la matriz de análisis de riesgos.

2.1.3 Valoración del riesgo.

A la vista de la magnitud del riesgo, obtenida en la etapa anterior, podrá emitirse el correspondiente juicio acerca de si el riesgo analizado resulta tolerable o por el contrario deberán adoptarse acciones encaminadas a su reducción o eliminación, resultando evidente que para disminuir el valor de R debemos de actuar disminuyendo ya sea P o C , o inclusive disminuyendo ambos factores simultáneamente.

Para disminuir el valor del número de veces que se presenta un suceso en un determinado intervalo de tiempo y que puede originar daños (P) se debe actuar evitando que se produzca el suceso o disminuyendo el número de veces que se produce, es decir haciendo prevención, mientras que para disminuir el daño o las consecuencias (C) debemos actuar adoptando medidas de protección. Esta última actuación es el fundamento de los planes de emergencia.

2.1.4 Tipos de evaluación de riesgos.

Existen innumerables procedimientos de evaluación de riesgos desde los más simplificados, basados en consideraciones subjetivas de los propios trabajadores, hasta procedimientos cuantitativos basados en métodos estadísticos para la determinación de frecuencias, cálculos de daños, etc., de aplicación generalizada en los casos de evaluación de riesgos industriales, pudiendo clasificar los procedimientos en los siguientes grupos:

A. Evaluación de riesgos impuesta por legislación específica.

Legislación industrial.

En numerosas ocasiones gran parte de los riesgos que se pueden presentar en los puestos de trabajo derivan de las propias instalaciones y equipos, para los

¹¹ Cortés Díaz J. M. Seguridad e higiene del trabajo. Técnicas de prevención de riesgos laborales



cuales existe una legislación nacional, autonómica y local de seguridad industrial y de prevención y protección de incendios.

Por ejemplo, la Norma Oficial Mexicana NOM-001-STPS-2008 regula las características que han de cumplir las instalaciones para establece las condiciones de seguridad de los edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo para el adecuado funcionamiento y conservación del mismo, con la finalidad de prevenir riesgos a los trabajadores.

El cumplimiento de dicha legislación supondría que los peligros derivados de las características particulares de las instalaciones se encuentran controlados. Sin embargo es necesario realizar una evaluación de este tipo a los diversos elementos constructivos, para estar ciertos que se cumplen todos los requisitos establecidos en la legislación que le sea de aplicación y en los términos señalados en ella.

Prevención de riesgos laborales.

Algunas legislaciones que regulan la prevención de riesgos laborales, establecen un procedimiento de evaluación y control de los riesgos. Por ejemplo, la Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001 establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido que por sus características, niveles y tiempo de acción, sea capaz de alterar la salud de los trabajadores; donde se definen:

- Niveles máximos y los tiempos máximos permisibles de exposición por jornada de trabajo.
- Métodos de evaluación.
- Implementación de un programa de conservación de la audición.

B. Evaluación de riesgos para las que no existe legislación específica.

Hay problemas en el mundo laboral para los que no existe una legislación nacional, que limite la exposición a dichos peligros. Sin embargo existen normas o guías técnicas que establecen el procedimiento de evaluación e incluso, en algunos casos, los niveles máximos de exposición recomendados.

Un ejemplo de ello son los propuestos por empresas aseguradoras, como el método SEPTRI¹² (Sistema de Evaluación y Propuesta del Tratamiento del Riesgo), proporciona una evaluación del riesgo, a partir de la cual propone, orientativamente, el tratamiento a seguir para la Gerencia de Riesgos objeto del análisis; el método evalúa:

- Probabilidad.
- Exposición.
- Nivel de Seguridad.

¹² F. Martínez García, fundación MAPFRE Estudios, 1990



- Intensidad.

C. Evaluación de riesgos que precisa métodos específicos de análisis.

Existen legislaciones destinadas al control de los problemas de accidentes de gravedad elevada, cuyo fin es la prevención de desastres tales como incendios, explosiones, emisiones resultantes de fallos en el control de una actividad industrial y que puedan entrañar graves consecuencias para personas internas y externas a la planta industrial.

Algunas de estas legislaciones exigen utilizar métodos específicos de análisis de riesgos, tanto determinísticos como heurísticos, tales como los métodos: HAZOP, árboles de fallas, predicción del error humano, etc.

2.2 Técnicas de identificación de peligros.

El primer requisito para una evaluación de riesgo industrial es la identificación de los distintos peligros que razonablemente pueden producir accidentes en una determinada instalación.

Las técnicas de identificación de peligros y análisis de riesgos no se limitan sólo a la individualización de los accidentes mayores, sino también a la posibilidad de que se produzcan otros incidentes relacionados con el funcionamiento del proceso. Las técnicas de identificación de peligros dan respuesta a las preguntas *¿Qué puede funcionar mal?* y *¿Por qué razón?* La respuesta a otras cuestiones como *¿Con qué frecuencia?* y *¿Qué efectos tiene?* se resuelven con otras técnicas probabilísticas y determinísticas del análisis del riesgo.

En la industria, los accidentes suelen ser el resultado de unas condiciones de proceso inadecuadas para las diversas características físicas y químicas de los materiales y de las sustancias. Estas condiciones, excepto en el caso de las fallas de diseño, suelen ser desviaciones de las condiciones normales de funcionamiento y se presentan como problemas no siempre evidentes desde la experiencia operativa. Antiguamente, el método más utilizado para responder a la pregunta *¿Qué es lo que puede funcionar mal?* consistía en construir, poner en marcha y mirar lo que sucedía. En la actualidad esta metodología resulta del todo inadecuada, sobre todo a causa de la rápida evolución tecnológica y el aumento paralelo de la magnitud de los accidentes. Para la identificación del peligro potencial de los procesos industriales, la tendencia de las últimas décadas ha sido desarrollar técnicas o métodos de análisis cada vez más racionales y sistemáticos.

El proceso racional de identificación se realiza en dos fases bien diferenciadas: la primera para detectar posibles peligros que puedan generar accidentes, y la segunda para la caracterización de sus causas, o sea, los sucesos o cadenas de sucesos que provocan el incidente no deseado. La primera fase es relativamente



sencilla, pero debe realizarse con mucha atención ya que define el desenlace de la segunda.

Los métodos para la identificación, análisis y evaluación de peligros y riesgos, son una herramienta muy valiosa para abordar con decisión su detección, causa y consecuencias que puedan acarrear, con la finalidad de eliminar o atenuar los propios peligros así como limitar sus consecuencias, en el caso de no poder eliminarlos.

Los objetivos principales de los métodos son:

1. Identificar y medir los peligros y riesgos que representa una instalación industrial para las personas, el medio ambiente y los bienes materiales.
2. Deducir los posibles accidentes graves que pudieran producirse.
3. Determinar las consecuencias en el espacio y el tiempo de los accidentes, aplicando determinados criterios de vulnerabilidad.
4. Analizar las causas de dichos accidentes.
5. Discernir sobre la aceptabilidad o no de las propias instalaciones y operaciones realizadas en el establecimiento industrial.
6. Definir medidas y procedimientos de prevención y protección para evitar la ocurrencia y limitar las consecuencias de los accidentes.
7. Cumplir los requisitos legales de las normativas nacionales e internacionales que persiguen los mismos objetivos.

Cada uno de estos aspectos fija su atención en cuestiones importantes sobre los análisis de los peligros de un determinado establecimiento industrial.

El primer aspecto trata de contestar a la pregunta siguiente: *¿Qué puede ocurrir?*, es propiamente la identificación del peligro mediante técnicas adecuadas.

La siguiente cuestión trata de contestar a la siguiente pregunta: *¿Cuáles son las consecuencias?* Se trata de aplicar métodos numéricos para el análisis de las consecuencias.

Por último, otra de las cuestiones a resolver es: *¿Cuál es la frecuencia de que ocurra?*

La literatura relativa al análisis de riesgos recoge numerosos métodos que difieren tanto por la modalidad y el alcance del análisis que llevan a cabo, como por su propia naturaleza. Entre estos se pueden encontrar los que permiten la identificación y el análisis de peligros. Estos métodos se clasifican de la siguiente manera:

- 1) Métodos cualitativos.
- 2) Métodos semicuantitativos.
- 3) Métodos cuantitativos.



En los métodos cualitativos se incluyen herramientas destinadas a analizar el significado de situaciones peligrosas asociadas con un proceso o actividad, sin recurrir a cálculo alguno. Son técnicas orientadas a la identificación de los puntos débiles en el diseño o la operación de las instalaciones que podrían conducir a accidentes. En algunos casos, pretenden detectar las deficiencias, con respecto a lo especificado, en el diseño, la construcción, la operación el mantenimiento o la gestión de la prevención. En otros, se estudia la reacción del sistema ante la aparición de una o varias alteraciones respecto a las condiciones de operación normales.

Los métodos semicuantitativos son aquellos que permiten una graduación de las diversas áreas de una instalación, o una valoración del conjunto de las instalaciones, en función de su potencial para causar daño, calculada a partir de una serie de criterios y valores asignados a los elementos y circunstancias peligrosas.

Los métodos cuantitativos arrancan de la identificación de las secuencias accidentales o de la concatenación de fallos necesaria para que se produzca un accidente; esa primera etapa es simplemente cualitativa, lo que hace que también figuraran dentro del primer grupo de métodos. La diferencia estriba en que, disponiendo de la frecuencia de los fallos o la probabilidad de actuaciones elementales, son capaces de estimar la probabilidad de ocurrencia del suceso no deseado. Combinados con los análisis de consecuencias constituyen la metodología del análisis de riesgo, propiamente dicha.

En la tabla No. 4 se muestra la clasificación de estos métodos según su utilidad.

Tabla No. 4
Métodos para el análisis de riesgos según su utilidad.

Tipo de método	Método	Utilidad
Métodos cualitativos.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Análisis histórico de accidentes. ❖ Listas de comprobación (Check list). ❖ Análisis preliminar de riesgos. ❖ Análisis ¿Qué pasaría si...? (What if...?) ❖ Análisis funcional de peligros y operatividad. (HAZOP). ❖ Análisis del modo de fallos y sus efectos (FMEA/FMEAC). ❖ Arbol de fallos (opción cualitativa.) ❖ Arbol de sucesos (opción cualitativa). ❖ Análisis causa-consecuencias (opción cualitativa). ❖ Auditorias de seguridad (Safety audits). 	Destinados a analizar el significado de situaciones peligrosas asociadas con un proceso o actividad, sin recurrir a cálculo alguno.
Métodos semicuantitativos.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Índice DOW. ❖ Índice Mond. ❖ Variaciones del método Gretener (ERIC, FRAME). ❖ Índice de riesgo de procesos químicos (INSHT). 	Permiten una graduación de las diversas áreas de una instalación, o una valoración del conjunto de las instalaciones, en función de su potencial para causar daño



Tabla No. 4
Métodos para el análisis de riesgos según su utilidad (Cont.).

Tipo de método	Método	Utilidad
Métodos cuantitativos.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Análisis de la capa de protección (LOPA). ❖ Índice de frecuencias. ❖ Arbol de fallos. ❖ Arbol de sucesos. ❖ Análisis causas-consecuencias. 	Comprende una revisión cuantitativa de los riesgos que pueden hallarse en una instalación, que van desde incidentes frecuentes de bajas consecuencias hasta incidentes grandes y poco comunes, utilizando una metodología uniforme y consistente.

Fuente: Introducción al análisis de riesgo; Martínez Ponce de León J. G.

Una segunda clasificación de estos métodos se puede hacer según su naturaleza, es decir si son comparativos, generalizados o índices de riesgo.

Los métodos comparativos se fundamentan en el examen de una instalación desde la experiencia acumulada, tanto en el diseño y operación de plantas semejantes (en cuanto a procesos o productos involucrados), como en el análisis de incidentes o accidentes ocurridos en la misma.

Los métodos generalizados proporcionan sistemas de análisis aplicables, en principio, a cualquier situación, lo que los convierte en herramientas versátiles y de amplia utilización. Salvo en el caso de árbol de fallos, que es de naturaleza inductiva, todos emplean un razonamiento deductivo para determinar el estado final de la instalación tras uno o varios sucesos anómalos.

Los índices de riesgo se basan en asignar una penalización numérica a la presencia de determinados factores de riesgo, en las unidades de una instalación, a la vez que se bonifican las medidas preventivas de la misma.

La agrupación de los métodos de acuerdo a esta clasificación se enmarca en la tabla No. 5.

Tabla No. 5
Métodos para el análisis de riesgos según su naturaleza.

Tipo de método	Método	Naturaleza
Métodos comparativos	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Análisis histórico de accidentes. ❖ Listas de comprobación (Check lists) ❖ Auditorias de seguridad (Safety audits) 	Se basan en la utilización de técnicas obtenidas de la experiencia adquirida en equipos e instalaciones similares existentes, así como en el análisis de sucesos que hayan ocurrido en establecimientos parecidos al que se analiza



Tabla No. 5
Métodos para el análisis de riesgos según su naturaleza (Cont.).

Tipo de método	Método	Naturaleza
Métodos generalizados.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Análisis preliminar de riesgos. ❖ Análisis ¿Qué pasaría si...? (What if...?) ❖ Análisis funcional de peligros y operatividad. (HAZOP). ❖ Análisis del modo de fallos y sus efectos (FMEA/FMEAC). ❖ Arbol de fallos. ❖ Arbol de sucesos. ❖ Análisis causa-consecuencias. 	<p>Se basan en estudios de las instalaciones y procesos mucho más estructurados desde el punto de vista lógico-deductivo que los métodos comparativos. Normalmente siguen un procedimiento lógico de deducción de fallos, errores, desviaciones en equipos, instalaciones, procesos, operaciones, etc. que trae como consecuencia la obtención de determinadas soluciones para este tipo de eventos.</p>
Indices de riesgo	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Índice DOW. ❖ Índice Mond. ❖ Variaciones del método Gretener (ERIC, FRAME). ❖ Índice de frecuencias. 	<p>Son métodos de evaluación de peligros semi cuantitativos directos y relativamente simples que dan como resultado una clasificación relativa del riesgo asociado a un establecimiento industrial o a partes del mismo. No se utilizan para estimar riesgos individuales, sino que proporcionan valores numéricos que permiten identificar áreas o instalaciones de un establecimiento industrial en las que existe un riesgo potencial y valora su nivel de riesgo.</p>

Fuente: Grupo Universitario de Investigación Analítica de Riesgos

2.3 Métodos de evaluación de riesgo de incendio.

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 riesgo de incendio *RI* se debe evaluar considerando la probabilidad de inicio del incendio y las consecuencias que se derivan del mismo:

$$RI = \text{Probabilidad de inicio de incendio} \times \text{Consecuencias}$$

La probabilidad de inicio del incendio viene determinada por las medidas de prevención no adoptadas; es decir, de la coexistencia en espacio, tiempo e intensidad suficiente del combustible y el foco de ignición.

Una vez que se inicia el incendio, si no se actúa a tiempo y con los medios adecuados, se producirá su propagación y ocurrirán unas consecuencias con posibles daños materiales o humanos.



La evaluación del riesgo de incendio constituye un tema de gran interés, existiendo una gran variedad de metodologías para tal fin. Esto es debido a la multitud de factores implicados en la valoración, a su variabilidad con el tiempo, a su interrelación, su dificultad de cuantificación y de la finalidad que persiga cada método.

La gran mayoría de los métodos existentes evalúan solamente la magnitud de las consecuencias derivadas del incendio, y no tienen en cuenta la probabilidad de inicio del incendio. Algunos de los métodos existentes muy usados que valoran solo las consecuencias, son el método de los factores α , el método de los coeficientes K, el método Gretener y el método de Gustav Purt; los cuales veremos más adelante.

La evaluación de los riesgos de incendio en un local, edificio, establecimiento o sector, es el proceso que va a permitir determinar las medidas de prevención y protección adecuadas que aseguren el control del mismo de acuerdo con los riesgos realmente existentes. Se trata de determinar el riesgo de que se inicie un incendio, de que se propague y las consecuencias humanas, materiales y para la actividad que ahí se desarrolle.

La evaluación del riesgo de incendio se realizará en función de una serie de parámetros que a continuación se numeran:

1. Factores que potencian el inicio del fuego:

- La peligrosidad de los combustibles.
- El riesgo de activación.

2. Factores que potencian la propagación y las consecuencias del incendio:

- Inexistencia de sectores de incendio correctamente delimitados.
- La carga térmica del inmueble del contenido del mismo.
- Dificultades para la lucha contra el fuego.

3. Factores que limitan la propagación y las consecuencias del incendio:

- Existencia de medios de detección.
- Existencia de alarmas.
- Existencia de medios materiales de extinción.
- Existencia de servicios de extinción.

Como se mencionó anteriormente, la evaluación del riesgo de incendio se puede realizar por diferentes métodos, si bien será necesario emplear el más adecuado para cada una de las actividades o circunstancias a analizar, ya que no existe ninguno que recoja todos los parámetros que pueda intervenir en el inicio, propagación o extinción del mismo.



La metodología que aplica cualquiera de los métodos existentes sigue la siguiente estructura:

1. Identificar las fuentes de riesgo y la forma que estos se pueden llegar a producir.
2. Evaluar la probabilidad e intensidad de los daños que se pueden producir y de los factores que inciden en el riesgo.
3. Clasificación del riesgo para adoptar las medidas correctivas que se consideren oportunas.

Existen métodos para la evaluación del riesgo de incendio, pudiendo establecerse una primera clasificación en función de que sean los métodos de evaluación cualitativos empleados para locales de reducido tamaño y con riesgo de bajo incendio, y siempre que la exigencia de calificación no sea muy elevada. Se trata de métodos subjetivos basados en conceptos cualitativos y que no emplean cálculos matemáticos para su estimación, obteniéndose calificaciones globales.

Además de los anteriormente citados existen los métodos de evaluación cuantitativa de riesgos, en los que se ponderan los factores de riesgo y mediante ecuaciones matemáticas se obtienen resultados numéricos que, comparados con una escala prefijada, permiten establecer el riesgo de incendio. Dentro de este grupo existen numerosos métodos de los cuales a continuación se mencionan los más significativos.

2.3.1 Método del riesgo intrínseco¹³.

Es una metodología muy sencilla y de fácil aplicación. Clasifica los riesgos en tres niveles: alto, medio y bajo, todo ello en función del cálculo de la carga térmica de fuego que soporta el sector, edificio o establecimiento con su respectiva actividad, medido en mega calorías por metro cuadrado.

La carga de fuego ponderada Q_p de una industria o almacenamiento se calculará considerando todos los materiales combustibles que formen parte de la construcción, así como aquellos que se prevean como normalmente utilizables en los procesos de fabricación y todas las materias combustibles que puedan ser almacenadas. El cálculo de la carga de fuego ponderada Q_p se establecerá mediante la expresión:

$$Q_p = \frac{\sum P_i H_i C_i}{A} \cdot R_a \text{ (Mcal / m}^2\text{)} \quad \text{Ec. 5}$$

Siendo:

P_i : peso en kg de cada una de las diferentes materias combustibles.

¹³ Grupo Universitario de Investigación Analítica de Riesgos



H_i : poder calorífico de cada una de las diferentes materias en Mcal/kg.
 C_i : coeficiente adimensional que refleja la peligrosidad de los productos conforme a los siguientes valores:

Nivel de Riesgo Intrínseco	Densidad de carga de fuego ponderada y corregida.	
	Mcal/m ²	MJ/m ²
BAJO 1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO 3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
ALTO 4	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
	$800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
ALTO 7	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	$3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Fig. 10 Nivel de riesgo método intrínseco.

2.3.2 Método del Coeficiente alfa (α)¹⁴.

Es un método de evaluación de riesgos parcial, que pretende determinar si la estabilidad y la resistencia al fuego de un determinado recinto son suficiente o no en función del riesgo intrínseco del mismo, de manera que se garantice, que de iniciarse un incendio en su interior, sus consecuencias quedaran confinadas, sin afectar a otros sectores.

La resistencia o estabilidad al fuego se calculan gráficamente en función de un parámetro V tal que:

$$V = \beta * \sum \alpha_i$$

Donde, β varía entre 1 y 1.3 según sea la función del elemento considerado y α son los coeficientes correspondientes a: carga térmica del contenido y tipo de material, superficie del sector, relación de personas–salidas, detección de alarma, rociadores, personal de extinción profesional o no, dificultades de la extinción y necesidad de equipos especiales de extinción

En general se trata de un método de evaluación de las posibilidades de confinamiento de un incendio en recintos cerrados.

2.3.3 Método del Coeficiente K ¹⁵.

Es un método de evaluación con igual objetivo que el índice de G. Purt. Pretende determinar si la estabilidad y resistencia al fuego de un determinado recinto es suficiente o no en función del riesgo intrínseco del mismo para garantizar el confinamiento del incendio.

El grado de resistencia o estabilidad al fuego se calcula como:

^{14, 15} Grupo Universitario de Investigación Analítica de Riesgos



$$G = \frac{K * Q_r}{4} \tag{Ec. 6}$$

Donde:

- G: resistencia al fuego en minutos.
- Q_r: carga térmica en Mcal/m²
- K: coeficiente reductor entre 0.2 y 1.0

El coeficiente K se calcula de acuerdo a la siguiente sumatoria:

$$K = f(\sum k_i)$$

Los factores *k_i* hacen referencia a: altura del sector analizado, superficie del sector, actividad desarrollada, distancia al edificio más próximo, señalización, accesibilidad y posibilidades de intervención (detección, alarma, bomberos internos, equipos de combate contra incendio, bomberos externos, vigilancia permanente, etc.).

2.3.4 Método MESERI¹⁶.

El método MESERI, acrónimo de Método Simplificado de Evaluación de Incendio, es de muy fácil aplicación. Implica el conocimiento de reglas técnicas de protección contra incendio, permitiendo obtener una idea aproximada del nivel de riesgo de incendio asumido en una instalación a partir de un conocimiento muy superficial de la misma.

El MESERI tiene en consideración una serie de factores que generan o agravan el riesgo de incendio, X son los factores de protección (construcción, situación, proceso industrial, concentración, propagación y destructibilidad), y los factores activos Y (extintores, hidrantes, rociadores, sistema fijos contra incendio, alarmas). Se considera aceptable un riesgo si se obtienen valores de P superiores o iguales a cinco.

$$P = \frac{5X}{129} + \frac{5Y}{34} \tag{Ec. 7}$$

CALIFICACIÓN DEL RIESGO										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Muy Malo			Malo			Bueno			Muy Bueno	

Fig. 11 Calificación del riesgo método MESERI

¹⁶ Fundación MAPFRE Estudios, Instituto de Seguridad Integral



2.3.5 Método de Gustav Purt¹⁷.

El método fue desarrollado por el Dr. Gustav Purt, se trata de un método sencillo para identificar el riesgo de incendio. En muchos aspectos es muy similar al método Gretener.

Se basa en suponer que la acción destructora del fuego se desarrolla en dos ámbitos distintos: los edificios y sus contenidos. Por ello calcula dos coeficientes independientes. El riesgo del edificio estriba en la posibilidad de que se produzca la destrucción del inmueble. Dependerá de dos factores que son, por un lado la intensidad y duración del incendio y por otro la resistencia de la construcción. El riesgo del contenido está constituido por el daño a las personas y a los bienes materiales, que se encuentren en el interior del inmueble.

El cálculo de GR se hace con la siguiente ecuación:

$$GR = \frac{(Q_m * C + Q_i) * B * L}{W * R_i} \quad \text{Ec. 8}$$

Donde:

GR: grado de peligro.

Q_m: coeficiente de carga térmica del contenido.

Q_i: coeficiente de carga térmica del inmueble.

C: coeficiente de combustibilidad.

B: coeficiente correspondiente a la superficie del sector.

L: coeficiente correspondiente al tiempo de intervención

W: coeficiente de resistencia al fuego de la estructura portante

R_i: coeficiente de reducción del riesgo

2.3.6 Método Gretener¹⁸.

Este método fue desarrollado entre 1960 y 1965 por el ingeniero suizo Max Gretener y está orientado a la evaluación matemática del riesgo de las construcciones industriales y de edificios. Asume como punto de partida que el riesgo cumple normativas vigentes en materia de seguridad tales como las distancias entre edificios, vías de evacuación, iluminación de seguridad, etc.

El cálculo se basa en la siguiente ecuación:

$$R = \frac{P}{N \times S \times F} \times A \quad \text{Ec. 9}$$

^{17, 18} Grupo Universitario de Investigación Analítica de Riesgos



Donde:

- R: riesgo efectivo de incendio.
- P: factores de peligrosidad intrínseca.
- N: coeficiente de las medidas de seguridad normales.
- S: coeficientes de las medidas de seguridad especiales.
- F: coeficientes de las medidas constructivas de seguridad (pasivas)
- A: riesgo de activación.

Esta definición se corresponde a la definición matemática de riesgo, donde A representa la probabilidad de ocurrencia y el resto valora la magnitud que alcanzar.

Como aspecto adicional, el método Gretener ofrece una estimación del peligro para las personas en función del número de ocupantes de la planta y la altura de la misma.

2.3.7 Método ERIC¹⁹.

El método tiene por objeto la evaluación global del riesgo de incendio de un edificio o sector, enfocado en una doble vertiente: el riesgo para las personas y el riesgo para los bienes. También pretende facilitar la aportación de medidas de seguridad que aumenta la calidad de esta.

Se basa en el método Gretener y está claramente enfocado al riesgo en edificios, diferenciando tres ambientes: industrial, establecimientos con gran afluencia de público y oficinas, y viviendas.

El riesgo para las personas se evalúa como:

$$R_1 = \frac{P_1}{M_1 * F_1} \quad \text{Ec. 10}$$

Donde:

- R₁: riesgo para las personas.
- P₁: peligro potencial para las personas.
- M₁: medidas de protección para las personas.
- F₁: resistencia al fuego valorada para las personas.

A su vez el riesgo para los bienes es calculado como:

$$R_2 = \frac{P_2}{M_2 * F_2} \quad \text{Ec. 11}$$

¹⁹ Grupo Universitario de Investigación Analítica de Riesgos



Donde:

- R₂: riesgo para los bienes.
- P₂: peligro potencial para los bienes.
- M₂: medidas de protección para los bienes.
- F₂: resistencia al fuego valorada para los bienes.

Este método viene a solventar algunas deficiencias del Gretener como la inclusión de un riesgo particular para las personas, la inclusión de nuevos factores o coeficientes que enriquecen el método como son los tiempos de evacuación, opacidad y toxicidad de los humos.

El método ERIC es empírico, sin embargo, considerando separadamente el riesgo para los bienes y el riesgo para las personas, este acercamiento establece un lazo entre dos concepciones de la seguridad, bienes-personas, que si no son divergentes prosiguen fines sensiblemente diferentes.

2.3.8 Método SEPTRI.

La denominación completa del método es Sistema de Evaluación y Propuesta de Tratamiento de Riesgos. Se trata de un desarrollo de la definición matemática de riesgo, aunque incorporando algunos parámetros que permiten describir mejor el objeto de estudio. Dado que evalúa las consecuencias del evento en términos económicos, no es válido para estimar otro tipo de daños susceptibles de ser considerados (daños a las personas, al medio ambiente, etc.).

Su aplicación requerirá siempre un conocimiento estadístico de las posibilidades de ocurrencia del evento, que por lo general son difíciles de conocer, resultan incompletas, poco precisas o parciales, cuando no inexistentes.

El cálculo fundamental viene dado por la siguiente expresión:

$$R = \frac{P \times E \times I}{S} \quad \text{Ec. 12}$$

Donde:

- R: evaluación del riesgo.
- P: coeficiente de probabilidad:
- E: coeficiente de exposición.
- I: coeficiente de intensidad.
- S: coeficiente de seguridad.

Los valores de *R* pueden ir desde infinito (suponiendo la inexistencia de medidas de seguridad) hasta cero (suponiendo que la probabilidad de ocurrencia o a la exposición al riesgo sea nula). Los valores superiores a 300 se consideran un riesgo inaceptable, mientras que los inferiores a 30 se entienden como tolerables.



Todo riesgo cuyo índice R se encuentre entre 30 y 300 deberá ser modificado o transferido hasta que una nueva aplicación del índice lo califique como aceptable.

2.3.9 Índice Mond²⁰.

Es un índice de riesgo de incendio y explosión aplicable a industrias de proceso de gran capacidad productiva. Sin embargo la toxicidad de los materiales involucrados o de los que posiblemente se genere un accidente, es contemplada únicamente como un factor agravante en las tareas de control y limitación de la incidencia y no como posible riesgo en sí mismo.

La aplicación del método es iterativa, por cuanto en primer lugar se divide la instalación objeto de estudio en unidades de proceso, se describen los materiales determinantes en el riesgo y se evalúa el peor caso.

El método no se complementa con cálculos sobre la pérdida de beneficios, el área afectada o los días de paralización. Sin embargo se subdivide en varios factores indicadores de riesgos potenciales (explosión e incendio por separado).

El índice global se determina mediante la siguiente ecuación:

$$R_0 = D \times (1 + 0,2 \times E \times \sqrt{A \times F}) \quad \text{Ec. 13}$$

Donde:

- D: índice DOW equivalente.
- B: factor de riesgo del material dominante.
- M: peligros especiales del material dominante.
- P: Peligros generales del proceso.
- S: peligros especiales del proceso.
- Q: peligros con relación a la cantidad de materia.
- L: coeficiente relativo al área evaluada y entorno.
- T: coeficiente de efectos a la salud.
- F: índice de incendio.
- K: material total en toneladas.
- N: área de trabajo (m²).
- E: índice de explosión interior.
- A: índice de explosión aérea.
- m: características de la dispersión.
- p: factor de presión máxima de trabajo.
- H: altura máxima de la instalación.
- t: temperatura máxima de proceso (° C).
- R₀: índice de incendio MOND.

²⁰ Grupo Universitario de Investigación Analítica de Riesgos



Capítulo 3

Metodología

empleada.



El análisis de riesgo de incendio ya sea de una instalación industrial o de cualquier otro tipo, lleva el cumplimiento de tres etapas. En primer lugar, es imprescindible la inspección del sitio donde se genera el peligro y la recolección sistemática de la información sobre el mismo: posibles fuentes de ignición, combustibles presentes, actividades a desarrolladas, procesos, edificaciones, instalaciones de protección, organización de la seguridad, etc. Sigue a continuación la fase de estimación o evaluación de la magnitud del riesgo, que puede ser de tipo cualitativa o cuantitativa, para finalmente proceder a la emisión del juicio técnico de la situación, concretado en un informe en el que se expresan los resultados del análisis de manera más detallada. En algunas ocasiones, y dependiendo de la finalidad del informe, se concluye no solo las observaciones efectuadas durante la inspección y el cálculo de los efectos previstos, sino también las medidas que debe considerar la propiedad para disminuir la probabilidad de ocurrencia del incendio o, si este se produce, para limitar su extensión.

3.1 Método para la Determinación del Grado de Riesgo de Incendio NOM-002-STPS-2010.

La Ley Federal sobre Metrología y Normalización establece en el Título Tercero, Capítulo Dos, Sección Uno, que las Normas Oficiales Mexicanas son una serie de documentos que precisan:

I. Las características y/o especificaciones que deban reunir los productos y procesos cuando éstos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, animal, vegetal, el medio ambiente general y laboral, o para la preservación de recursos naturales;

II. Las características y/o especificaciones de los productos utilizados como materias primas o partes o materiales para la fabricación o ensamble de productos finales sujetos al cumplimiento de normas oficiales mexicanas, siempre que para cumplir las especificaciones de éstos sean indispensables las de dichas materias primas, partes o materiales;

III. Las características y/o especificaciones que deban reunir los servicios cuando éstos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, animal, vegetal o el medio ambiente general y laboral o cuando se trate de la prestación de servicios de forma generalizada para el consumidor;

IV. Las características y/o especificaciones relacionadas con los instrumentos para medir, los patrones de medida y sus métodos de medición, verificación, calibración y trazabilidad;

V. Las especificaciones y/o procedimientos de envase y embalaje de los productos que puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud de las mismas o el medio ambiente;

VI. (Se deroga)

Fracción derogada DOF 20-05-1997



VII. Las condiciones de salud, seguridad e higiene que deberán observarse en los centros de trabajo y otros centros públicos de reunión;

VIII. La nomenclatura, expresiones, abreviaturas, símbolos, diagramas o dibujos que deberán emplearse en el lenguaje técnico industrial, comercial, de servicios o de comunicación;

IX. La descripción de emblemas, símbolos y contraseñas para fines de esta Ley;

X. Las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos que permitan proteger y promover el mejoramiento del medio ambiente y los ecosistemas, así como la preservación de los recursos naturales;

XI. Las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos que permitan proteger y promover la salud de las personas, animales o vegetales;

XII. La determinación de la información comercial, sanitaria, ecológica, de calidad, seguridad e higiene y requisitos que deben cumplir las etiquetas, envases, embalaje y la publicidad de los productos y servicios para dar información al consumidor o usuario;

XIII. Las características y/o especificaciones que deben reunir los equipos, materiales, dispositivos e instalaciones industriales, comerciales, de servicios y domésticas para fines sanitarios, acuícolas, agrícolas, pecuarios, ecológicos, de comunicaciones, de seguridad o de calidad y particularmente cuando sean peligrosos;

XIV. (Se deroga)

Fracción derogada DOF 20-05-1997

XV. Los apoyos a las denominaciones de origen para productos del país;

XVI. Las características y/o especificaciones que deban reunir los aparatos, redes y sistemas de comunicación, así como vehículos de transporte, equipos y servicios conexos para proteger las vías generales de comunicación y la seguridad de sus usuarios;

XVII. Las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos para el manejo, transporte y confinamiento de materiales y residuos industriales peligrosos y de las sustancias radioactivas; y

XVIII. Otras en que se requiera normalizar productos, métodos, procesos, sistemas o prácticas industriales, comerciales o de servicios de conformidad con otras disposiciones legales, siempre que se observe lo dispuesto por los artículos 45 a 47.

Los criterios, reglas, instructivos, manuales, circulares, lineamientos, procedimientos u otras disposiciones de carácter obligatorio que requieran establecer las dependencias y se refieran a las materias y finalidades que se establecen en este artículo, sólo podrán expedirse como normas oficiales mexicanas conforme al procedimiento establecido en esta Ley.

Párrafo adicionado DOF 20-05-1997

Las normas oficiales mexicanas deberán contener:



I. La denominación de la norma y su clave o código, así como las finalidades de la misma conforme al artículo 40;

Fracción reformada DOF 20-05-1997

II. La identificación del producto, servicio, método, proceso, instalación o, en su caso, del objeto de la norma conforme a lo dispuesto en el artículo precedente;

III. Las especificaciones y características que correspondan al producto, servicio, método, proceso, instalación o establecimientos que se establezcan en la norma en razón de su finalidad;

IV. Los métodos de prueba aplicables en relación con la norma y en su caso, los de muestreo;

V. Los datos y demás información que deban contener los productos o, en su defecto, sus envases o empaques, así como el tamaño y características de las diversas indicaciones;

VI. El grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales y con las normas mexicanas tomadas como base para su elaboración;

Fracción reformada DOF 20-05-1997

VII. La bibliografía que corresponda a la norma;

VIII. La mención de la o las dependencias que vigilarán el cumplimiento de las normas cuando exista concurrencia de competencias; y

IX. Las otras menciones que se consideren convenientes para la debida comprensión y alcance de la norma.”

El día 9 de diciembre del año 2010, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, dentro del marco legal y de sus atribuciones de normalización, publicó en el Diario Oficial de la Federación, la NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad - Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo, con inicio de vigencia a partir del 9 de junio de 2011. En el Anexo A del presente trabajo se presentan los numerales 5, 6, 7, 8 9, 10 y 11, y el apéndice A, de esta norma.

3.1.1 Objetivo de la NOM-002-STPS-2010.

El objetivo de la Norma es establecer los requerimientos para la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

En la Norma, se establece el procedimiento para la clasificación del riesgo de incendio y solamente se prevén dos clases de riesgo: ordinario y alto.

Los centros de trabajo clasificados con riesgo de incendio ordinario deberán contar con medios de detección y equipos contra incendio, mientras que los de riesgo de incendio alto, deberán disponer, además, de sistemas fijos de protección contra incendio y alarmas de incendio, todos ellos acordes con la clase de fuego que pueda presentarse.

Se modifican los criterios para colocar y disponer de los extintores en las áreas de los centros de trabajo, entre ellas ubicarlos en lugares visibles, de fácil acceso y libres de obstáculos; contar con al menos uno por cada 300 metros cuadrados de superficie o fracción, si el grado de riesgo es ordinario, o uno por cada 200



metros cuadrados de superficie o fracción, si el grado de riesgo es alto, además de determinar las distancias máximas de recorrido para llegar a ellos.

Se adiciona la obligación de contar en todo centro de trabajo con un croquis, plano o mapa general del centro de trabajo, o por áreas que lo integran, cuya información permitirá a los trabajadores y visitantes identificar, en caso de requerirse, los medios de detección de incendio; los equipos y sistemas contra incendio; las rutas de evacuación; la ubicación del equipo de protección personal para los integrantes de las brigadas contra incendio, y de los materiales y equipo para prestar los primeros auxilios, así como las principales áreas o zonas del centro de trabajo con riesgo de incendio.

Esta Norma refuerza las medidas técnico - administrativas para la prevención y protección contra incendios y establece la obligación de elaborar programas anuales de revisión y pruebas a los equipos contra incendio; a los medios de detección y, en su caso, a las alarmas de incendio; a los sistemas fijos contra incendio, así como a las instalaciones eléctricas, de gas licuado de petróleo y de gas natural, a fin de identificar y corregir condiciones inseguras que pudieran existir.

En el caso de la revisión a instalaciones eléctricas, se hace especial énfasis en la identificación y corrección de condiciones inseguras que puedan existir en los denominados puntos calientes de la instalación eléctrica; en los aislamientos o conexiones rotas o flojas; en las que estén expuestas o quemadas, y en las que se sobrecarguen, tengan alteraciones o se encuentren improvisadas.

La Norma determina que los simulacros de emergencias de incendio se deberán desarrollar al menos una vez por año en los centros de trabajo clasificados con riesgo de incendio ordinario, y dos veces por año en aquéllos con riesgo de incendio alto. De igual forma, refuerza las características de la capacitación que se deberá proporcionar a los brigadistas de los centros de trabajo clasificados con riesgo de incendio alto. Como punto destacado, la Norma establece, por vez primera, que los centros de trabajo clasificados con riesgo de incendio alto, deberán contar con alguno de los documentos que enseguida se señalan, a partir del primero de enero de 2014:

- a) El acta y la minuta correspondientes a la verificación satisfactoria de su cumplimiento, que emita la Secretaría en el marco de las evaluaciones integrales del Programa de Autogestión en Seguridad y Salud en el Trabajo.
- b) El dictamen de cumplimiento de dicha Norma expedido por una unidad de verificación acreditada y aprobada.
- c) El acta circunstanciada que resulte de la revisión, verificación, inspección o vigilancia de las condiciones para la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo, por parte de la autoridad local de protección civil que corresponda al domicilio del centro de trabajo, en el



marco de los programas internos, específicos o especiales de protección civil.

Para tales efectos, se incorpora el procedimiento para evaluar la conformidad con la Norma, lo que dará certeza jurídica a los sujetos obligados ante las actuaciones de las unidades de verificación, acreditadas y aprobadas en términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, de la propia autoridad del trabajo y de las autoridades locales de protección civil.

La Norma tiene cuatro guías de referencia no obligatorias, relativas a las recomendaciones sobre períodos máximos y actividades para la revisión y prueba de sistemas y equipos contra incendio; los componentes y características generales del equipo de protección personal para los integrantes de las brigadas contra incendio; el modelo de cuestionario para las entrevistas a trabajadores y brigadistas, y las instrucciones de seguridad para la prevención y protección contra incendios.

También contiene cinco guías de referencia (Anexo A), relacionadas con detectores de incendio; sistemas fijos contra incendio; brigadas de emergencia; extintores contra incendio, y agentes extinguidores.

3.1.2 Descripción del método.

En el apéndice A de la Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010, se establece las indicaciones o metodología para determinar el grado de riesgo de incendio en un centro laboral. Este método se basa en la aplicación del contenido de la Tabla A.1, tomando en cuenta seis conceptos para la clasificación del riesgo de incendio:

1. Superficie construida.
2. Inventario de gases inflamables
3. Inventario de líquidos inflamables
4. Inventario de líquidos combustibles.
5. Inventario de sólidos combustibles
6. Materiales pirofóricos y explosivos.

La clasificación de grado de riesgo incendio en el centro de trabajo podrá determinarse por las áreas que lo integran, siempre y cuando estén delimitadas mediante materiales resistentes al fuego o por distanciamiento, que impidan una rápida propagación del fuego entre las mismas.

Los parámetros para determinar si la clasificación del riesgo es ordinario ó alto, se establecen en la Tabla A.1.²¹, de la Norma en cuestión.

²¹ Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010, Apéndice A.



Tabla A.1 Determinación del riesgo de incendio		
Concepto	Riesgo de incendio	
	Ordinario	Alto
Superficie construida, en metros cuadrados.	Menor de 3 000	Igual o Mayor de 3 000
Inventario de gases inflamables, en litros.	Menor de 3 000	Igual o Mayor de 3 000
Inventario de líquidos inflamables, en litros.	Menor de 1 400	Igual o Mayor de 1 400
Inventario de líquidos combustibles, en litros.	Menor de 2 000	Igual o Mayor de 2 000
Inventario de sólidos combustibles, incluido el mobiliario del centro de trabajo, en kilogramos.	Menor de 15 000	Igual o Mayor de 15 000
Materiales pirofóricos y explosivos, en kilogramos.	No aplica	Cualquier cantidad

Fig. 6 Tabla A.1 determinación del riesgo de incendio.

Para la determinación del riesgo de incendio se deberá de proceder de la siguiente manera:

1. Identificar la superficie construida en metros cuadrados del centro de trabajo, o de las áreas que lo integran.
2. Identificar el inventario máximo que se haya registrado en el transcurso de un año, de los materiales, sustancias o productos que se almacenen, procesen y manejen en el centro de trabajo, o en las áreas que lo integran, para los conceptos de la Tabla A.1 que resulten aplicables.
3. Para determinar el inventario de sólidos combustibles por el mobiliario en oficinas administrativas y otras áreas similares, se considerará un promedio de 60 kg por cada trabajador del centro de trabajo, o de las áreas que lo integran. No se contabilizarán los trabajadores que realicen sus actividades fuera del centro de trabajo, tales como conductores, repartidores, vendedores, promotores, entre otros. Opcionalmente, el inventario podrá determinarse considerando la cantidad real existente.
4. Cuando se disponga en el centro de trabajo, o en las áreas que lo integran, de dos o más materiales, sustancias o productos que correspondan a un mismo concepto, el riesgo de incendio para dicho concepto se determinará con base en la sumatoria de los inventarios de dichos materiales, sustancias o productos.
5. Cuando se disponga en el centro de trabajo, o en las áreas que lo integran, de dos o más materiales, sustancias o productos que correspondan a gases inflamables, líquidos inflamables, líquidos combustibles y sólidos combustibles, de igual o de distinto riesgo de incendio, éste se determinará con base a la siguiente ecuación:



$$\left(\frac{\text{Inventario 1}}{\text{Cantidad 1}}\right) + \left(\frac{\text{Inventario 2}}{\text{Cantidad 2}}\right) + \left(\frac{\text{Inventario 3}}{\text{Cantidad 3}}\right) + \left(\frac{\text{Inventario 4}}{\text{Cantidad 4}}\right)$$

Es decir:

$$\left(\frac{\text{Inventario de gases inf lamables}}{3000 \text{ litros}}\right) + \left(\frac{\text{Inventario de líquidos inf lamables}}{1400 \text{ litros}}\right) + \left(\frac{\text{Inventario de líquidos combustibles}}{2000 \text{ litros}}\right) + \left(\frac{\text{Inventario de sólidos combustibles}}{15000 \text{ kilogramos}}\right)$$

Donde:

Inventario 1, inventario 2, inventario 3 e inventario 4, es el inventario máximo que se haya registrado en el transcurso de un año de materiales, sustancias, o productos que se almacenen, procesen y manejen en el centro de trabajo, o en las áreas que lo integran, para cada uno de los conceptos que resulten aplicables de la Tabla A.1 de la NOM.

Cantidad 1, cantidad 2, cantidad 3 y cantidad 4, es la establecida para cada uno de los conceptos que resulten aplicables al centro de trabajo o a las áreas que o integran de la Tabla A.1 de la Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010.

Si el resultado de la es menor a uno, el centro de trabajo, o el área que lo integra, le corresponderá por el concepto del inventario de gases inflamables, líquidos inflamables, líquidos combustibles y sólidos combustibles, el riesgo de incendio ordinario.

$$\left(\frac{\text{Inventario 1}}{\text{Cantidad 1}}\right) + \left(\frac{\text{Inventario 2}}{\text{Cantidad 2}}\right) + \left(\frac{\text{Inventario 3}}{\text{Cantidad 3}}\right) + \left(\frac{\text{Inventario 4}}{\text{Cantidad 4}}\right) < 1$$

Si el resultado de la sumatoria es igual o mayor a uno, al centro de trabajo, o al área que lo integra, le corresponderá por el concepto del inventario de gases, líquidos inflamables, líquidos combustibles y sólidos combustibles, el riesgo de incendio alto.

$$\left(\frac{\text{Inventario 1}}{\text{Cantidad 1}}\right) + \left(\frac{\text{Inventario 2}}{\text{Cantidad 2}}\right) + \left(\frac{\text{Inventario 3}}{\text{Cantidad 3}}\right) + \left(\frac{\text{Inventario 4}}{\text{Cantidad 4}}\right) \geq 1$$

La clasificación del riesgo de incendio será de la siguiente manera:

Ordinario: Los centros de trabajo con superficie construida menor de tres mil metros cuadrados y que obtengan un resultado menor a uno, con motivo de la aplicación de la ecuación antes referida.

Alto: Los centros de trabajo con superficie construida igual o mayor de tres mil metros cuadrados, así como los centros de trabajo con cualquier superficie



construida o que obtengan un resultado igual o mayor a UNO, con motivo de la aplicación de la descrita anteriormente.

La Norma establece que cuando haya una modificación de los inventarios máximos que se hayan registrado en el transcurso del año, de los materiales, sustancias o productos, se deberá una nueva determinación del riesgo de incendio en el centro laboral.

La presentación de la clasificación del riesgo de incendio, ya sea integral o por áreas del centro de trabajo, se anotará en escrito libre, al menos con los datos siguientes:

- a. El nombre, denominación, razón social o identificación específica del centro de trabajo.
- b. El domicilio completo del centro de trabajo.
- c. La descripción general del proceso productivo, así como los materiales y cantidades que se emplean en dichos procesos.
- d. El número máximo de trabajadores por turnos de trabajo o, en su caso, los ubicados en locales, edificios o niveles del centro de trabajo.
- e. El número máximo estimado de personas externas al centro de trabajo que concurren a éste, tales como contratistas y visitantes.
- f. La superficie construida en metros cuadrados.
- g. El desglose del inventario máximo que se haya registrado en el transcurso de un año, de los materiales, sustancias o productos que se almacenen, procesen y manejen en el centro de trabajo, y la clasificación correspondiente en cada caso, según lo establecido en la Tabla A.1. de la Norma en que se basa el análisis.
- h. Cuando la clasificación se haya efectuado de manera independiente por cada área de trabajo, se presentará el desglose de inventarios y la clasificación correspondiente para cada una de éstas.
- i. El cálculo desarrollado para la determinación final del riesgo de incendio.
- j. La fecha de realización de la determinación final del riesgo de incendio.
- k. El tipo de riesgo de incendio (ordinario o alto).
- l. El nombre de la(s) persona(s) responsable(s) de la clasificación realizada.

3.2 Método Simplificado de Evaluación de riesgo de Incendio: MESERI.

El método MESERI pertenece al grupo de los métodos de evaluación de riesgos conocidos como “esquemas de puntos” que se basan en la consideración individual, por un lado, de diversos factores generadores o agravantes del riesgo de incendio, y por otro, de aquellos que reducen y protegen frente al riesgo. Una vez valorados estos elementos mediante la asignación de una determinada puntuación se traslada a una ecuación de tipo:



$$R = \frac{X}{Y} \quad \text{O bien} \quad R = X \pm Y$$

Donde:

“X” es el valor global de la puntuación de los factores generados o agravantes.

“Y” el valor global de los factores reductores y protectores, y R es el valor resultante del riesgo de incendio, obtenido después de efectuar las operaciones correspondientes.

En el caso del MESERI este valor final se obtiene como suma de las puntuaciones de las series de factores agravantes y protectores, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$R = \frac{5}{129} X + \frac{5}{34} Y \quad \text{Ec. 14}$$

3.2.1 Objetivo del Método MESERI²².

Este método está principalmente diseñado para su aplicación en empresas de tipo industrial, cuya actividad no sea destacadamente peligrosa (para analizar estos riesgos existen otros métodos más adecuados). Además debe de aplicarse para edificios o instalaciones individuales de características constructivas semejantes.

Como su nombre lo indica, el método simplificado en muchos casos es la experiencia del inspector la que determina, por simple estimación de lo observado, el nivel de puntuación que debe de otorgarse, sin entrar en complicados cálculos. Esto implica que el inspector debe de tener conocimientos de los siguientes temas: prevención y sistemas de protección contra incendios; organización de la seguridad de la empresa, procesos industriales y edificación entre otros.

Este método evalúa el riesgo de incendio considerando los factores que:

- a) Hacen posible su inicio: por ejemplo, la inflamabilidad de los materiales dispuestos en el proceso productivo de una industria o la presencia de fuentes de ignición.
- b) Favorecen o entorpecen su extensión e intensidad: por ejemplo, la resistencia al fuego de los elementos constructivos o la carga térmica de los locales.
- c) Incrementan o disminuyen el valor económico de las pérdidas ocasionadas: por ejemplo la destructibilidad por calor de medios de producción, materias primas y productos elaborados.

²² Fundación MAPFRE Estudios, Instituto de Seguridad Integral



d) Están dispuestos específicamente para su detección, control y extinción: por ejemplo, los extintores portátiles o las brigadas contra incendios.

La consideración de estos grupos de factores permite ofrecer una estimación global del riesgo de incendio.

Su objetivo y simplicidad radica en que solo se valoran los factores más representativos de la situación real de la actividad inspeccionada de entre los múltiples que intervienen en el comienzo, desarrollo y extinción de los incendios.

3.2.2 Descripción del método.

El método se desarrolla a partir de la inspección visual sistemática de una serie de elementos o “factores” de un edificio o local y su puntuación en base a los valores preestablecidos para cada situación.

También pueden asignarse valores comprendidos entre los predeterminados en tablas si la situación es tal que no permite aplicar alguno de los indicados como referencia.

Finalmente, tras sumar el conjunto de puntuación los factores generadores y agravantes (X) y los reductores/protectores (Y) del riesgo de incendio, se introducen los valores resultantes en la ecuación y se obtiene la clasificación final del riesgo.

La ponderación en el valor final de la serie de factores generadores y reductores es la misma (5 puntos como máximo, para cada serie). Por lo tanto, el valor final estará comprendido entre cero y diez puntos, significando la peor y la mejor valoración del riesgo considerado frente al incendio, respectivamente.

Los inmuebles cuya puntuación final sea inferior a 5 deberían de ser examinados con más detalle para determinar donde se encuentran sus mayores problemas; en primer lugar, habría que investigar aquellos factores puntuados con valores iguales o cercanos a cero, y determinar las medidas oportunas para su mejora que sean técnica y económicamente viables. En cualquier caso, tampoco debe entenderse que cualquier puntuación superior a 5 indica que el riesgo de incendio esté suficientemente controlado.

3.2.2.1 Factores generadores y agravantes.

Como se menciona anteriormente el método MESERI contempla una serie de factores para la evaluación del inmueble, estos factores están diferenciados en dos bloques:

1. Factores propios de las instalaciones:
 - 1.1. Construcción.
 - 1.2. Situación.
 - 1.3. Procesos.



- 1.4. Concentración.
- 1.5. Propagabilidad.
- 1.6. Destructibilidad.

2. Factores de protección:

- 2.1. Extintores.
- 2.2. Hidrantes.
- 2.3. Hidrantes exteriores.
- 2.4. Detectores automáticos de incendios.
- 2.5. Rociadores automáticos.
- 2.6. Organización de la protección contra incendios.

Cada uno de los factores del riesgo se subdivide a su vez teniendo en cuenta los aspectos más importantes a considerar, como se verá a continuación.

1. Factores propios de las instalaciones.

1.1 Construcción.

Altura del edificio.

En caso de incendio, cuanto mayor sea la altura del edificio, más fácil será la propagación y más difícil será su control y extinción. La altura de un edificio debe de ser entendida desde la cota inferior construida (los niveles bajo tierra también cuentan), hasta la parte superior de la cubierta. En caso de que se tengan diferentes puntuaciones por número de plantas y por altura se debe de tomar siempre el menor valor.

Concepto		Coeficiente
No. de pisos	Altura	
1 o 2	Menor que 6 m	3
3,4 o 5	Entre 6 y 15 m	2
6,7,8 o 9	Entre 15 y 27 m	1
10 o más	Más de 30 m	0

Superficie del mayor sector de incendio.

Cuanto mayor sea la superficie de los sectores de incendio, existirá más facilidad de propagación del fuego. Los sectores de incendio deberán de contar con elementos de compartimentación resistentes al fuego, en caso de no ser así se considerara que no existe delimitación de la superficie.

Superficie mayor sector de incendio	Coeficiente
De 0 a 500 m ²	5
De 501 a 1,500 m ²	4
De 1,501 a 2,500 m ²	3
De 2,501 a 3,500 m ²	2
De 3,501 a 4,500 m ²	1
Más de 4,500 m ²	0



Resistencia al fuego de los elementos constructivos.

Los elementos constructivos que aquí se hace referencia son, exclusivamente. Los sustentadores de la estructura del inmueble; la característica que se mide fundamentalmente es la estabilidad mecánica frente al fuego.

El método considera *alta* la resistencia de elementos de hormigón, obra o similares, mientras que considera *baja* la resistencia de elementos metálicos (acero) desnudos. En caso de contar con protección (tipo pinturas intumescentes, recubrimientos aislantes, pantallas) sólo deberán tenerse en cuenta si protegen íntegramente a la estructura.

Resistencia al fuego	Coefficiente
Resistente al fuego (hormigón)	10
No combustible	5
Combustible	0

Se entiende como resistente al fuego, una estructura de hormigón. Una estructura metálica será considerada como no combustible y, finalmente, combustible si es distinta de las dos anteriores. Si la estructura es mixta se tomará un coeficiente intermedio entre los dos dados en la tabla

Falsos techos y suelos.

Los falsos techos y suelos propician la acumulación de residuos, dificultan en muchas ocasiones la detección temprana de los incendios, anulan la correcta distribución de los agentes extintores y permiten el movimiento descontrolado de humos. Por ello el método penaliza la existencia de estos elementos, independientemente de su composición diseño y acabado.

Se considera falso techo incombustible aquel realizado en cemento, piedra, yeso, escayola y metales en general; se considera falso techo combustible aquel realizado en madera no tratada, PVC, poliamidas, entre otros.

Falsos techos	Coefficiente
Sin falsos techos	5
Con falsos techos incombustibles	3
Con falsos techos combustibles	0

1.2 Factores de situación.

Distancia de los bomberos.

Este factor valora la distancia y el tiempo de desplazamiento desde la estación de bomberos más cercana al inmueble en cuestión. Solo se tendrán en cuenta las estaciones con vehículos y personal que se considere suficiente y disponible las 24 horas del día, los 365 días del año. En caso de que se obtenga diferentes puntuaciones por tiempo y longitud, se deberá de tomar siempre la menor puntuación resultante.



Distancia de los bomberos		Coeficiente
Menor de 5 km	5 min.	10
Entre 5 y 10 km	5 y 10 min.	8
Entre 10 y 15 km	10 y 15 min.	6
Entre 15 y 20 km	15 y 20 min.	2
Más de 20 km	20 min.	0

Accesibilidad a los edificios.

La accesibilidad de los edificios se contempla desde el punto de vista del ataque al incendio y otras actuaciones que requieran penetrar en el mismo. Los elementos que facilitan la accesibilidad son: puertas, ventanas, huecos en fachadas, tragaluces en cubiertas, etc.

Accesibilidad al edificio	Puntuación
Buena	5
Media	3
Mala	1
Muy mala	0

1.3 Factores de proceso.

Peligro de activación.

En este apartado se evalúa la existencia de fuentes de ignición que se empleen habitualmente dentro del proceso productivo y complementario de la actividad que puedan ser origen de fuego. Deben de considerarse con peligro de activación *alto* procesos en los que se emplean altas temperaturas (hornos, reactores, metales fundidos, presiones, llamas abiertas, reacciones exotérmicas, etc.) otras fuentes se refieren a fumadores y caída de rayos no protegida.

Peligro de activación	Puntuación
Alto	10
Medio	5
Bajo	0

Carga térmica.

En este apartado se evalúa la cantidad de calor por unidad de superficie que producirá la combustión total de los materiales existentes en la zona analizada. En un inmueble hay que considerar tanto los elementos mobiliarios, como los inmobiliarios.

Carga térmica (MJ/m ²)	Puntuación
Buena (inferior a 1,000)	10
Alta (entre 2,000 y 5,000)	5
Muy alta (mayor a 5,000)	0



Inflamabilidad de los combustibles.

Este factor valora la peligrosidad de los combustibles presentes en la actividad respecto a su posible ignición. Las constantes físicas que determinan la mayor o menor facilidad para que un combustible arda son, dado un foco de ignición determinado, los límites de inflamabilidad, el punto de inflamación y la temperatura de autoignición.

Por lo tanto, los gases y líquidos combustibles a temperatura ambiente serán considerados con inflamabilidad *alta*, mientras que los sólidos no combustibles en condiciones normales, tales como los materiales pétreos, metales, serán considerados con inflamabilidad *baja* y los sólidos combustibles (madera, plásticos, etc.) en categoría media.

Inflamabilidad	Puntuación
Baja	5
Media	3
Alta	0

Orden y limpieza y mantenimiento.

Este factor estima el orden y limpieza de las instalaciones productivas, así como la existencia de personal específico y planes de mantenimiento periódico de instalaciones de servicio (electricidad, agua, gas, etc.) y de las de protección contra incendios.

Orden limpieza y mantenimiento	Puntuación
Alto	10
Medio	5
Bajo	0

Almacenamiento en altura.

La existencia de almacenamiento en alturas superiores a 2 m, incrementa el riesgo de incendio (aumento de la carga térmica, mayor facilidad de propagación, mayor dificultad del ataque al fuego). No se tiene en cuenta la naturaleza de los materiales almacenados.

Almacenamiento	Puntuación
Menor de 2 m	3
Entre 2 y 6 m	2
Superior a 6 m	0

1.4 Factores de valor económico de los bienes.

Concentración de valores.

La cuantía de las pérdidas económicas directas que ocasiona un incendio depende del valor de la edificación y los medios de producción, materias primas, productos elaborados y semielaborados, instalaciones de servicio.



Concentración de valores		Puntuación
Euros/m ²	Pesos/m ² .	
Inferior a 600	Inferior a 9,000	5
Entre 600 y 1,5000	Entre 9,000 y 22,500	3
Superior a 1,500	Superior a 22,5000	0

1.5 Factores de propagación.

La propagación del incendio se estima en este apartado teniendo en cuenta la disposición espacial de los posibles combustibles existentes en el inmueble (procesos, maquinaria, mercancías, equipos), es decir su continuidad horizontal y vertical. No se tiene en cuenta la velocidad de propagación de las llamas ni la velocidad de combustión de los materiales.

Propagación horizontal.

Por ejemplo si existen en el proceso cadenas de producción de tipo lineal, en las que los elementos comunes ofrecen continuidad para la posible propagación de las llamas, se considerará que la propagación es *alta*; por el contrario, en las disposiciones de tipo celular, con espacios vacíos carentes de combustibles o calles de circulación amplias, se puede considerar que la propagación es *baja*.

Propagabilidad horizontal	Puntuación
Baja	5
Media	3
Alta	0

Propagación vertical.

Por ejemplo, la existencia de almacenamiento en altura o estructuras, maquinaria, o cualquier tipo de instalación cuya disposición en vertical permitan la propagación del incendio hacia cotas superiores de donde se originó, conlleva la calificación de propagación *alta*.

Propagabilidad vertical	Puntuación
Baja	5
Media	3
Alta	0

1.6 Factores de destructibilidad.

Directamente relacionado con el factor anterior se encuentra la destructibilidad de elementos de producción, materias primas, productos elaborados y semielaborados, causado por las siguientes manifestaciones dañinas del incendio:

Por calor.

En primer lugar se determina la afectación de produce el calor generado por el incendio en los elementos anteriormente citados.



Destructibilidad por calor	Puntuación
Baja	10
Media	5
Alta	0

Por humo.

La destrucción o pérdida de cualidades por efecto del humo es otro factor a considerar.

Destructibilidad por humo	Puntuación
Baja	10
Media	5
Alta	0

Por corrosión.

La destrucción por efecto de corrosión viene provocada por la naturaleza de algunos gases liberados en las reacciones de combustión como el ácido clorhídrico o sulfúrico.

Destructibilidad por corrosión	Puntuación
Baja	10
Media	5
Alta	0

Por agua.

Finalmente se estiman los daños producidos por el agua de extinción de incendio.

Destructibilidad por agua	Puntuación
Baja	10
Media	5
Alta	0

2. Factores de protección.

Dentro de este apartado se estiman los factores que contribuyen bien a impedir el desarrollo del incendio, o bien a limitar la extensión del mismo y sus consecuencias. La puntuación en este caso se otorga si existe el factor correspondiente, su diseño es adecuado y está garantizando su funcionamiento. En el caso de medidas organizativas humanas (brigadas de incendio, planes de emergencia) habrá que comprobar la existencia de registros, manuales, procedimientos, etc., que avalen la formación recibida por el personal, las prácticas, y simulacros efectuados, etc.

También cabe señalar que la puntuación por la existencia de los distintos conceptos aumenta en caso de que exista presencia humana en los edificios o instalaciones inspeccionadas, lo que supone que existe actividad permanente o personal de vigilancia suficiente.



2.1 Extintores.

Se tendrá en cuenta si existen extintores portátiles que cubran toda la superficie del inmueble y locales de la actividad. Se observara que los agentes extintores son adecuados a las clases de fuego posibles en las áreas protegidas y se encuentran señalizados también se recomienda comprobar que existen aparatos de repuesto.

Concepto	Puntuación	
	Con vigilancia	Sin vigilancia
Extintores portátiles	2	3

2.2 Hidrantes.

Se tendrá en cuenta si existen hidrantes que cubran toda la superficie de los edificios locales de la actividad. Se considera que una instalación de hidrantes protege un local si es posible dirigir el chorro de agua a cualquier punto del mismo; para ello se comprobará que el abastecimiento de agua suministre la presión y caudal necesarios a todas los hidrantes y estos poseen todos sus elementos.

Concepto	Puntuación	
	Con vigilancia	Sin vigilancia
Hidrantes	4	2

2.3 Hidrantes exteriores.

Se tendrá en cuenta si existen hidrantes en el exterior del perímetro de los edificios que permitan cubrir cualquier punto de los cerramientos y cubiertas. Al igual que en el caso anterior, se considera que una instalación de hidrantes exteriores protege a un edificio si se comprueba que el abastecimiento de agua suministra la presión y caudal necesarios a todos los hidrantes.

Concepto	Puntuación	
	Con vigilancia	Sin vigilancia
Hidrantes exteriores	4	2

2.4 Detección automática.

Se tendrá en cuenta si existe detección automática en la totalidad de los edificios. Las áreas cubiertas por instalaciones de rociadores automáticos también se consideran cubiertas por esta medida de protección.

La vigilancia humana supone control permanente por vigilantes calificados de todas las zonas, sea mediante presencia física, sea mediante sistemas electrónicos de vigilancia, fuera de las horas de actividad. En todo caso, supone capacidad de intervención inmediata en las zonas de incendio o de control de los sistemas de emergencia.

Si no hay vigilancia humana pero existe un enlace con una central de alarma, se puede esperar una respuesta valorable.



Concepto	Puntuación	
	Con vigilancia	Sin vigilancia
Detección automática	4	0

2.5 Rociadores automáticos.

Se tendrá en cuenta si existen instalaciones de rociadores automáticos en toda la superficie de los edificios y locales de la actividad.

Concepto	Puntuación	
	Con vigilancia	Sin vigilancia
Rociadores automáticos	8	5

Así mismo como las instalaciones fijas que cubran todas las instalaciones del centro laboral.

Concepto	Puntuación	
	Con vigilancia	Sin vigilancia
Instalaciones fijas de extinción (si protege totalmente el local)	4	2

2.6 Organización de la protección contra incendios.

Equipos que intervienen en incendios.

Se valora en este apartado la existencia de equipos de brigadistas, para que se considere su puntuación deben cumplirse las siguientes condiciones:

- 1) El personal que integre estos equipos deberá de recibir formación teórico-práctica periódicamente y estar nominalmente designado como integrante de dicho grupo.
- 2) Deberán de existir en todos los turnos, secciones o departamentos de la empresa.
- 3) Deberá existir material de extinción de incendios y estar adecuadamente diseñado.

Concepto	Puntuación	
	Con vigilancia	Sin vigilancia
Brigadas de incendio	4	2

Planes de autoprotección y de emergencia interior.

Se valorara si existe y esta implementado el plan de autoprotección o de emergencia interior de la actividad que se trate.



Concepto	Puntuación	
	Con vigilancia	Sin vigilancia
Planes de emergencia	4	2

A continuación se presenta el formato general de cálculo del MESERI.

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO						
Empresa:				Situación:		
Concepto		Coficiente	Puntos	Concepto		Puntos
CONSTRUCCIÓN				PROPAGABILIDAD		
Nº de pisos	Altura			Vertical		
1 o 2	menor de 6 m	3		Baja	5	
3, 4 o 5	entre 6 y 15 m	2		Media	3	
6, 7, 8 o 9	entre 15 y 27	1		Alta	0	
10 o más	más de 30 m	0		Horizontal		
Superficie mayor sector Incendios				Baja	5	
de 0 a 500 m ²		5		Media	3	
de 501 a 1.500 m ²		4		Alta	0	
de 1.501 a 2.500 m ²		3		DESTRUCTIBILIDAD		
de 2.501 a 3.500 m ²		2		Por calor		
de 3.501 a 4.500 m ²		1		Baja	10	
más de 4.500 m ²		0		Media	5	
Resistencia al fuego				Alta	0	
Resistente al fuego (hormigón)		10		Por humo		
No combustible		5		Baja	10	
Combustible		0		Media	5	
Falsos techos				Alta	0	
sin falsos techos		5		Por corrosión		
con falsos techos incombustibles		3		Baja	10	
con falsos techos combustibles		0		Media	5	
FACTORES DE SITUACIÓN				Alta	0	
Distancia de los bomberos				Por agua		
menor de 5 km	5 minutos	10		Baja	10	
entre 5 y 10 km	5 y 10 min.	8		Media	5	
entre 10 y 15 km	10 y 15 min.	6		Alta	0	
entre 15 y 25 km	15 y 25 min.	2		SUBTOTAL (X)		
más de 25 km	25 min.	0		Concepto		Puntos
Accesibilidad de edificios				Extintores portátiles (EXT)	SV	CV
Buena		5		Bocas de incendio equipadas (BIE)	2	4
Media		3		Columnas hidrantes exteriores (CHE)	2	4
Mala		1		Detección automática (DET)	0	4
Muy mala		0		Rociadores automáticos (ROC)	5	8
PROCESOS				Extinción por agentes gaseosos (IFE)	2	4
Peligro de activación				SUBTOTAL (Y)		
Bajo		10		CONCLUSIÓN (Indicar en el Informe de Inspección)		
Medio		5		$P = \frac{5X}{120} + \frac{5Y}{22} + 1$ (BCI)		
Alto		0		120 22		
Carga térmica				OBSERVACIONES		
Baja ($Q < 100 \text{ Mcal/m}^2$)		10				
Media ($100 < Q < 200 \text{ Mcal/m}^2$)		5				
Alta ($Q > 200 \text{ Mcal/m}^2$)		0				
Combustibilidad						
Baja (M.0 y M.1)		5				
Media (M.2 y M.3)		3				
Alta (M.4 y M.5)		0				
Orden y limpieza						
Bajo		0				
Medio		5				
Alto		10				
Almacenamiento en altura						
menor de 2 m		3				
entre 2 y 4 m		2				
más de 6 m		0				
FACTOR DE CONCENTRACIÓN						
Factor de concentración						
menor de 50.000 pts/m ²		3				
entre 50 y 200.000 pts/m ²		2				
más de 200.000 pts/m ²		0				



Capítulo 4

Caso de estudio.



Como se mencionó anteriormente, para desarrollar un análisis de riesgo de incendio, se deben de cumplir tres etapas:

1. Reconocimiento del centro laboral.
2. Evaluación de la magnitud del riesgo.
3. Resultados de la evaluación. Informe

Para cumplir con esto, en este capítulo se describirán las características del centro laboral: edificaciones, actividades desarrolladas, procesos, posibles fuentes de ignición, combustibles presentes, instalaciones de protección, organización de la seguridad, etc; además de la recopilación de información sobre el mismo.

Posteriormente, se procederá con la evaluación para determinar el grado de riesgo de incendio del centro laboral, con base en los métodos seleccionados y descritos en el capítulo anterior. Los resultados de estas evaluaciones se presentarán por separado para poder comparar la clasificación del grado de riesgo de incendio de cada uno de los métodos empleados.

4.1 Descripción del centro laboral.

4.1.1 Ubicación.

La panificadora está conformada por dos predios, separados por una calle de aproximadamente 13 m de ancho y con poco flujo vehicular, dichos predios se identifican como: Predio No. 117 y Predio No. 118; ubicados en una zona industrial, en donde existen varias empresas de diferentes giros y bodegas de almacenamiento, también dentro de esta zona, existen dos centros de educación medio superior.

La colindancia que tiene cada uno de estos predios es la siguiente:

Predio No. 117.

Norte: Colinda con la calle Azahares, en donde se encuentra el CECyT No. 12 José María Morelos y Pavón, del IPN y de manera contigua algunos centros de trabajo de giros diversos.

Sur: Colinda con la calle Mimosas, sobre este arroyo vehicular se encuentran las instalaciones del Predio No.118 y bodegas de almacenamiento.

Oeste: Tiene colindancia con la calle Chopo en la que se encuentran las instalaciones del Centro Escolar Justo Sierra.

Este: En esta dirección colinda con la calle Oyamel, sobre esta calle se localizan empresas de varios giros.



Predio No. 118.

Norte: Colinda con la calle Mimosas, en donde se encuentra las instalaciones del Predio No. 117

Sur: Colinda con la calle Abedules, sobre este arroyo vehicular se encuentran oficinas y bodegas de giros diversos.

Oeste: Tiene colindancia con la calle Chopo teniendo colindancia con bodegas de giros diversos.

Este: Tiene colindancia con oficinas y bodegas industriales de varios giros.

Ubicación satelital del Centro Laboral



Fuente: Google Earth



Colindancias del Predio No. 117.

Norte



Sur



Oeste



Este



Colindancias del Predio No. 118.

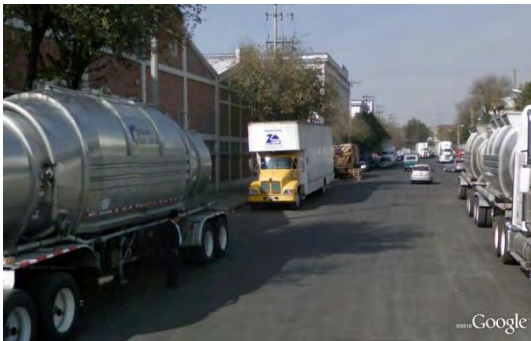
Norte



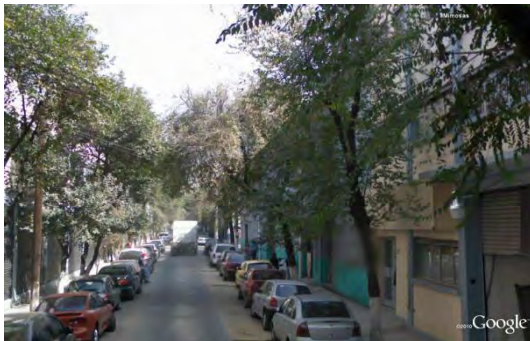
Sur



Oeste



Este





Las principales avenidas que rodean las inmediaciones del centro laboral, son de flujo vehicular constante, principalmente de vehículos escolares, particulares y transporte público, además, debido a la ubicación de la planta en una zona industrial, se localizan vehículos de transporte de materiales y vehículos pesados. Dichas avenidas son: Circuito Interior (Av. Jacarandas), Av. de los Insurgentes Norte y Eje 2 Norte (Manuel González). Estas avenidas son las principales vías de acceso a la empresa.

4.1.2 Actividad económica.

El centro laboral manifiesta como actividad económica la fabricación y distribución de pan de caja, pastelillos, tortillas y biscochos.

4.1.3 Personal laboral, turnos y horarios de trabajo.

Para cumplir con sus objetivos, la empresa cuenta con una plantilla de trabajo integrada por 516 trabajadores, de los cuales 432 son sindicalizados y 84 son trabajadores de confianza. Este personal labora en los dos predios (No. 117 y 118) de la planta.

La planta recibe alrededor de 25 y 50 personas ajenas a la empresa, entre los que se encuentran contratistas, proveedores y colaboradores de otras agencias.

Los horarios y turnos de trabajo que están implementados en la empresa son los siguientes:

Tabla No. 6
Turnos y horarios de trabajo en la planta.

Turnos y horarios del área productiva		
Turno	Días	Horario
Primero	Lunes a sábado	06:00 a 14:00
Segundo		14:00 a 21:30
Tercero		22:00 a 05:00
Turnos y horarios del área de oficinas		
Turno	Días	Horario
Un solo turno	Lunes a viernes	08:00 a 18:00
	Sábado	09:00 a 13:30

Fuente: Información proporcionada por la empresa.

4.1.4 Características de las instalaciones.

Como se menciona con anterioridad la planta productiva del centro laboral, está conformada por dos predios, las características de las instalaciones de cada uno se describen a continuación.

Predio No. 117.

El inmueble está construido sobre una superficie de 11, 554 m², ocupando toda una manzana; está conformado por dos niveles, el primer nivel es utilizado por las



áreas de producción y oficinas, y el segundo nivel solo por oficinas. La zona en donde se localiza el área de producción es de tipo nave industrial, delimitando las áreas de producción con muros de ladrillo tipo block; las columnas que sostienen la estructura de la nave son de concreto.

Las áreas en las que está dividida la nave industrial son las siguientes

1. Oficinas
2. Taller de mantenimiento.
3. Despacho.
4. Almacén de mantenimiento.
5. Producción
6. Almacén de materias primas.
7. Sanidad.
8. Control de plagas.
9. Vigilancia.

En el Anexo B del presente trabajo se localiza el croquis con la ubicación de estas áreas.

Las paredes exteriores de las instalaciones se encuentran soportadas por columnas de concreto, que dan firmeza a las bardas construidas de ladrillo y tabicón; en el interior de la planta, las paredes son de ladrillo compactado y en algunas zonas son de concreto y tabla roca, para delimitar las áreas, estas paredes están soportadas por castillos y columnas de concreto. Además en los muros de las oficinas se tienen ventanales transparentes, que dan vista hacia el interior de los pasillos y exterior de la planta; también se tienen instaladas puertas con cancelería de aluminio y vidrio.

El techo de la nave es de lámina metálica con tragaluces de lámina de fibra de vidrio, la altura del techo es de aproximadamente 10 m. Los techos en oficinas son de plafón.

Los pisos en general de la planta están cubiertos con loza de concreto reforzada con varilla. Los pisos de los estacionamientos tienen un acabado superior de asfalto. Sin embargo los pisos en las áreas de producción tienen un acabado de keralita, en el área de embarque se tienen placas de acero lisas que ayudan al empuje de jaulas metálicas con producto terminado.

La planta tiene instaladas escaleras para el acceso al segundo nivel, donde se localizan oficinas, almacenes, sanitarios y vestidores, todas ellas cuentan con escalones de concreto y pasamanos metálicos, con material antiderrapante en escalones y descansos.

En las áreas de hornos y cámaras, los muros de contención son de concreto armado premezclado de una resistencia de 250 kg/cm^2 .



En el predio se tienen instaladas tres cisternas de las cuales una es ocupada para la red contra incendio con una capacidad de 27,830 L, las otras dos tienen una capacidad de 12,600 y 31,890 L.

La iluminación de las instalaciones es natural y artificial, esta última está integrada por lámparas de tipo industrial en producción y lámparas de aditivos metálicos de 150 Watts de tipo reflector en los pasillos, mientras que en el área de oficinas se utilizan lámparas fluorescentes de tipo tubular, y luminarias incandescente de 60 a 100 Watts.

Se tienen dos subestaciones eléctricas y dos plantas de emergencia, las que están en cuartos individuales y de acceso restringido, toda la instalación eléctrica esta entubada e identificada. Estas instalaciones reciben mantenimiento preventivo y correctivo.

También se tiene instalado un sistema de puesta a tierra en las instalaciones, para evitar la acumulación de electricidad estática en maquinaria o equipo; al igual se tiene un sistema de pararrayos para canalizar las descargas atmosféricas a la red de puesta a tierra.

Este predio tiene cuatro silos con una capacidad de 110 toneladas cada uno, para el almacenamiento de harina, tienen una cimentación de pilotes enterrados a 25 m de profundidad, estos contenedores están conectados al sistema de tierras y pararrayos.

Fotografías del predio No. 117

Fachada de la planta.



Area productiva.



Area de silos.



Plano del centro laboral





Fotografías del predio No. 117

Area de almacén materia prima.



Area almacén producto terminado



Predio No. 118.

Este inmueble está construido en una superficie de 5,163 m², está conformado por dos niveles, el primer nivel es utilizado por las áreas de producción y oficinas y el segundo nivel solo por oficinas. La zona en donde se localiza el área de producción es de tipo nave industrial, delimitando las áreas de producción con muros de ladrillo tipo block; las columnas que sostienen la estructura de la nave son de concreto premezclado

Las áreas en las que está dividid este predio son las siguientes:

1. Oficinas
2. Producción.
3. Despacho.
4. Almacén de materias primas.
5. Cuarto de máquinas
6. Bascula.

El croquis con la localización de estas áreas se presenta en el Anexo B.

Las paredes exteriores de las instalaciones se encuentran soportadas por columnas de concreto, que dan firmeza a las bardas construidas de ladrillo y tabicón, en el interior de la planta, las paredes son de ladrillo compactado y en algunas zonas son de concreto y tabla roca, para delimitar las áreas, estas paredes están soportadas por castillos y columnas de concreto. Además en los muros de las oficinas se tienen ventanales transparentes, que dan vista hacia el interior de los pasillos y exterior de la planta; también se tienen instaladas puertas con cancelería de aluminio y vidrio.

El techo de la nave es de lámina metálica con tragaluces de lámina de fibra de vidrio, la altura del techo es de aproximadamente 10 m. Los techos en oficinas son de plafón.

Los pisos de la planta están cubiertos con loza de concreto reforzada con varilla. Los pisos de los estacionamientos tienen un acabado superior de asfalto.



Los pisos en las áreas de producción tienen un acabado de keralita, en el área de embarque se tienen placas de acero lisas que ayudan al empuje de jaulas metálicas con producto terminado.

Para el acceso al segundo nivel se tienen instaladas escaleras, donde se localizan oficinas, almacenes, sanitarios y vestidores, todas ellas cuentan con escalones de concreto y pasamanos metálicos, con material antiderrapante en escalones y descansos.

En las áreas de hornos y cámaras, los muros de contención son de concreto armado premezclado de una resistencia de 250 kg/cm^2 .

En el predio se tienen instalada una cisterna de agua con una capacidad de 40,000 L, y un tanque elevado de 40,000 L.

La iluminación de las instalaciones es de tipo natural y artificial, esta última está integrada por lámparas de tipo industrial en producción y lámparas de aditivos metálicos de 150 Watts de tipo reflector en los pasillos, mientras que en el área de oficinas se utilizan lámparas fluorescentes e incandescentes de 60 a 100 Watts.

Se tiene una subestación eléctrica y una planta de emergencia, las que están en cuartos individuales y de acceso restringido, toda la instalación eléctrica esta entubada e identificada. Estas instalaciones reciben mantenimiento preventivo y correctivo.

También se tiene instalado un sistema de puesta a tierra en las instalaciones, para evitar la acumulación de electricidad estática en maquinaria o equipo; al igual se tiene un sistema de pararrayos para canalizar las descargas atmosféricas a la red de puesta a tierra.

Este predio tiene cuatro silos con una capacidad de 80 toneladas cada uno, para el almacenamiento de harina, tienen una cimentación de pilotes enterrados a 25 m de profundidad, estos contenedores están conectados al sistema de tierras y pararrayos.

Fotografías del predio No. 118

Fachada de la planta.

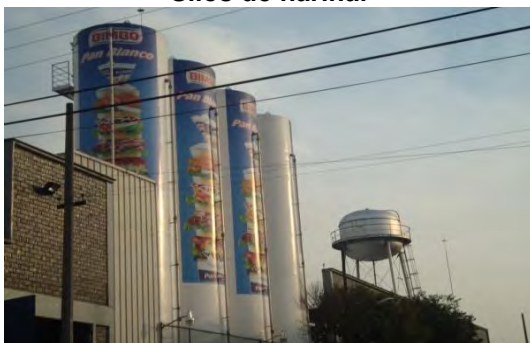


Area productiva.



Fotografías del predio No. 118

Silos de harina.



Almacén producto terminado.



Area de almacén materia prima.



Plano del centro laboral.



4.1.5 Combustibles.

El centro laboral utiliza el gas natural dentro de su proceso de producción, este combustible es surtido mediante una red de aprovechamiento a una presión regulada de 3.0 kg/cm^2 , teniendo como base una estación de alta presión instalada en el predio No.117, de aquí se distribuye a las áreas en donde finalmente se consume. La tubería de esta instalación está identificada en color amarillo, señalizando la dirección del flujo y el fluido transportado. El acceso a la caseta está restringido.

Otro combustible utilizado por la empresa es el diesel, el cual se ocupa para las plantas de emergencia que se localizan en los cuartos de máquinas. Se tienen dos tanques enterrados de 1000 L de capacidad cada uno, se tiene un tanque en cada predio.

También se utiliza gas L.P., como combustible para los montacargas utilizados en la planta, cada montacargas tiene instalado un tanque portátil de 20 kg, los cuales son abastecidos fuera de las instalaciones.

Fotografías de los combustibles utilizados en la planta

Estación de gas natural.



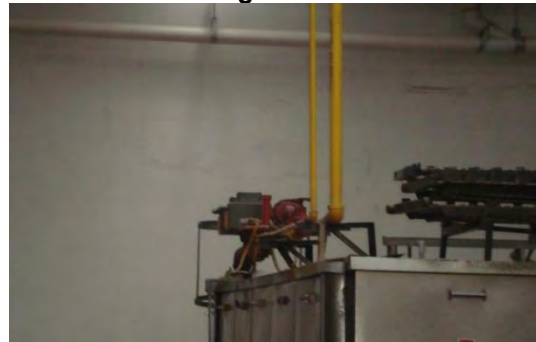
Tanque cisterna de diesel



Montacargas a gas L.P.



Instalaciones de gas natural en hornos.



Instalaciones de gas natural en hornos.



Instalación de gas natural en comales.



4.1.6 Maquinaria y equipo utilizado en la planta.

La principal maquinaria y equipo que se ocupa para el proceso productivo es la siguiente:

- Mezcladoras.
- Dosificadores.
- Cámaras de vapor.
- Hornos.
- Torres de enfriamiento.
- Basculas.



- Empacadoras.
- Bandas transportadoras.

Toda la maquinaria instalada en la planta está sujeta a un programa de mantenimiento preventivo y correctivo, con el fin de garantizar su correcto funcionamiento durante el proceso productivo.

4.1.7 Descripción del proceso.

El proceso de producción de la planta es el siguiente:

Se recibe la materia prima por medio de pipas o transportistas, la cual es almacenada en el área de materia prima; cada departamento de producción se auto suministra dentro de las instalaciones (a excepción de las materias a granel como harina, huevo líquido, aceite de algodón, aceite de soya, manteca líquida y jarabe de alta fructosa).

Las materias primas que son almacenadas a granel, son transportadas por medio de tubería de acero inoxidable por todos los departamentos de producción o a las áreas de premezclado de cada área de proceso.

Dentro de las instalaciones se localizan las siguientes áreas de proceso:

Predio No. 117:

- Área de biscochos (Planta 1).
- Área de Pan de caja (Planta 2 y Planta 3).

Predio No. 118:

- Área de tortillería (Planta 5).
- Área de pan dulce (Planta 6).

De las áreas de premezclado, se envían contenedores a las áreas de mezclado de cada departamento, posteriormente dependiendo de la línea de proceso, la masa o mezcla es transportada a maquinas boleadoras o dosificadoras, en donde las piezas de pan o masa para tortillas es colocada en moldes o en bandas en donde se forma el producto a realizar. Por ejemplo, en el caso de la fabricación de panes, la masa es colocada automáticamente en moldes tipo caja. En el área de tortillería, la masa es colocada sobre bandas transportadoras en donde se aplanan automáticamente con rodillos, en área de roles y conchas al masa es colocada en moldes.

Una vez dosificada la masa o elaboradas las tortillas nuevamente dependiendo del proceso pueden enviarse los moldes con masa a cámaras de vapor, para posteriormente se reenviadas a los hornos (en el caso del pan). Una vez cocido u horneados el producto, este debe pasar por torres de enfriamiento para posteriormente ser envueltos o empacados y así ser transportados al área de

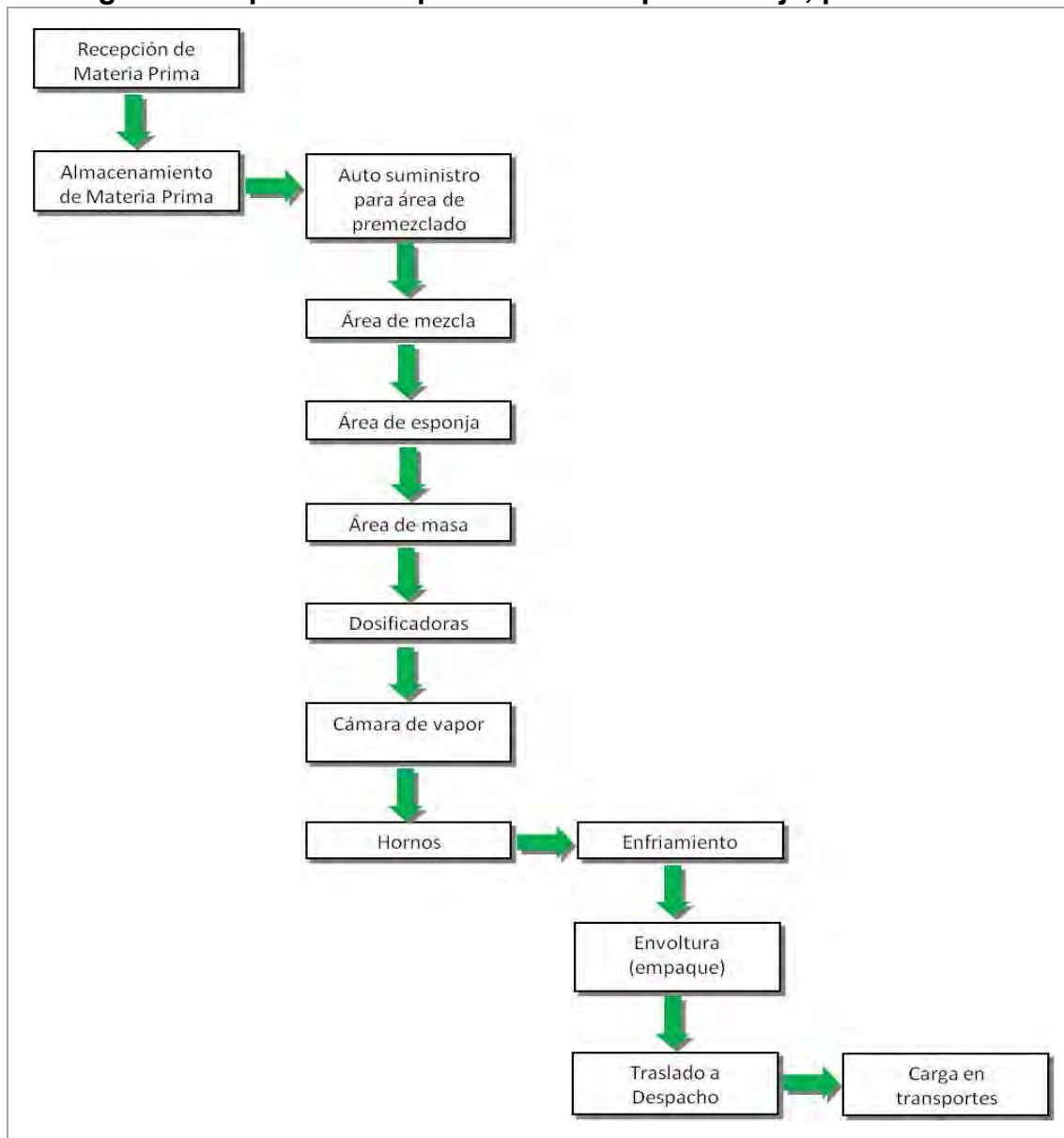


traslado en donde se ordenara y enviara a las áreas de venta o centros de distribución el producto final.

Los productos elaborados dentro del predio son:

1. Pan de caja.
2. Biscochos.
3. Pan de dulce.
4. Tortilla de harina.
5. Tortilla integral.

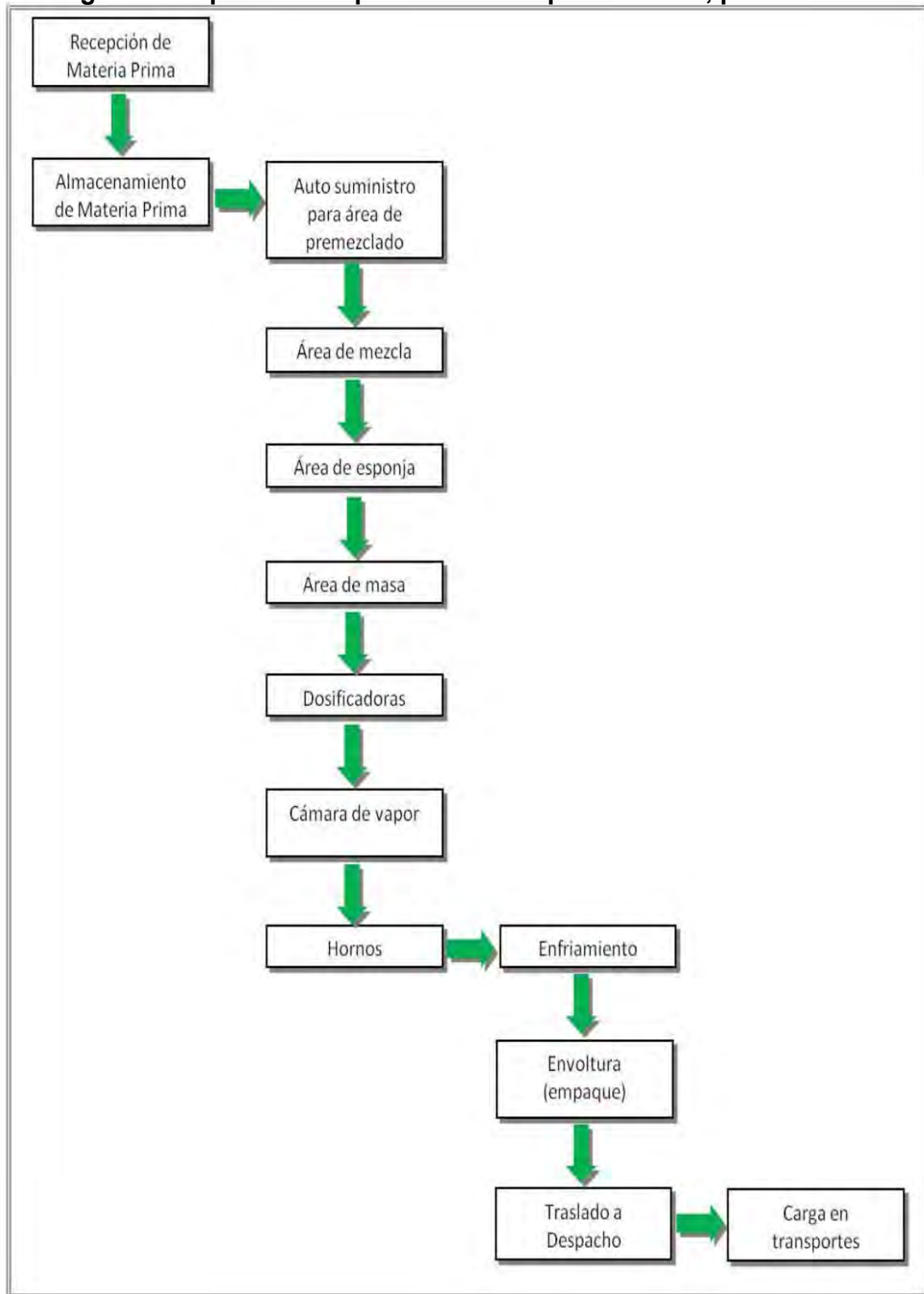
Diagrama del proceso de producción del pan de caja, predio No. 117



Fuente: Información proporcionada por la empresa.



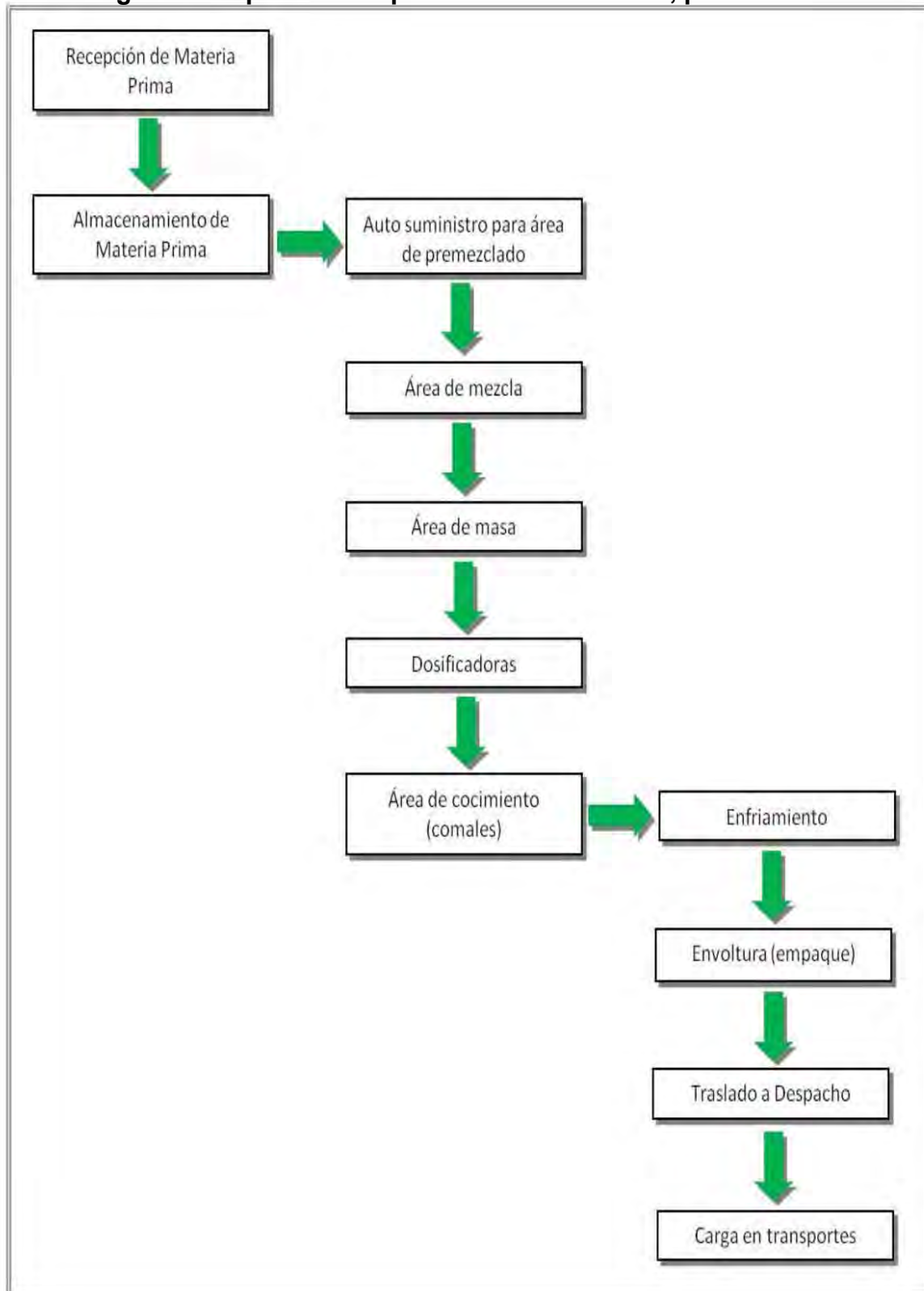
Diagrama del proceso de producción del pan de dulce, predio No. 118



Fuente: Información proporcionada por la empresa.



Diagrama del proceso de producción de tortillas, predio No. 118



Fuente: Información proporcionada por la empresa.



4.1.8 Material explosivo²³.

La empresa almacena harina y azúcar en grandes cantidades, material que debido a sus características es considerado como explosivo.

Debido a esto, a continuación se da una breve explicación de las características, peligros y riesgos que puede ocasionar el almacenamiento de este material.

Riesgo de los polvos

El peligro de una clase determinada de polvo está relacionado con su facilidad de ignición y con la gravedad de la explosión resultante. La oficina de minas de los Estados Unidos ha establecido una tabla basada en ensayos a pequeña escala, que es muy útil para la medición de estos riesgos. La sensibilidad a la ignición es función de la temperatura de ignición y de la energía mínima necesaria, mientras que la gravedad de la explosión viene determinada por la presión máxima de explosión y por la máxima velocidad de incremento de la presión. Para facilitar las comparaciones de los datos de explosividad derivado de los ensayos mencionados, todos los resultados se relacionan con los de un polvo de carbón normal de Pittsburg, tomando como muestra una concentración de 0.5 onzas por pie cúbico (0.5 kg/m³), con la excepción de algunos polvos metálicos.

La sensibilidad a la ignición y la gravedad de la explosión de un polvo se define de este modo:

$$IS = \frac{(Ti * Em * Cm) \text{ polvo de carbón de Pittsburg}}{(Ti * Em * Cm) \text{ muestra de polvo}}$$

$$ES = \frac{(Pmáx * Rmáx) \text{ muestra de polvo}}{(Pmáx * Rmáx) \text{ polvo de carbón de Pittsburg}}$$

Donde:

Ti = temperatura de ignición de la nube de polvo

Em. = energía mínima de ignición de la nube de polvo

Cm = concentración mínima de una nube combustible

Pmáx = presión máxima de explosión

Rmáx = aumento máximo de la presión en el aparato de ensayo.

El índice de explosividad es el producto de la sensibilidad a la ignición por la gravedad de la explosión. Este método permite clasificar los riesgos relativos de polvo como sigue:

²³Manual de protección contra incendios Décimo Séptima Edición, Editorial MAPFRE 1991



Tabla No. 6
Clasificación de los riesgos relativos de polvo.

Tipo de explosión	Sensibilidad a la explosión	Gravedad de la explosión	Índice de explosividad
Débil.	<0.2	<0.5	<0.1
Moderado.	0.2 – 1.0	0.5 – 1.0	0.1 – 1.0
Fuerte.	1.0 – 5.0	1.0 – 2.0	1.0 - 10
Muy fuerte.	>5.0	>2.0	>10

Fuente: Manual de protección contra incendios Décimo Séptima Edición, Editorial MAPFRE 1991

En la siguiente tabla se muestran los índices de explosividad, la sensibilidad a la ignición, la gravedad de la explosión, la presión máxima de la explosión, la máxima velocidad del incremento de la presión (no necesariamente a la concentración de 0.5 onzas por pie cúbico), la temperatura de ignición (para una nube de polvo y para una capa de polvo), la energía mínima necesaria para la ignición de una nube de polvo, la concentración mínima necesaria para que haya explosión y la concentración mínima de oxígeno en una cámara de ignición por chispa.

Características explosivas de diversos polvos

Tipo de polvo	Índice de explosividad	Sensibilidad a la ignición	Gravedad de la explosión	Presión máxima de explosión libras por pulg. ²	velocidad máxima de aumento de la presión en lib. pulg. ² /seg.	Temperatura de ignición ° C	Temperatura de ignición ° C	Energía mínima de ignición de la nube (en julios)	Concentración mínima para la explosión en onzas por pie cúbico (kg/m ³)	Porcentaje límite de oxígeno (1) (ignición por chispa)
Polvos agrícolas										
Agramiza de lino	0,2	0,7	0,3	108	1.500	430	230	0,08	0,08	—
Ajo deshidratado	0,2	0,2	1,2	57	1.300	360	—	0,24	0,10	—
Almidón comestible de trigo	17,7	5,2	3,4	100	6.500	430	—	0,025	0,045	C12
Almidón de maíz por tamiz 325	23,2	4,3	5,4	145	9.500	390	350	0,03	0,04	C11
Almidón de maíz (producto comercial)	9,5	2,8	3,4	106	7.500	400	—	0,04	0,045	—
Almidón de trigo tratado con cloruro de alilo	35,0	10,6	3,3	117	6.500	380	—	0,025	0,025	—
Arroz	0,3	0,5	0,5	47	700	510	450	0,10	0,085	—
Azúcar en polvo	9,6	4,0	2,4	109	5.000	370	400(3)	0,03	0,045	—
Harina de trigo	4,1	1,5	2,7	97	2.800	440	440	0,06	0,05	—
Hierba de cereales	< 0,1	< 0,1	0,1	65	400	620	230	0,80	0,20	—
Hojas de la flor del crisantemo molidas	0,4	0,6	0,6	95	1.500	460	210	0,08	0,10	—
Leche desnatada	1,4	1,6	0,9	95	2.300	490	200	0,05	0,05	N15
Levadura torula	2,2	1,6	1,4	123	3.500	520	260	0,050	0,050	—
Licopodio	16,4	4,2	3,9	75	3.100	480	310	0,04	0,025	C13
Maíz	6,9	2,3	3,0	113	6.000	400	250	0,04	0,055	—
Malta de cebada	5,5	2,6	2,1	95	4.400	400	250	0,035	0,055	—
Musgo irlandés	< 0,1	< 0,1	< 0,1	35	400	480	230	—	—	—
Musgo de turba secado al sol	2,0	2,0	1,0	104	2.200	460	240	0,05	0,045	—
Paja de trigo	5,0	1,6	3,1	117	6.000	470	220	0,050	0,055	—
Pectina (de pulpa de manzana seca y molida)	10,3	2,2	4,7	132	8.000	410	200	0,035	0,075	—
Peladuras de cítricos	0,6	0,7	0,9	51	1.200	500	330	0,10	0,06	—
Pelusa de celulosa finamente picada	8,7	2,3	3,8	112	7.000	460	260	0,035	0,055	C13
Polvo de cereal, de trigo de invierno, maíz y avena	9,2	2,8	3,3	131	7.000	430	230	0,03	0,055	—
Polvo de corcho	— 10	3,6	3,3	96	7.500	460	210	0,035	0,035	—
Proteína de soja	4,0	1,2	3,3	98	6.500	540	—	0,06	0,05	C15
Raíz de barbasco, de Susamérica	6,5	2,7	2,4	69	2.100	470	230	0,04	0,04	—
Raíz de Rauwolfia vomitoria	9,2	2,2	4,2	106	7.500	420	230	0,045	0,055	—
Sacarosa	9,6	4,0	2,4	109	5.000	370	400(3)	0,03	0,045	—
Sacarosa químicamente pura	3,3	1,1	3,0	76	2.500	420	470(3)	0,10	0,045	—
Salvado de arroz	1,4	1,1	1,3	61	1.300	490	—	0,08	0,045	—
Semilla de albaricoque	1,9	1,6	1,2	109	4.000	440	230	0,08	0,035	—
Semilla de guano	2,4	1,7	1,4	70	1.200	500	—	0,06	0,04	—
Semilla de hierba azul	< 0,1	0,1	0,1	51	400	490	180	0,26	0,29	—
Sémola de mazorca de maíz	5,5	2,5	2,2	127	3.700	450	240	0,045	0,045	—
Semillas de cereza	4,4	2,0	2,2	113	4.400	430	220	0,08	0,03	—
Tallo de tabaco	< 0,1	< 0,1	< 0,1	53	400	420	230	(2)	—	—
Té instantáneo seco	< 0,1	< 0,1	= 0,1	48	400	580	340	(2)	—	—
Trigo sin tratar	2,6	1,0	2,6	72	2.200	500	220	0,06	0,065	—



Dimensión de las partículas

Cuanto menor es la dimensión de las partículas de polvo, mas fácil resulta que una nube entre en ignición, puesto que mayor es la superficie expuesta por unidad de peso de la materia (superficie específica). Las dimensiones de las partículas influyen también sobre la velocidad del incremento de la presión: para una concentración dada de polvo en peso, un polvo formado por partículas gruesas muestra una velocidad de aumento de presión más baja que un polvo fino. La concentración mínima necesaria para que haya explosión, la temperatura de ignición y la energía necesaria para la ignición, por su parte disminuye al disminuir la dimensión de las partículas de polvo.

La disminución del tamaño de las partículas hace aumentar también la capacidad eléctrica de las nubes de polvo, es decir, el tamaño de las cargas eléctricas que se pueden acumular en las partículas de la nube. Como la capacidad eléctrica de los sólidos es función de la superficie, la posibilidad de que se produzcan cargas electrostáticas de suficiente intensidad para poner en ignición la nube de polvo aumenta al disminuir la dimensión media de las partículas. Sin embargo, para que se produzcan descargas electrostáticas se requieren, entre otras cosas, considerables cantidades de polvo en grandes volúmenes, con fuerzas dieléctricas relativamente altas y, consecuentemente, largos periodos de relajación. Debido a las altas energías de ignición necesarias para incendiar las nubes de polvo, en comparación con las que requieren los gases, la causa de una explosión de polvo debe atribuirse, en principio a la electricidad estática, a no ser que existan pruebas definitivas que demuestren que ésta no fue la causa probable.

Concentración

Como sucede en los gases y vapores inflamables, existe un margen específico de concentraciones de polvos dentro del cual se puede producir la explosión

Las cifras de concentración suelen expresarse en peso por unidad de volumen, aunque al no conocerse las dimensiones de las partículas de una muestra de esta expresión es poco significativa. Los resultados que se recogen en la tabla anterior han sido establecidos por la Oficina de Minas de los Estados Unidos y se obtuvieron con polvos que pasaban en un tamiz de malla 200 (74 micras o menos)

El Límite Superior de Explosividad (LSE) de las nubes de polvo no se ha determinado debido principalmente a dificultades experimentales. También se plantea aquí la cuestión de si realmente existe un Límite Superior de Explosividad claramente definido; por otra parte, desde un punto de vista práctico, este dato es de utilidad dudosa.

Se observa que las explosiones más violentas se producen con una concentración ligeramente superior a la necesaria para que tenga lugar la reacción con todo el oxígeno que haya en la atmósfera. A concentraciones de polvo



menores se genera menos calor y se generan menores presiones punta. Con concentraciones de polvo mayores de las que causan las explosiones más violentas, la absorción de calor por el polvo no quemado parece ser la razón de que se produzcan presiones explosivas menores que la máxima.

Humedad

La humedad contenida en las partículas de polvo hace aumentar la temperatura de ignición de éstas debido al calor absorbido durante el calentamiento y a la vaporización de la humedad. La humedad del aire que rodea las partículas de polvo no tiene un efecto significativo en el desarrollo de la deflagración, una vez que se ha producido la ignición. Sin embargo, existe una relación directa entre el contenido de humedad y la energía mínima necesaria para la ignición, la concentración de explosión mínima, la presión máxima y la velocidad máxima de aumento de presión, por ejemplo, la temperatura de ignición del almidón de maíz puede aumentar hasta 50°C con un aumento del contenido de humedad del 1.6 al 12.5 por ciento. Desde el punto de vista práctico, sin embargo, la humedad no puede considerarse como un medio preventivo efectivo contra las explosiones, por que la mayor parte de las fuentes de ignición proporcionan calor más que suficiente para calentar y evaporar la humedad que pueda haber presente y poner el polvo en estado de ignición. Para que la humedad impidiera la ignición del polvo a partir de fuentes comunes de ignición, éste tendría que estar tan empapado que no podría formarse una nube.

Materiales inertes

La presencia de un sólido inerte en estado pulverulento reduce la combustibilidad de los polvos explosivos por que absorbe calor, pero la cantidad que sería necesaria para impedir la explosión se considera generalmente mayor que las concentraciones que puedan encontrarse normalmente o puedan tolerarse como materia extraña. La adición de cuerpos inertes reduce la velocidad del aumento de la presión y aumenta la concentración mínima de polvos necesaria para la explosión. Un ejemplo ilustrativo es la pulverización de roca que se emplea en las minas de carbón para impedir la explosión de los polvos combustibles. Por lo general, la pulverización que se hace en las entradas de las minas se realiza con una concentración de polvo de roca no inferior al 65% de la cantidad total de polvo.

El gas inerte resulta efectivo en la prevención de las explosiones de polvo, ya que diluye el oxígeno hasta límites demasiado bajos para mantener la combustión. Al seleccionar el gas inerte más apropiado, ha de cuidarse no elegir uno que reaccione con el polvo. Por ejemplo ciertos polvos metálicos reaccionan con el dióxido de carbono o el nitrógeno. En dichos casos resultan diluyentes adecuados el helio y el argón.

Concentración de oxígeno, turbulencia y efecto de gases inflamables.



Las variaciones de la concentración de oxígeno afectan a la facilidad de ignición de las nubes de polvo y a sus presiones de explosión. Al disminuir la presión parcial del oxígeno, la energía necesaria para que se produzca la ignición aumenta, la temperatura de ignición también aumenta y las presiones máximas de explosión disminuyen. El tipo de gas inerte empleado como diluyente para reducir la concentración de oxígeno tiene también un efecto aparentemente relacionado con la capacidad de calor molar

La combustión del polvo se produce en las superficies de las partículas. La velocidad de reacción, por tanto, depende de la íntima mezcla de polvo con el oxígeno. Por esta razón, la mezcla del polvo y aire en estado turbulento produce explosiones más violentas de las que se producen en mezclas relativamente inactivas. Los datos de la tabla de las características explosivas de diversos polvos (pág. 108), se reunieron incendiando nubes de polvo en condiciones de turbulencia violenta; por tanto, no pueden compararse con los datos de explosiones de vapores inflamables obtenidos en condiciones de atmósferas comparativamente tranquila.

La adición de una pequeña cantidad de gas inflamable a la nube de polvo y a la ignición del aerosol resultante refuerza la violencia de la explosión, sobre todo en bajas concentraciones de polvo. Las velocidades de aumento de presión resultante son mucho más altas que las previsibles en condiciones normales. Sin contar el polvo, la fracción restante de la total del combustible suspendida en el aire, representada por el vapor inflamable, estaría por sí sola por debajo de su límite inferior de inflamabilidad (LII). En algunas operaciones que implican la evaporación de un vapor inflamable extraído de un polvo combustible se han producido explosiones mucho más violentas que lo que cabía prever considerando exclusivamente la fracción de la mezcla presentada por el vapor inflamable. Es más, se han producido explosiones en mezclas de vapor inflamable-polvo combustible-aire en las que la porción de la mezcla de aire vapor estaba por debajo del LII. Ante estas situaciones es necesario tener previstas medidas de protección especiales, tales con la dilución con gas inerte, utilización de supresores de explosión, instalación de elementos de ventilación de grandes dimensiones y la adopción de métodos cuidadosamente estudiados para la eliminación de la electricidad estática.

Fuentes de ignición de las nubes de polvo.

Las nubes de polvo pueden incendiarse por la acción de llamas abiertas, luces, colillas de cigarro, arcos eléctricos, filamentos incandescentes de bombillas, chispas de fricción, conducciones de vapor de agua de alta presión y otras superficies calientes, chispas eléctricas, calentamiento espontáneo, soplete de soldadura y corte, y chispas procedentes de estas operaciones, así como otras fuentes de calor. La mayor parte de las temperaturas necesarias para la ignición de las nubes de polvo, se sitúa entre los 572 y los 1112 °F (300 y 600 °C) y la gran mayoría de las chispas cuyas energías de ignición se conocen ésta entre los 10 y



40 mili joules. Compárense estos datos con las energías de ignición necesarias para incendiar vapores inflamables, que para la mayor parte de ellos varía entre los 0.2 y los 10 milijoules: por regla general, los polvos combustibles necesitan de 20 a 50 veces más energía de ignición que los vapores inflamables.

Como la temperatura y la energía de ignición necesarias para hacer explotar los polvos son mucho más bajas que las producidas por la mayor parte de las fuentes de ignición comunes, no es sorprendente que se hayan producido explosiones de polvos, causadas por toda clase de fuentes de ignición. Por este motivo, la eliminación de todas las posibles fuentes de ignición en un principio básico de la prevención de las explosiones de polvos. Estas fuentes están identificadas y se han descrito recomendaciones para su eliminación de acuerdo con la NFPA (*National Fire Protection Association*).

4.1.9 Medidas de prevención y protección contra incendios en el centro laboral.

La empresa conoce y asume los riesgos que implica la realización de sus actividades, por tal motivo aplica medidas de prevención y protección con la finalidad de garantizar que se trabaje de forma segura y la integridad de las instalaciones y del personal que aquí labora.

A continuación se enlistan las medidas adoptadas por la empresa contra incendios, en cada uno de los predios.

Mapa general del centro de trabajo

La planta tiene instalado en cada uno de los predios, un mapa general del centro de trabajo, para identificar las principales áreas de trabajo donde se incluyen:

- Rutas de evacuación,
- Salidas de emergencia,
- Puntos de reunión,
- Ubicación del equipo de primeros auxilios,
- Ubicación de extintores.
- Ubicación de hidrantes.
- Ubicación de alarmas contra incendio
- Ubicación de equipo de bomberos.

Estos mapas están ubicados en puntos estratégicos de cada inmueble, a la vista de los trabajadores, contratistas y visitantes.



Fotografías de la planta
Plano general del centro de trabajo predio No. 117



Plano general del centro de trabajo predio No. 118



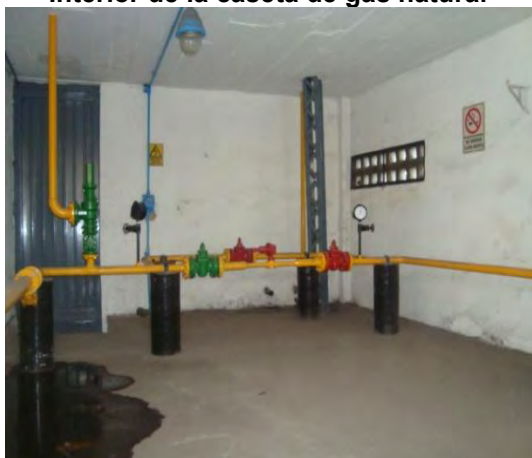
Acciones de seguridad

Dentro de las instalaciones se llevan a cabo acciones siguientes para la prevención y protección contra incendios:

- Supervisión de entrada y salida de contratistas, proveedores y visitantes a los inmuebles. El personal de vigilancia solicita identificación al personal externo mediante una credencial oficial, además de solicitar su registro donde se debe indicar hora, fecha motivo y persona a quien visita.
- Por medio del programa de mantenimiento correctivo y preventivo, se prevé que las instalaciones eléctricas puedan originar un peligro para los trabajadores e instalaciones de las planta. Además se tiene un dictamen de verificación de las instalaciones eléctricas emitido por una Unidad de Verificación.
- Se tiene un sistema de puesta a tierra que evita la acumulación o generación de electricidad estática en la maquinaria. También se tiene un sistema de pararrayos que protege a las instalaciones ante las descargas eléctricas atmosféricas.
- Se tiene señalizada y pintada la instalación de gas natural de acuerdo a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008, relativa a los colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de fluidos conducidos por tuberías, además se señala la prohibición de fumar, generación de chispas o llama abierta en las instalaciones de la caseta donde se recibe este combustible. También se tiene un dictamen de verificación de las instalaciones de gas natural emitido por una unidad de verificación, donde se presenta el plano isométrico de las instalaciones de aprovechamiento de este hidrocarburo.

Instalaciones de gas natural predio No. 117

Interior de la caseta de gas natural



Arreglo de tuberías en hornos de producción





Instalaciones de gas natural predio No. 117

Exterior de la caseta de gas natural



Distribución de gas natural hacia la planta



Instalaciones de gas natural predio No. 118.

Válvula principal de la planta



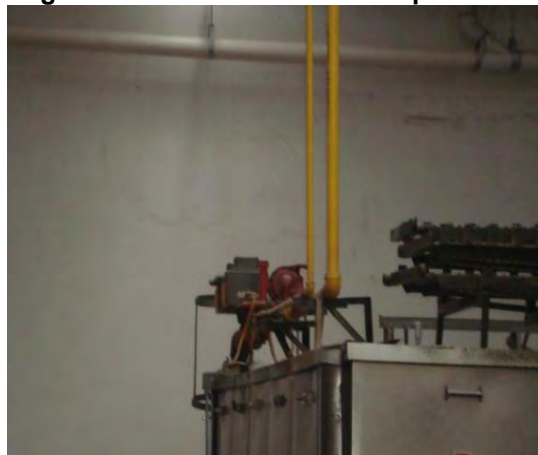
Señalización de la tubería



Arreglo de tubería en líneas de producción



Arreglo de tuberías en hornos de producción





- Se tiene un listado de los teléfonos de emergencia de las dependencias externas como:
 - Cruz roja.
 - Bomberos.
 - Seguridad Pública.
 - Protección Civil.

En caso de requerir ayuda externa ante un siniestro.

Programa específico de seguridad.

La empresa cuenta con el programa de seguridad donde se establecen los procedimientos que especifican las actividades a efectuar en caso de emergencia.

También se tiene un Programa Interno de Protección Civil, en el que se establecen las acciones de emergencia: antes, durante y después de un siniestro; al igual que las actividades de cada una de las brigadas de emergencia ante tal evento.

Brigadas de emergencia

En caso de presentarse un siniestro, la empresa cuenta con brigadas de emergencia, las cuales son:

- Primeros auxilios (50 personas).
- Combate contra incendios (100 personas).
- Búsqueda y rescate (50 personas).
- Evacuación (50 personas).
- Comunicación (10 personas).

Además la planta cuenta con un consultorio médico que ofrece los servicios de atención los dos primeros turnos laborales y para el caso del tercer turno se da aviso inmediato al supervisor en turno y posteriormente al médico de la planta, en caso de presentarse algún siniestro. También se tienen 9 botiquines de primeros auxilios en diferentes áreas de cada uno de los predios.

Programa de Simulacros

Se tiene establecido un programa de simulacros, con el fin de promover y generar una cultura a los trabajadores de forma constante en casos de emergencia para que puedan responder o reaccionar ante una emergencia o siniestro; este programa se realiza cada año. Los simulacros que se realizan son de:

- Incendio.
- Sismo.
- Evacuación, búsqueda y rescate.



Cada uno de estos simulacros, se realizan dos veces al año.

Programa de Capacitación

La empresa tiene establecidos programas de capacitación con el objetivo de mantener a los trabajadores y brigadas de emergencia capacitadas para actuar adecuadamente en la prevención y combate de incendios u otro siniestro que se pudiera presentar en sus instalaciones.

Las principales capacitaciones que se ofrecen a los trabajadores son:

- Combate contra incendio.
- Primeros auxilios.
- Rescate de espacios confinados.
- Protección Civil.

Las capacitaciones se realizan dos veces al año para cada uno de estos temas, con la finalidad de que los integrantes de las brigadas estén adiestrados y capacitados para la actuación adecuada ante un siniestro.

Equipos y sistemas contra incendio

El centro laboral tiene diversos equipos y sistemas de combate contra incendio, instalados en cada uno de los predios. Estos equipos se mencionan a continuación:

1. Predio No. 117.

a) Equipo fijo contra incendio:

- Red de 15 hidrantes y toma siamesa en el exterior de la planta, para el uso de bomberos; el sistema de bombeo se encuentra conformado por dos bombas eléctricas de 6 kg/cm², para mantener la presión; el sistema es abastecido por tres cisternas una de 12,600 L, otra de 31,890 L y la tercera de 27,830 L de capacidad.
- 23 detectores de humo ópticos, en el área de oficinas, almacén de refacciones, producción planta 1.

b) Equipo portátil:

- En este predio se tienen instalados 98 extintores en las diferentes áreas del centro laboral.
- Se tiene un gabinete que contiene equipo de protección personal de bomberos: 4 cascos con careta, 4 chaquetas de bombero, 4 pares de botas pantaloneras con casquillo de acero, 4 pares de guantes de 33 cm; además de 3 palas de acero y 3 hachas de acero.

Se tienen programas de mantenimiento preventivo para el equipo descrito.

c) Sistema de alarmas y señalización.

En el predio se tienen instaladas 4 alarmas audibles, instaladas en las áreas con mayor cantidad de trabajadores, dentro de las instalaciones.

Equipo de combate contra incendio predio No. 117	
Sistema fijo y portátil contra incendios.	Equipo de protección personal de bomberos
	
Sistema de alarma contra incendio.	Sistema de detección de humo.
	

En el Anexo C se presenta un croquis con la ubicación con los equipos antes mencionados

2. Predio No. 118.

a) Equipo fijo contra incendio:

- Se tiene una red de 5 hidrantes y toma siamesa en el exterior de la planta, para el uso de bomberos; el sistema de bombeo se encuentra conformado por una bomba eléctrica de 6 kg/cm² de presión; el sistema es abastecido por una cisterna 40,000 L, y un tanque elevado de la misma capacidad.

- 5 detectores de humo opticos en el área de oficinas, almacén de refacciones y producción.

b) Equipo portátil:

- El centro laboral tiene instalados 48 extintores en las diferentes áreas del centro laboral.
- También se tienen dos gabinetes, uno contiene equipo de protección personal de bomberos: 3 cascos con careta, 3 chaquetas de bombero, 3 pares de botas pantaloneras con casquillo de acero, 3 pares de guantes de 33 cm; además de 3 palas de acero y 3 hachas de acero. El segundo está equipado con 2 cascos con careta, 2 pares de bota y un pico de acero con mango de madera.

Para estos equipos la empresa cuenta con programas de mantenimiento preventivo.

c) Sistema de Alarmas y señalización.

En este predio se tienen instalados 2 alarmas audibles instaladas en las áreas con mayor afluencia de personas.

En el Anexo C se presenta un croquis con la ubicación con los equipos antes mencionados.

Equipo de combate contra incendio predio No. 118.

Gabinete de equipo de bombero y camilla.



Sistema de red contra incendio.

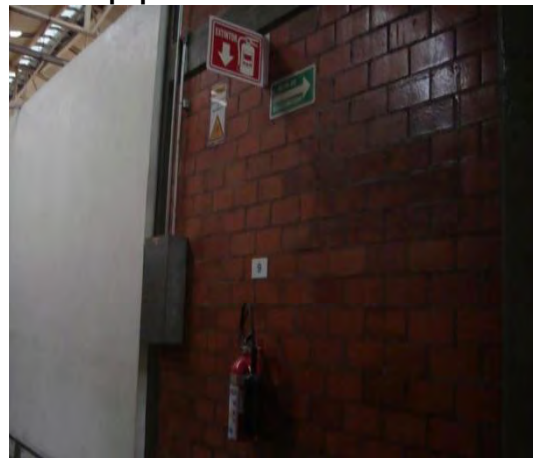


Equipo de combate contra incendio predio No. 118.

Equipo fijo y móvil contra incendio.



Equipo móvil contra incendio.



4.2 Evaluación del riesgo de incendio.

Para clasificar el riesgo de incendio de la empresa, se utilizaron los métodos de la NOM-002-STPS-2010, para determinar el grado de riesgo de incendio y el método MESERI para determinar si las medidas de seguridad instaladas e implementadas son las adecuadas.

4.2.1 Método NOM-002-STPS-2010.

Para la determinación del riesgo de incendio con este método se consideró todo el inmueble como única área y analizándolos por cada predio, los análisis de cada uno de ellos se presentan a continuación.

Clasificación del riesgo de Incendio del predio No. 117.

Información del inmueble:

- a) **Áreas de Riesgo:** El inmueble se determinó considerarlo como una sola área de riesgo, aún cuando está integrado por diversas áreas, algunas de estas están delimitadas mediante lozas y muros de concreto, mismas que no funcionan como barreras contra el fuego.
- b) **Superficie construida:** 11,554 m².
- c) **Inventario de gases inflamables:** En el inmueble se utiliza gas natural, el cual no es almacenado ya que se recibe directamente por medio de una estación de alta presión. El consumo diario de este gas es de 374.58 m³/h.



- d) Inventario de líquidos inflamables:** Se tienen almacenados solventes para el mantenimiento de la maquinaria y equipo. Además se tiene inventariado 2,108.6 L de alcohol etílico que es usado en la producción de pan.
- e) Inventarió de líquidos combustibles:** la planta utiliza diesel como combustible para las subestaciones eléctricas, el volumen consumido promedio anual es de 1,000 L. Además se tienen almacenados 156.365 L en líquidos para limpieza y 172 L en lubricantes para el mantenimiento de la maquinaria y equipo.
- f) Inventario de sólidos combustibles:** de acuerdo a lo establecido en el apartado A.1.3 inciso c) del apéndice A de la norma en que se basa este estudio, se determinó que en el área de oficinas se tiene un inventario de 4,680 kg; además de tener almacenados materiales combustibles como grasas, lubricantes, materia prima en estado sólido que superan los 10,000 kg.
- e) Materiales pirofóricos y explosivos:** En la empresa se almacena materiales explosivos en silos y costales, la cantidad total que se tiene inventariada es de 3, 614,021.34 kg.

Con base en la Tabla A.1 de la Norma Oficial Mexicana de referencia, a continuación se aplican los criterios establecidos para determinar la clasificación de riesgo de incendio en el centro laboral, de acuerdo a las cantidades inventariadas en un mes, los resultados se presentan en la tabla No. 7

**Tabla No. 7
Determinación del riesgo de incendio predio 117.**

Concepto	Grado de riesgo	
	Ordinario	Alto
Superficie construida en metros cuadrados.	Menor de 3 000	Igual o Mayor de 3 000
Inventario de gases inflamables, en litros	Menor de 3 000	Igual o Mayor de 3 000
Inventario de líquidos inflamables, en litros	Menor de 1 400	Igual o Mayor de 1 400
Inventario de líquidos combustibles, en litros	Menor de 2 000	Igual o Mayor de 2 000
Inventario de sólidos combustibles, incluido el mobiliario del centro de trabajo, en kilogramos	Menor de 15 000	Igual o Mayor de 15 000
Materiales pirofóricos y explosivos, en kilogramos	No aplica	Cualquier cantidad

Fuente: NOM-002-STPS-2010, con información proporcionada por la empresa.

Como se puede observar en la tabla anterior el predio No. 117 de la empresa en cuestión, se **clasifica con riesgo de incendio alto** en la mayoría de los conceptos establecidos.



Para determinar el riesgo de incendio de estas sustancias y materiales, se procedió de acuerdo al inciso e) del numeral A.1.3 del Apéndice A de la norma en que se basa este método, que se presenta a continuación:

“e) Cuando se disponga en el centro de trabajo, o en las áreas que lo integran, de dos o más materiales, sustancias o productos que correspondan a gases inflamables, líquidos inflamables, líquidos combustibles y/o sólidos combustibles, de igual o distinto riesgo de incendio, éste se determinará con base en la fórmula siguiente:

$$\left(\frac{\text{Inventario 1}}{\text{Cantidad 1}}\right) + \left(\frac{\text{Inventario 2}}{\text{Cantidad 2}}\right) + \left(\frac{\text{Inventario 3}}{\text{Cantidad 3}}\right) + \left(\frac{\text{Inventario 4}}{\text{Cantidad 4}}\right) < 1$$

Es decir:

$$\left(\frac{\text{Inventario 1}}{\text{Cantidad 1}}\right) + \left(\frac{\text{Inventario 2}}{\text{Cantidad 2}}\right) + \left(\frac{\text{Inventario 3}}{\text{Cantidad 3}}\right) + \left(\frac{\text{Inventario 4}}{\text{Cantidad 4}}\right) \geq 1$$

Donde:

Inventario 1, inventario 2, inventario 3 e inventario 4, es el inventario máximo que se haya registrado en el transcurso de un año de los materiales, sustancias o productos que se almacenen, procesen y manejen en el centro de trabajo, o en las áreas que lo integran, para cada uno de los conceptos que resulten aplicables de la Tabla A.1 del presente Apéndice.

Cantidad 1, cantidad 2, cantidad 3 y cantidad 4, es la establecida para cada uno de los conceptos que resulten aplicables al centro de trabajo, o en las áreas que lo integran, de la Tabla A.1 del presente Apéndice.”

De acuerdo a lo anterior en la siguiente tabla se presentan los inventarios correspondientes a un mes, de los conceptos establecidos en la Tabla A1 y los cálculos correspondientes.

Tabla No. 8
Determinación del riesgo de incendio por inventario mensual.

Concepto	Inventario		Cálculo	Resultado
	Cantidad/material	Total		
Gases inflamables	26.9 X10 ⁷ L. gas natural	26.9 x10 ⁷ L.	$\frac{26.9 \times 10^7 \text{ L}}{3,000.00 \text{ L}}$	8.66x10 ⁴
Líquidos inflamables	2,108.6 L alcohol	2,108.6	$\frac{2,108.6 \text{ L}}{1,400.00 \text{ L}}$	1.5061
Líquidos combustibles	1,161.98 L diesel 172.0 L lubricantes 156.65 L sanidad	1,161.98 L.	$\frac{1,161.98 \text{ L.}}{2,000.00 \text{ L.}}$	0.5809
Sólidos combustibles	11667.604 kg materia prima 72.00 kg lubricantes	16,419.604 kg	$\frac{16,419.604 \text{ kg}}{15,000 \text{ kg}}$	1.0946
Suma				86603.181

Fuente: Información proporcionada por la empresa.



El criterio de clasificación de riesgo de incendio que establece la Norma en la que se basa este estudio se presenta a continuación:

“Si el resultado de la sumatoria es menor a UNO, al centro de trabajo, o al área que lo integran, le corresponderá, por concepto del inventario de gases inflamables, líquidos inflamables, líquidos combustibles y/o sólidos combustibles, el riesgo de incendio ordinario

Si el resultado de la sumatoria es igual o mayor a UNO, al centro de trabajo, o al área que lo integra, le corresponderá por concepto de inventario de gases inflamables, líquidos inflamables, líquidos combustibles y/o sólidos combustibles, el riesgo de incendio alto.

A.1.4 Se clasificarán con riesgo de incendio:

- a) **Ordinario:** Los centros de trabajo con superficie construida menor de tres mil metros y que obtengan un resultado menor a UNO, con motivo de la aplicación de la fórmula que se refiere el numeral A1.3, inciso e).
- b) **Alto:** los centros de trabajo con superficie igual o mayor de tres mil metros cuadrados, así como los centros de trabajo con cualquier superficie construida y/o que obtengan un resultado igual o mayor a UNO, con motivo de la aplicación de la fórmula a que se refiere el numeral A.1.3, inciso e).”

Con base a los cálculos obtenidos y a la determinación de riesgo de incendio se establece que el predio No. 117 de la empresa analizada, se clasifica con **riesgo de incendio alto**.

Clasificación del riesgo de Incendio del predio No. 118.

Información del inmueble:

- a) **Áreas de riesgo:** El inmueble se determinó considerarlo como una sola área de riesgo, aún cuando está integrado por diversas áreas, algunas de estas están delimitadas mediante lozas y muros de concreto, mismas que no funcionan como barreras contra el fuego.
- b) **Superficie construida:** 5,163 m².
- c) **Inventario de gases inflamables:** En el inmueble se utiliza gas natural, el cual no es almacenado ya que se recibe directamente por medio de una estación de alta presión localizada en el predio No. 117. El consumo diario de este gas es de 374.58 m³/h.
- d) **Inventario de líquidos inflamables:** Se tienen almacenados solventes para el mantenimiento de la maquinaria y equipo. Además se tiene inventariado 2,000.0 L de alcohol etílico que es usado en la producción de pan.



e) Inventarió de líquidos combustibles: la planta utiliza diesel como combustible para las subestaciones eléctricas, el volumen consumido promedio anual es de 1,000 L.

f) Inventario de sólidos combustibles: de acuerdo a lo establecido en el apartado A.1.3 inciso c) del apéndice A de la norma en que se basa este estudio, se determinó que en el área de oficinas se tiene un inventario de 4,000 kg; además de tener almacenados materiales combustibles como grasas, lubricantes, materia prima en estado sólido que superan los 10,000 kg.

e) Materiales pirofóricos y explosivos: En la empresa se almacena materiales explosivos en silos y costales, la cantidad total que se tiene inventariada es de 2, 546,000 kg.

Con base en la Tabla A.1 de la Norma Oficial Mexicana de referencia, a continuación se aplican los criterios establecidos para determinar la clasificación de riesgo de incendio en el centro laboral, de acuerdo a las cantidades inventariadas en un mes, los resultados se presentan en la tabla No. 9.

Tabla No. 9
Determinación del riesgo de incendio.

Concepto	Grado de riesgo	
	Ordinario	Alto
Superficie construida en metros cuadrados.	Menor de 3 000	Igual o Mayor de 3000
Inventario de gases inflamables, en litros	Menor de 3 000	Igual o Mayor de 3000
Inventario de líquidos inflamables, en litros	Menor de 1 400	Igual o Mayor de 1400
Inventario de líquidos combustibles, en litros	Menor de 2 000	Igual o Mayor de 2 000
Inventario de sólidos combustibles, incluido el mobiliario del centro de trabajo, en kilogramos	Menor de 15 000	Igual o Mayor de 15000
Materiales pirofóricos y explosivos, en kilogramos	No aplica	Cualquier cantidad

Fuente: NOM-002-STPS-2010, con información proporcionada por la empresa.

Como se puede observar en la tabla anterior el predio No. 118, se **clasifica con riesgo de incendio alto** en la mayoría de los conceptos establecidos

Para determinar el riesgo de incendio de estas sustancias y materiales, se procedió de acuerdo al inciso e) del numeral A.1.3 del Apéndice A de la norma de referencia que se presenta a continuación:

“e) Cuando se disponga en el centro de trabajo, o en las áreas que lo integran, de dos o más materiales, sustancias o productos que correspondan a gases inflamables, líquidos inflamables, líquidos combustibles y/o sólidos



combustibles, de igual o distinto riesgo de incendio, éste se determinará con base en la formula siguiente:

$$\left(\frac{\text{Inventario 1}}{\text{Cantidad 1}}\right) + \left(\frac{\text{Inventario 2}}{\text{Cantidad 2}}\right) + \left(\frac{\text{Inventario 3}}{\text{Cantidad 3}}\right) + \left(\frac{\text{Inventario 4}}{\text{Cantidad 4}}\right) < 1$$

Es decir:

$$\left(\frac{\text{Inventario 1}}{\text{Cantidad 1}}\right) + \left(\frac{\text{Inventario 2}}{\text{Cantidad 2}}\right) + \left(\frac{\text{Inventario 3}}{\text{Cantidad 3}}\right) + \left(\frac{\text{Inventario 4}}{\text{Cantidad 4}}\right) \geq 1$$

Donde:

Inventario 1, inventario 2, inventario 3 e inventario 4, es el inventario máximo que se haya registrado en el transcurso de un año de los materiales, sustancias o productos que se almacenen, procesen y manejen en el centro de trabajo, o en las áreas que lo integran, para cada uno de los conceptos que resulten aplicables de la Tabla A.1 del presente Apéndice.

“Cantidad 1, cantidad 2, cantidad 3 y cantidad 4, es la establecida para cada uno de los conceptos que resulten aplicables al centro de trabajo, o en las áreas que lo integran, de la Tabla A.1 del presente Apéndice.”

De acuerdo a lo anterior en la siguiente tabla se presentan los inventarios correspondientes a un mes, de los conceptos establecidos en la Tabla A1 y los cálculos correspondientes.

Tabla No. 10
Determinación del riesgo de incendio por inventario mensual.

Concepto	Inventario		Cálculo	Resultado
	Cantidad/material	Total		
Gases inflamables	26.9 X10 ⁷ L. gas natural	26.9 x10 ⁷ L.	$\frac{26.9 \times 10^7 \text{ L}}{3,000.00 \text{ L}}$	8.66x10 ⁴
Líquidos inflamables	2,000.0 L alcohol	2,000.0	$\frac{2,000.0 \text{ L}}{1,400.00 \text{ L}}$	1.4285
Líquidos combustibles	1,000.0 L diesel	1,000.0 L.	$\frac{1,000.00 \text{ L.}}{2,000.00 \text{ L.}}$	0.5
Sólidos combustibles	11667.604 kg materia prima 72.00 kg lubricantes	16,419.604 kg	$\frac{16,419.604 \text{ kg}}{15,000 \text{ kg}}$	1.0946
Suma				86601.675

Fuente: Información proporcionada por la empresa.

El criterio de clasificación de riesgo de incendio que establece la Norma en la que se basa este estudio se presenta a continuación:

“Si el resultado de la sumatoria es menor a UNO, al centro de trabajo, o al área que lo integran, le corresponderá, por concepto del inventario de gases



inflamables, líquidos inflamables, líquidos combustibles y/o sólidos combustibles, el riesgo de incendio ordinario

Si el resultado de la sumatoria es igual o mayor a UNO, al centro de trabajo, o al área que lo integra, le corresponderá, por concepto de inventario de gases inflamables, líquidos inflamables, líquidos combustibles y/o sólidos combustibles, el riesgo de incendio alto.

A.1.4 Se clasificarán con riesgo de incendio:

- a) **Ordinario:** Los centros de trabajo con superficie construida menor de tres mil metros y que obtengan un resultado menor a UNO, con motivo de la aplicación de la fórmula que se refiere el numeral A1.3, inciso e).
- b) **Alto:** los centros de trabajo con superficie igual o mayor de tres mil metros cuadrados, así como los centros de trabajo con cualquier superficie construida y/o que obtengan un resultado igual o mayor a UNO, con motivo de la aplicación de la fórmula a que se refiere el numeral A.1.3, inciso e).”

En base a los cálculos obtenidos y a la determinación de riesgo de incendio se establece que el predio No. 118, se clasifica con **riesgo de incendio alto.**

4.2.2 Método MESERI.

Para determinar el riesgo de incendio con este método, se evaluó cada uno de los predios por separado.

Se realizó la evaluación de cada uno de los factores generadores y reductores, establecidos por el método, que influyen en el agravamiento o mitigación de un incendio en cada uno de los predios que conforman el centro laboral.

Posteriormente se efectuó la sumatoria de los puntos obtenidos en cada uno de los conceptos evaluados para obtener el subtotal de cada factor y así clasificar el riesgo de incendio de acuerdo a lo establecido en el método con la ecuación 14.

$$R = \frac{5}{129} X + \frac{5}{34} Y \qquad \text{Ec. 14}$$

Los resultados de la evaluación se presentan a continuación para cada uno de los predios.

Clasificación del riesgo de Incendio del predio No. 117.

La evaluación para cada concepto se realizó de acuerdo a la inspección visual realizada en el predio y a la información proporcionada por la empresa, las puntuaciones obtenidas y el subtotal -X- se presentan en la tabla No. 11



Tabla No. 11
Factores generadores predio No. 117.

Empresa: XXXX				
	Concepto	Coefficiente	Puntos	
Construcción	No. de pisos	Altura		
	1 o 2	menor que 6 m.	<u>3</u>	
	3, 4 o 5	entre 6 y 15 m.	<u>2</u>	
	6, 7, 8 o 9	entre 15 y 27 m.	1	
	10 o más	más de 30 m.	0	
	Superficie del mayor sector de incendio:			
	De 0 500 m ²		5	
	De 501 a 1,500 m ²		4	
	De 1,501 a 2,500 m ²		3	
	De 2,501 a 3,500 m ²		2	
De 3,501 a 4,500 m ²		1		
Más de 4,500 m ²		<u>0</u>		
Resistencia al fuego:				
Resistencia al fuego (hormigón)		<u>10</u>	10	
No combustible (metálica sin proteger)		5		
Combustible		0		
Falsos techos:				
Sin falsos techos		5	3	
Con falso techo incombustible		<u>3</u>		
Con falso techo combustible		0		
Factores de situación.	Distancia de los bomberos:			
	Menor de 5 km	5 min.	<u>10</u>	
	Entre 5 y 10 km	5 y 10 min.		
	Entre 10 y 15 km	10 y 15 min.		
	Entre 15 y 20 km	15 y 20 min.		
	Más de 20 km	20 min.		
	Accesibilidad al edificio:			
	Buena		<u>5</u>	5
	Media		3	
	Mala		1	
Muy mala		0		
Procesos	Peligros de activación:			
	Bajo		10	
	Medio		<u>5</u>	
	Alto		0	
	Carga térmica:			
	Bajo		10	0
	Medio		5	
	Alto		<u>0</u>	
	Inflamabilidad:			
Baja		5	0	
Media		3		
Alta		<u>0</u>		

Fuente: Método MESERI, con información proporcionada por la empresa.



Tabla No. 11
Factores generadores predio No. 117 (Cont.).

Empresa: XXXX

Procesos	Concepto	Coefficiente	Puntos
Procesos	Almacenamiento en altura:		
	Menor de 2 m	<u>3</u>	3
	Entre 2 y 4 m	2	
Más de 6 m	0		
Factores de concentración	Factor de concentración de valores:		
	Menor de \$ 9,000/m ²	3	2
	Entre 9,000 y \$ 22,500/m ²	<u>2</u>	
Superior a \$22, 500/m ²	0		
Propagabilidad	Vertical:		
	Baja	<u>5</u>	5
	Media	3	
	Alta	0	
Horizontal:			
Baja	5	3	
Media	<u>3</u>		
Alta	0		
Destructibilidad	Por calor:		
	Baja	10	0
	Media	5	
	Alta	0	
	Por humo:		
	Baja	<u>10</u>	10
	Media	5	
	Alta	0	
	Por corrosión:		
	Baja	<u>10</u>	10
	Media	5	
	Alta	0	
Por agua:			
Baja	<u>10</u>	10	
Media	5		
Alta	0		
Subtotal -X-			79

Fuente: Método MESERI, con información proporcionada por la empresa.

La sumatoria para los factores generadores o agravantes (-X-) del predio No. 117, es de 82 puntos

La evaluación para los factores reductores y el subtotal -Y- se presenta a continuación en la tabla No. 12.



Tabla No. 12
Factores reductores predio 117.

Concepto	Sin vigilancia	Con vigilancia	Puntos
Extintores portátiles.	1	2	2
Hidrantes	2	4	4
Hidrantes exteriores	2	4	4
Detección automática	0	4	4
Rociadores automáticos	5	8	8
Instalaciones fijas de extinción.	2	4	4
Brigadas de incendio.	2	4	4
Planes de emergencia.	2	4	4
Subtotal -Y-			34

Fuente: Método MESERI, con información proporcionada por la empresa.

La sumatoria de los factores reductores dio como resultado 34 puntos.

A continuación se realizara la calificación del riesgo de incendio en base a los subtotales, la cual se presenta en la tabla No. 13.

Tabla No. 13
Clasificación del riesgo predio No. 117.

Calificación del Riesgo.										R	
Subtotal -X-			79	Subtotal -Y-			34	Valor de Riesgo		$R = \frac{5 X}{129} + \frac{5 Y}{34}$	8.06
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Bueno
Muy malo			Malo			Bueno			Muy bueno		

Fuente: Evaluación realizada en la empresa.

De acuerdo con el método MESERI, el predio No. 117, tiene una puntuación de **8.17**, por lo que tiene una **Calificación de Riesgo de Incendio Bueno**, esto indica que los factores reductores o protectores contribuyen a impedir el desarrollo del incendio o limitan la extensión del mismo y sus consecuencias.

Clasificación del riesgo de Incendio del predio No. 118.

La evaluación para cada concepto se realizo de acuerdo a la inspección visual realizada en el predio y a la información proporcionada por la empresa, las puntuaciones obtenidas para los factores generadores y el subtotal -X- se presentan en la tabla No. 14



Tabla No. 14
Factores generadores predio No. 118.

Empresa: XXXX				
	Concepto	Coefficiente	Puntos	
Construcción	No. de pisos	Altura		
	1 o 2	menor que 6 m.	<u>3</u>	
	3, 4 o 5	entre 6 y 15 m.	2	
	6, 7, 8 o 9	entre 15 y 27 m.	1	
	10 o más	más de 30 m.	0	
	Superficie del mayor sector de incendio:			
	De 0 500 m ²		5	
	De 501 a 1,500 m ²		4	
	De 1,501 a 2,500 m ²		3	
	De 2,501 a 3,500 m ²		2	
De 3,501 a 4,500 m ²		1		
Más de 4,500 m ²		<u>0</u>		
Resistencia al fuego:				
Resistencia al fuego (hormigón)		<u>10</u>	10	
No combustible (metálica sin proteger)		5		
Combustible		0		
Falsos techos:				
Sin falsos techos		5	3	
Con falso techo incombustible		<u>3</u>		
Con falso techo combustible		0		
Factores de situación.	Distancia de los bomberos:			
	Menor de 5 km	5 min.	<u>10</u>	
	Entre 5 y 10 km	5 y 10 min.	8	
	Entre 10 y 15 km	10 y 15 min.	6	
	Entre 15 y 20 km	15 y 20 min.	2	
	Más de 20 km	20 min.	0	
	Accesibilidad al edificio:			
	Buena		<u>5</u>	5
	Media		3	
	Mala		1	
Muy mala		0		
Procesos	Peligros de activación:			
	Bajo		10	
	Medio		<u>5</u>	
	Alto		0	
	Carga térmica:			
	Bajo		10	0
	Medio		5	
	Alto		<u>0</u>	
	Inflamabilidad:			
	Baja		5	0
	Media		3	
	Alta		<u>0</u>	
Almacenamiento en altura:				
Menor de 2 m		<u>3</u>	3	
Entre 2 y 4 m		2		
Más de 6 m		0		



Tabla No. 14
Factores generadores predio No. 118 (Cont.)..

Empresa: XXXX			
Concepto		Coefficiente	Puntos
Factores de concentración	Factor de concentración de valores:		
	Menor de \$ 9,000/m ²	3	2
	Entre 9,000 y \$ 22,500/m ²	<u>2</u>	
Superior a \$22,500/m ²	0		
Propagabilidad	Vertical:		
	Baja	<u>5</u>	5
	Media	3	
	Alta	0	
	Horizontal:		
	Baja	5	3
Media	<u>3</u>		
Alta	0		
Destructibilidad	Por calor:		
	Baja	10	0
	Media	5	
	Alta	<u>0</u>	
	Por humo:		
	Baja	<u>10</u>	10
	Media	5	
	Alta	0	
	Por corrosión:		
	Baja	<u>10</u>	10
	Media	5	
	Alta	0	
	Por agua:		
	Baja	<u>10</u>	10
	Media	5	
	Alta	0	
Subtotal -X-			79

Fuente: Método MESERI, con información proporcionada por la empresa.

La sumatoria para los factores generadores o agravantes (-X-) del predio No. 117, es de 82 puntos

La evaluación para los factores reductores y el subtotal -Y- se presenta a continuación en la tabla No. 15.



Tabla No. 15
Factores reductores predio No. 118.

Concepto	Sin vigilancia	Con vigilancia	Puntos
Extintores portátiles.	1	2	2
Hidrantes	2	4	4
Hidrantes exteriores	2	4	4
Detección automática	0	4	4
Rociadores automáticos	5	8	8
Instalaciones fijas de extinción.	2	4	4
Brigadas de incendio.	2	4	4
Planes de emergencia.	2	4	4
Subtotal -Y-			34

Fuente: Método MESERI, con información proporcionada por la empresa.

La sumatoria de los factores reductores dio como resultado 34 puntos.

A continuación se realizara la calificación del riesgo de incendio en base a los subtotales, la cual se presenta en la tabla No. 16.

Tabla No. 16
Clasificación del riesgo predio No. 118.

Calificación del Riesgo.										R	
Subtotal -X-			79	Subtotal -Y-			34	Valor de Riesgo	$R = \frac{5 X}{129} + \frac{5 Y}{34}$		8.06
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Bueno
Muy malo			Malo			Bueno			Muy bueno		

Fuente: Evaluación realizada en la empresa.

Con base al método MESERI, el predio No. 118, tiene una puntuación de **8.06**, por lo que tiene una **Calificación de Riesgo de Incendio Bueno**, esto indica que los factores reductores o protectores contribuyen a impedir el desarrollo del incendio o limitan la extensión del mismo y sus consecuencias.

4.3 Resultados de las evaluaciones.

El riesgo de incendio constituye la principal y más frecuente amenaza para el patrimonio y la comunidad de las empresas. El conocimiento del nivel de riesgo resulta fundamental a la hora de decidir las medidas de seguridad que se deben implementar o instalar en el las instalaciones de la empresa.

4.3.1 Resultados NOM-002-STPS-2010.

El nivel de riesgo de incendio de la empresa evaluada con este método, se clasifica con **riesgo de incendio alto**, para cada uno de los predios que la conforman, esto debido a los conceptos de:

- Superficie construida.
- Inventario de gases inflamables.



- Inventario de líquidos inflamables.
- Inventario de sólidos combustibles.
- Materiales explosivos.

Superan los límites máximos para grado de riesgo ordinario, establecidos en la Tabla A1 del Apéndice A de la Norma en que se basa este método, en cada uno de los predios evaluados.

Además, debido a que se tienen más de dos materiales, sustancias o productos correspondientes a los descritos anteriormente, se realizó la sumatoria de estos inventarios, dando un resultado mayor a uno, para cada uno de los dos predios, por lo que se clasificaron con riesgo de incendio alto, de acuerdo a lo establecido en el inciso A.1.4 de la NOM de referencia.

En la tabla No. 17 se presenta un resumen de los resultados obtenidos.

Tabla No. 17
Resultados de la evaluación NOM-002-STPS-2010.

Inmueble	Clasificación	Motivo
Predio No. 117	Alto	Sumatoria de inventarios mayor a uno. Almacenamiento de materiales explosivos, gases y líquidos inflamables, y sólidos combustibles, por arriba de los límites que establece la norma para riesgo ordinario inventario de sólidos combustibles.
Predio No. 118	Alto	Sumatoria de inventarios mayor a uno. Almacenamiento de materiales explosivos, gases y líquidos inflamables, y sólidos combustibles, por arriba de los límites que establece la norma para riesgo ordinario inventario de sólidos combustibles.

Fuente: Evaluación realizada en la empresa.

El centro laboral en cada uno de sus predios, cumple con los requisitos mínimos de seguridad para el combate contra incendios, establecidos en la NOM-002-STPS-2010, en función del grado de riesgo determinado en cada uno de los inmuebles.

4.3.2 Resultados Método MESERI.

La clasificación que se obtuvo con este método, para cada uno de los predios evaluados, se clasifica con riesgo de incendio bueno; esto quiere decir que los factores reductores o protectores contribuyen bien a impedir el desarrollo del incendio o bien a limitar la extensión del mismo y sus consecuencias. Mientras que los factores agravantes o generadores caen en su mayoría en un coeficiente alto.

La panificadora, aun cuando es de grandes dimensiones y tiene cantidades considerables de sólidos combustibles, gases y líquidos inflamables, obtuvo coeficientes altos en algunos de los conceptos de los factores agravantes, tales como:



- Resistencia al fuego.
- Distancia de los bomberos.
- Accesibilidad al edificio.
- Destructibilidad por corrosión, humo y agua.

La implementación de factores reductores como:

- Extintores.
- Hidrantes.
- Detectores de humo.
- Rociadores automáticos.
- Brigadas contra incendio
- Planes de emergencia.

Con vigilancia en el centro laboral, ayudan a que se tenga una mejor respuesta de acción ante la eventualidad de un incendio

Aunque el resultado obtenido está en un rango aceptable, no debe entenderse que el riesgo de incendio este suficientemente controlado.



Conclusiones.



De acuerdo a las evaluaciones efectuadas para determinar la clasificación de riesgo de incendio en cada uno de los predios pertenecientes a la empresa, se concluye que:

Análisis NOM-002-STPS-2010.

1. El predio No. 117, perteneciente a la empresa analizada, se clasifica con un riesgo de incendio alto, debido a la superficie construida, inventario de gases y de líquidos inflamables, inventario de sólidos combustibles e inventario de material explosivo. También a que el resultado de la sumatoria de los materiales, sustancias o productos, es mayor a uno.
2. El predio No. 118, también se clasifica con un riesgo de incendio alto, debido a la superficie construida, inventario de gases y de líquidos inflamables, inventario de sólidos combustibles e inventario de material explosivo. Además de que el resultado de la sumatoria de los materiales, sustancias o productos, es mayor a uno.
3. El centro laboral en cada uno de sus predios, cumple con los requisitos mínimos de seguridad para el combate contra incendios, establecidos en la norma, en función del grado de riesgo determinado.
4. Con base al resultado obtenido de la evaluación realizada, se concluye que la empresa cumple con lo establecido en la reglamentación gubernamental de nuestro país.

Análisis método MESERI.

5. La clasificación del riesgo de incendio para el predio No. 117 fue bueno, esto debido a que la mayoría de los factores generadores caen en un coeficiente bajo y los factores protectores contribuyen bien a impedir el desarrollo del incendio o limitan la extensión del mismo.
6. En el caso del predio No. 118, la clasificación del riesgo de incendio es bueno, esto debido también a que la mayoría de los factores generadores caen en un coeficiente bajo y los factores protectores contribuyen bien a impedir el desarrollo del incendio o limitan la extensión del mismo.

Generales.

7. La empresa tiene instalado un croquis con la señalización de las rutas de evacuación, salidas de emergencia, ubicación del equipo de combate contra incendio y botiquines, en cada uno los predios, lo cual ayuda a que los trabajadores tengan una mejor información sobre la localización de estas medidas y equipos de seguridad.
8. Se tienen conformada la brigada de combate contra incendio, para cada uno de los predios, esta agrupación recibe capacitación constantemente con el objetivo de actuar adecuadamente en el combate contra incendio. También



se tienen brigadas de primeros auxilios, búsqueda y rescate, evacuación y comunicación, para la atención de emergencias.

9. La empresa cuenta con el programa de seguridad donde se establecen los procedimientos que especifican las actividades a efectuar en caso de emergencia.
10. El centro laboral tiene diversos equipos y sistemas de combate contra incendio, instalados en cada uno de los predios, como son
 - Extintores.
 - Hidrantes internos.
 - Hidrantes externos.
 - Gabinetes con equipo de combate contra incendio.
 - Detectores de humo.
 - Red contra incendio.
 - Alarmas.

Los cuales ayudan a combatir los conatos de incendio. Además se mostraron las bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo de estos equipos para su correcto funcionamiento y las facturas de las recargas anuales de los extintores.

11. Se presentó evidencia del programa de mantenimiento preventivo de las instalaciones eléctricas, con el que se garantiza su correcto funcionamiento de dichas instalaciones y evitar desperfectos que pudieran dar origen a un conato de incendio.
12. Se tienen señalizaciones de condición segura, prohibición, información precaución, así como la identificación de las tuberías que transportan fluidos peligrosos, de acuerdo a lo establecido en la NOM-026-STPS-2008, con el fin de informar a los trabajadores sobre los peligros a los que están expuestos, obligaciones que deben de seguir y acciones que se deben de tomar ante un siniestro.



Recomendaciones.



Con base en los resultados obtenidos de las clasificaciones y a las condiciones existentes en el centro laboral, a continuación se presenta una serie de recomendaciones, que pueden ayudar para dar el cabal cumplimiento de la Norma NOM-002-STPS-2010:

1. Contar con instrucciones de seguridad aplicables en cada área del centro trabajo al alcance de los trabajadores, incluidas las relativas a la ejecución de trabajos en caliente en las áreas en las que se puedan presentar incendios, y supervisar que éstas se cumplan.
2. Seguir con el programa anual de revisión mensual de los extintores, y vigilar que los extintores cumplan con las condiciones siguientes:
 - Que se encuentren en la ubicación asignada en el plano de localización.
 - Que su ubicación sea en lugares visibles, de fácil acceso y libres de obstáculos.
 - Que se encuentren señalizados, de conformidad con lo que establece la NOM-026-STPS-2008 o la NOM-003-SEGOB-2002, o las que las sustituyan.
 - Que cuenten con el sello o fleje de garantía sin violar.
 - Que la aguja del manómetro indique la presión en la zona verde (operable), en el caso de extintores cuyo recipiente esté presurizado permanentemente y que contengan como agente extintor agua y polvo químico seco.
 - Que mantengan la capacidad nominal indicada por el fabricante en la etiqueta, en el caso de extintores con bióxido de carbono como agente extintor.
 - Que no hayan sido activados, de acuerdo con el dispositivo que el fabricante incluya en el extintor para detectar su activación, en el caso de extintores que contengan como agente extintor polvo químico seco.
 - Que se verifiquen las condiciones de las ruedas de los extintores móviles.
 - Que no existan daños físicos evidentes, tales como corrosión, escape de presión, obstrucción, golpes o deformaciones.
 - Que no existan daños físicos, tales como roturas, desprendimientos, protuberancias o perforaciones, en mangueras, boquillas o palanca de accionamiento, que puedan propiciar su mal funcionamiento. El extintor deberá ser puesto fuera de servicio, cuando presente daño que afecte su operación, o dicho daño no pueda ser reparado, en cuyo caso deberá ser sustituido por otro de las mismas características y condiciones de operación.
 - Que la etiqueta, placa o grabado se encuentren legibles y sin alteraciones.
 - Que la etiqueta cuente con la siguiente información vigente, después de cada mantenimiento:



- a. El nombre, denominación o razón social, domicilio y teléfono del prestador de servicios.
 - b. La capacidad nominal en kilogramos o litros, y el agente extintor.
 - c. Las instrucciones de operación, breves y de fácil comprensión, apoyadas mediante figuras o símbolos.
 - d. La clase de fuego a que está destinado el equipo.
 - e. Las contraindicaciones de uso, cuando aplique.
 - f. La contraseña oficial del cumplimiento con la normatividad vigente aplicable, de conformidad con lo dispuesto por la Norma Oficial Mexicana NOM-106-SCFI-2000, o las que la sustituyan, en su caso.
 - g. El mes y año del último servicio de mantenimiento realizado.
 - h. La contraseña oficial de cumplimiento con la Norma NOM-154-SCFI-2005, o las que la sustituyan, y el número de dictamen de cumplimiento con la misma.
 - i. Los extintores de polvo químico seco deberán contar además con el collarín que establece la NOM-154-SCFI-2005, o las que la sustituyan.
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.
4. Seguir con el programa anual de revisión y pruebas a los equipos contra incendio, a los medios de detección y, en su caso, a las alarmas de incendio y sistemas fijos contra incendio.
5. Dar seguimiento al programa anual de revisión a las instalaciones eléctricas de las áreas del centro de trabajo, a fin de identificar y corregir condiciones inseguras que puedan existir, el cual deberá comprender, al menos, los elementos siguientes:
- Tableros de distribución.
 - Conductores.
 - Canalizaciones, incluyendo los conductores y espacios libres en éstas.
 - Cajas de conexiones.
 - Contactos.
 - Interruptores.
 - Luminarias.
 - Protecciones, incluyendo las de cortocircuito, (fusibles, cuchillas, interruptor automático, dispositivos termo-magnéticos, entre otros), en circuitos alimentadores y derivados.
 - Puesta a tierra de equipos y circuitos.
 - Entre los aspectos a revisar dentro del programa a que se refiere este numeral, se deberán considerar los denominados puntos calientes de la instalación eléctrica, aislamientos o conexiones rotas o flojas, expuestas



- o quemadas; sobrecargas (varias cargas en un solo tomacorriente); alteraciones, e improvisaciones, entre otras.
6. Continuar con el programa anual de revisión a las instalaciones de gas natural, a fin de identificar y corregir peligros que puedan existir, mismo que deberá contener, al menos, los elementos siguientes:
 - a. La integridad de los elementos que componen la instalación.
 - b. La señalización de las tuberías de la instalación, misma que deberá conservarse visible y legible, conforme a lo establecido por la NOM-026-STPS-2008, o las que la sustituyan.
 7. Continuar con el mantenimiento de la señalización que prohíba fumar, generar flama abierta o chispas e introducir objetos incandescentes, cerillos, cigarrillos o, en su caso, utilizar teléfonos celulares, aparatos de radiocomunicación, u otros que puedan provocar ignición por no ser intrínsecamente seguros, instaladas en las áreas en donde se produzcan, almacenen o manejen materiales inflamables o explosivos. Dicha señalización deberá cumplir con lo establecido por la NOM-026-STPS-2008 o la NOM-003-SEGOB-2002, o las que las sustituyan.
 8. Prohibir y evitar el bloqueo, daño, inutilización o uso inadecuado de los equipos y sistemas contra incendio, los equipos de protección personal para la respuesta a emergencias, así como los señalamientos de evacuación, prevención y de equipos y sistemas contra incendio, entre otros.
 9. Seguir con las medidas de seguridad para prevenir la generación y acumulación de electricidad estática en las áreas donde se manejen materiales inflamables o explosivos, de conformidad con lo establecido en la NOM-022-STPS-2008.
 10. Contar con las medidas o procedimientos de seguridad, para el uso de equipos de calefacción, calentadores, hornos, parrillas u otras fuentes de calor, en las áreas donde existan materiales inflamables o explosivos, y supervisar que se cumplan.
 11. Prohibir y evitar que se almacenen materiales o coloquen objetos que obstruyan e interfieran el acceso al equipo contra incendio o a los dispositivos de alarma de incendio o activación manual de los sistemas fijos contra incendio.
 12. Garantizar que las rutas de evacuación cumplan con las condiciones siguientes:
 - Que estén señalizadas en lugares visibles, de conformidad con lo dispuesto por la NOM-026-STPS-2008 o la NOM-003-SEGOB-2002.
 - Que se encuentren libres de obstáculos que impidan la circulación de los trabajadores y demás ocupantes.



- Que dispongan de dispositivos de iluminación de emergencia que permitan percibir el piso y cualquier modificación en su superficie, cuando se interrumpa la energía eléctrica o falte iluminación natural.
 - Que la distancia por recorrer desde el punto más alejado del interior de una edificación, hacia cualquier punto de la ruta de evacuación, no sea mayor de 40 m. En caso contrario, el tiempo máximo de evacuación de los ocupantes a un lugar seguro deberá ser de tres minutos.
 - Que los desniveles o escalones en los pasillos y corredores de las rutas de evacuación estén señalizados, de conformidad con la NOM-026-STPS-2008 o la NOM-003-SEGOB-2002, o las que las sustituyan.
13. Continuar con el programa de capacitación al personal de las brigadas, además de la programación y realización de simulacros, a fin de atender oportunamente y con seguridad cualquier eventualidad que pudiera presentarse.
14. Realizar auditorías periódicas de seguridad en materia de incendios, para evaluar el nivel de confiabilidad de los sistemas establecidos de prevención y protección contra incendios.
15. Capacitar a todo el personal en el riesgo que implica trabajar en atmósferas explosivas, como es el de permisos para trabajar con llamas abiertas (soldadura oxiacetilénica, por ejemplo), limitaciones de zonas para fumar, etc.
16. En caso de modificarse las instalaciones, los materiales utilizados en el proceso o sus cantidades, deberá de realizarse un nuevo estudio para determinar la peligrosidad de las diversas áreas que conforman la empresa.



Glosario.

Agente extintor; agente extinguidor: Es la sustancia o mezcla de ellas que a paga un fuego, al contacto con un material en combustión en la cantidad adecuada.

Alarma de incendio: Es la señal audible y/o visible, diferente a la utilizada en el centro de trabajo para otras funciones, que advierte sobre una emergencia de incendio. Las señales visibles deberán ser del tipo estroboscópico, es decir, con rápidos destellos de luz, de alta intensidad, en forma regular.

Areas del centro de trabajo: Son todos aquellos espacios destinados a las actividades administrativas, de proceso, almacenamiento o prestación de servicios.

Autoridad Laboral: Las unidades administrativas competentes de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social que realizan funciones de inspección en materia de seguridad y salud en el trabajo y las correspondientes de las entidades federativas y del Distrito Federal, que actúen en auxilio de aquéllas.

Brigada contra incendio: El grupo de trabajadores organizados en una Unidad interna de protección civil, capacitados y adiestrados en operaciones básicas de prevención y protección contra incendio y atención de emergencias de incendio, tales como identificación de los riesgos de la situación de emergencia por incendio; manejo de equipos o sistemas contra incendio, al igual que en acciones de evacuación, comunicación y primeros auxilios, entre otras.

Centro de trabajo: Todos aquellos lugares tales como edificios, locales, instalaciones y áreas, en los que se realicen actividades de producción, comercialización, transporte y almacenamiento o prestación de servicios, o en el que laboren personas que estén sujetas a una relación de trabajo.

Combustible: Es todo aquel material susceptible de arder al mezclarse en las cantidades adecuadas con un comburente y ser sometido a una fuente de ignición, tales como: madera, papel, cartón, ciertos textiles y plásticos, diesel, aceites y combustóleo.

Equipo contra incendio: Es el aparato o dispositivo, automático o manual, instalado y disponible para controlar y combatir incendios. Los equipos contra incendio se clasifican:

a) Por su tipo en:

1) Portátiles: Son aquellos que están diseñados para ser transportados y operados manualmente, con un peso total menor o igual a 20 kilogramos, y



que contienen un agente extintor, el cual puede expelerse bajo presión con el fin de combatir o extinguir un fuego incipiente.

2) Móviles: Son aquellos que están diseñados para ser transportados sobre ruedas, sin locomoción propia, con un peso superior a 20 kilogramos, y que contienen un agente extintor, el cual puede expelerse bajo presión con el fin de combatir o extinguir un fuego incipiente.

3) Fijos: Son aquellos instalados de manera permanente y que pueden ser de operación manual, semiautomática o automática, con agentes extintores acordes con la clase de fuego que se pretenda combatir. Estos incluyen los sistemas de extinción manual a base de agua (mangueras); los sistemas de rociadores automáticos; los sistemas de aspersores; los monitores; los cañones, y los sistemas de espuma, entre otros.

b) Por el agente extintor que contienen, entre otros:

1) Agente extintor químico húmedo: Son aquellos que se utilizan para extinguir fuegos tipo A, B, C o K, y que normalmente consisten en una solución acuosa de sales orgánicas o inorgánicas, o una combinación de éstas.

2) Agentes extintores especiales: Son productos que se utilizan para apagar fuegos clase D.

Explosivo: Es una sustancia, o mezcla de sustancias, sólida o líquida, que de manera espontánea, por reacción química de oxidación, puede producir gases a determinada temperatura, presión y velocidad, que causan daños a las personas o al entorno de trabajo. Las sustancias pirotécnicas forman parte de esta definición, aun cuando no produzcan gases.

Fuego: Es la oxidación rápida de los materiales combustibles con desprendimiento de luz y calor. Este fenómeno consiste en una reacción química de transferencia electrónica, con una alta velocidad de reacción y con liberación de luz y calor. Se clasifica en las clases siguientes:

a) **Fuego clase A**: Es aquel que se presenta en material combustible sólido, generalmente de naturaleza orgánica, y que su combustión se realiza normalmente con formación de brasas.

b) **Fuego clase B**: Es aquel que se presenta en líquidos combustibles e inflamables y gases inflamables.

c) **Fuego clase C**: Es aquel que involucra aparatos, equipos e instalaciones eléctricas energizadas.

d) **Fuego clase D**: Es aquel en el que intervienen metales combustibles, tales como el magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y potasio.

e) **Fuego clase K**: Es aquel que se presenta básicamente en instalaciones de cocina, que involucra sustancias combustibles, tales como aceites y grasas



vegetales o animales. Los fuegos clase K ocurren en los depósitos de grasa semipolimerizada, y su comportamiento es distinto a otros combustibles.

Fuego incipiente: Es el fuego en su etapa inicial que puede ser controlado o extinguido, mediante extintores portátiles, sistemas fijos contra incendio u otros medios de supresión convencionales, sin la necesidad de utilizar ropa y equipo de protección básico de bombero, tales como: chaquetón, botas, cascos o equipos de respiración.

Gas inflamable: Es aquel que tiene un rango inflamable con el aire a 20°C y presión de referencia de 101.3 kPa, entre otros, propano, hidrógeno, butano, pentano y etano.

Instrucciones de seguridad: Es la descripción de actividades, en orden lógico y secuencial, que deberán seguir los trabajadores durante sus actividades para la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo. Estas instrucciones pueden estar contenidas en documentos, tales como procedimientos, manuales o guías, entre otros.

Líquido combustible: Es cualquier sustancia que tenga una presión de vapor igual o menor a 2 068.6 mm de Hg, a 20°C, una fluidez mayor a 300 en asfalto, y una temperatura de inflamación igual o mayor a 37.8°C, entre otros, keroseno, gasóleos, alcohol mineral y petróleo bruto.

Líquido inflamable: Es cualquier sustancia que tenga presión de vapor igual o menor a 2 068.6 mm de Hg, a 20°C, una fluidez mayor a 300 en asfalto, y una temperatura de inflamación menor a 37.8°C, entre otros, barnices, lacas, gasolina, tolueno y pinturas a base de disolventes.

Lugar seguro: Es la zona o área seleccionada e identificada dentro o fuera del centro de trabajo, que los trabajadores y demás ocupantes del mismo deberán utilizar como zona de protección, en caso de alarma y evacuación por incendio, de acuerdo con lo establecido en el plan de atención a emergencias.

Mantenimiento a extintores: Es la revisión completa, interna y externa, del extintor y, en caso de requerirse, las pruebas, reparaciones, sustitución de partes y la recarga del agente extintor, a fin de que éste opere de manera efectiva y segura.

Material inflamable: Es todo aquel sólido, líquido o gas susceptible de arder con facilidad cuando entra en contacto con una fuente de ignición o de calor, con rápida propagación de flama.

Material pirofórico: Es todo sólido o líquido que al contacto con el aire, aun en pequeñas cantidades, entra en ignición, es decir, reacciona en forma espontánea con desprendimiento de grandes cantidades de luz y calor.



Material resistente al fuego: Son los recubrimientos ignífugos o retardantes, así como los elementos de construcción, tales como paredes, techos o pisos, que pueden estar sujetos a la acción del fuego por un tiempo determinado sin entrar en combustión.

Medios de detección de incendio: Son elementos con sensores automáticos y alarma de incendio, que responden a estímulos físicos y/o químicos, tales como calor, humo, flama o productos de la combustión, y pueden estar contenidos en dispositivos independientes o en sistemas.

Prestador de servicio a extintores: Es la persona física o moral que realiza el servicio de mantenimiento o recarga a extintores, verificada en la norma NOM-154-SCFI-2005, o las que la sustituyan, por una persona acreditada y aprobada para determinar la evaluación de la conformidad de la citada norma.

Prevención de incendios: Son todas aquellas acciones técnicas o administrativas que se desarrollan para evitar que en el centro de trabajo se presente un incendio.

Programas de Protección Civil: Son los instrumentos de planeación para definir y establecer acciones destinadas a la prevención de calamidades, incluyendo las emergencias de incendio y la atención de su impacto en las empresas, industrias, instituciones u organismos del sector público, social y privado. Se basan en un diagnóstico y se dividen en tres subprogramas: prevención, auxilio y apoyo. También son considerados por diferentes entidades federativas como programas internos, específicos o especiales de protección civil.

Protección contra incendios: Son todas aquellas instalaciones, equipos o condiciones físicas que se adoptan para que, en caso de requerirse, se utilicen en la atención de una emergencia de incendio.

Punto de inflamación: Es la temperatura mínima, corregida a la presión de referencia de 101.3 kPa, a la que una sustancia desprende vapores capaces de formar una mezcla inflamable en su superficie, y que no es suficiente para sostener la combustión.

Recarga del agente: Es el reemplazo total del agente extintor por uno nuevo y, en su caso, certificado.

Ruta de evacuación: Es el recorrido horizontal o vertical, o la combinación de ambos, continuo y sin obstrucciones, que va desde cualquier punto del centro de trabajo hasta un lugar seguro en el exterior, denominado punto de reunión, que incluye locales intermedios como salas, vestíbulos, balcones, patios y otros recintos; así como sus componentes, tales como puertas, escaleras, rampas y pasillos. Consta de las partes siguientes:

- a) **Acceso a la ruta de salida:** Es la parte del recorrido que conduce desde cualquier lugar del centro de trabajo hasta la ruta de salida;



- b) Ruta de salida:** Es la parte del recorrido que proviene del acceso a la ruta de salida, separada de otras áreas mediante elementos que proveen un trayecto protegido hacia la descarga de salida, y
- c) Descarga de salida:** Es la parte final de la ruta de evacuación que lleva a una zona de seguridad en el exterior, denominada punto de reunión.

Trabajos en caliente: Son todos aquellos procesos o actividades en que se manejen equipos que generen flama, calor, chispa, arco eléctrico o incandescencia, tales como soldadura, corte, abrasión y fundición, entre otros.



Bibliografía

1. Casal Fábrega, J.; H. Montiel; E. Planas; J. A. Vilchis. Análisis de riesgo en instalaciones industriales; Ediciones UPC. 1999. Barcelona, España.
2. Cortés Díaz J. M. Seguridad e higiene del trabajo. Técnicas de prevención de riesgos laborales. Novena edición, Editorial Tébar. 2007. España.
3. Martínez Ponce de León J. G. Introducción al análisis de riesgo; Editorial Limusa, Noriega editores. 2002. México.
4. Prevención de incendios; Publicaciones Vértice, S. L. 2008. España.
5. Sánchez Maza M. A. Prevención de riesgos laborales básico. Editorial Innovación y Cualificación, S. L. 2006. España.
6. Rubio Romero J. C. Manual para la formación de nivel medio superior en prevención de riesgos laborales. Ediciones Días Santos. 2005. España.
7. Miñana Aznar A., E. González Ferradás. Casos prácticos de análisis de riesgo. Dirección de Protección Civil y Emergencias. Universidad de Murcia. 2004. España.
8. Romera Muñoz, J. L., A. Lahera Mexía, R. Canales Salinas. Manual de evaluación de riesgos laborales. Dirección General de Seguridad y Salud Laboral. 2004. España.
9. Reglamento-tipo de seguridad en los establecimientos industriales, para guía de los gobiernos y de la industria. OIT. 1950. Suiza.
10. Norma NFPA 10. Extintores portátiles contra incendios. Edición 2007. Instituto Internacional de Administración de Riesgos.
11. Reglamento de Instalaciones de protección Contra Incendios. Ministerio de Ciencia y Tecnología. España.
12. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. OIT; Ministerio de Trabajo Asuntos Sociales; Subdirección General de Publicaciones. 1998. España.
13. Parra M. Conceptos básicos en salud laboral.OIT. 2003. Chile.
14. Páginas web:
www.mapfre.com
www.nfpa.org
www.nfpajournal-latino.com
www.insht.es



Anexos



Anexo A. Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010

SECRETARÍA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL

NORMA Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

JAVIER LOZANO ALARCON, Secretario del Trabajo y Previsión Social, con fundamento en los artículos 16 y 40, fracciones I y XI, de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 512, 523, fracción I, 524 y 527, último párrafo, de la Ley Federal del Trabajo; 3o., fracción XI, 38, fracción II, 40, fracción VII, 47, fracción IV, 51, cuarto párrafo, y 52 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 4o., 17, fracciones I y XI, 26, 27 y 28 del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, y 19 del Reglamento Interior de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, y

CONSIDERANDO

Que con fecha 31 de agosto de 2009, en cumplimiento de lo previsto por el artículo 46, fracción I, de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social presentó ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Salud en el Trabajo, el Anteproyecto de Modificación de la presente Norma Oficial Mexicana, y que el citado Comité lo consideró correcto y acordó que se publicara como Proyecto en el Diario Oficial de la Federación;

Que con objeto de cumplir con lo dispuesto en los artículos 69-E y 69-H, de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, el Anteproyecto correspondiente fue sometido a la consideración de la Comisión Federal de Mejora Regulatoria, la que dictaminó favorablemente en relación con el mismo;

Que con fecha 22 de diciembre de 2009, en cumplimiento del Acuerdo por el que se establece la organización y Reglas de Operación del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Salud en el Trabajo, y de lo previsto por el artículo 47, fracción I, de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Proyecto de Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2000, Condiciones de seguridad-Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo, para quedar como PROY-NOM-002-STPS-2009, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo, a efecto de que, dentro de los 60 días naturales siguientes a dicha publicación, los interesados presentaran sus comentarios al Comité;

Que habiendo recibido comentarios de sesenta y siete promoventes, el Comité referido procedió a su estudio y resolvió oportunamente sobre los mismos, publicando esta dependencia las respuestas respectivas en el Diario Oficial de la Federación de 12 de noviembre de 2010, en cumplimiento a lo previsto por el artículo 47, fracción III, de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización;

Que derivado de la incorporación de los comentarios presentados al Proyecto de Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2000, Condiciones de seguridad-Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo, para quedar como PROY-NOM-002-STPS-2009, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo, así como de la revisión final del propio proyecto, se realizaron diversas modificaciones con el propósito de dar claridad, congruencia y certeza jurídica en cuanto a las disposiciones que aplican en los centros de trabajo, y

Que en atención a las anteriores consideraciones y toda vez que el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Salud en el Trabajo otorgó la aprobación respectiva, se expide la siguiente:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-STPS-2010, CONDICIONES DE SEGURIDAD - PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN LOS CENTROS DE TRABAJO

INDICE

1. Objetivo
2. Campo de aplicación
3. Referencias
4. Definiciones
5. Obligaciones del patrón
6. Obligaciones de los trabajadores
7. Condiciones de prevención y protección contra incendios
8. Plan de atención a emergencias de incendio
9. Brigadas contra incendio
10. Simulacros de emergencias de incendio
11. Capacitación
12. Unidades de verificación
13. Procedimiento para la evaluación de la conformidad
14. Vigilancia
15. Bibliografía
16. Concordancia con normas internacionales

Apéndice A Clasificación del Riesgo de Incendio

Guía de Referencia I Instrucciones de Seguridad para la Prevención y Protección contra Incendios

Guía de Referencia II Brigadas de Emergencia y Consideraciones Generales sobre la Planeación de los Simulacros de Incendio



Guía de Referencia III Componentes y Características Generales del Equipo de Protección Personal para los Integrantes de las Brigadas contra Incendio

Guía de Referencia IV Detectores de Incendio

Guía de Referencia V Sistemas Fijos contra Incendio

Guía de Referencia VI Recomendaciones sobre Periodos Máximos y Actividades Relativas a la Revisión y Prueba de Sistemas y Equipos contra Incendio

Guía de Referencia VII Extintores contra Incendio

Guía de Referencia VIII Agentes Extintores

Guía de Referencia IX Modelo de Cuestionario para las Entrevistas a Trabajadores y Brigadistas

1. Objetivo

Establecer los requerimientos para la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

2. Campo de aplicación

La presente Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo.

3. Referencias

Para la correcta interpretación de esta Norma, deberán consultarse las siguientes normas oficiales mexicanas vigentes o las que las sustituyan:

3.1 NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal - Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.

3.2 NOM-022-STPS-2008, Electricidad estática en los centros de trabajo - Condiciones de seguridad.

3.3 NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

3.4 NOM-029-STPS-2005, Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo - Condiciones de seguridad.

3.5 NOM-003-SEGOB-2002, Señales y avisos para protección civil - Colores, formas y símbolos a utilizar.

3.6 NOM-106-SCFI-2000, Características de diseño y condiciones de uso de la contraseña oficial.

3.7 NOM-154-SCFI-2005, Equipos contra incendio - Extintores - Servicio de mantenimiento y recarga.

...

5. Obligaciones del patrón

5.1 Clasificar el riesgo de incendio del centro de trabajo o por áreas que lo integran, tales como plantas, edificios o niveles, de conformidad con lo establecido por el Apéndice A de la presente Norma.

5.2 Contar con un croquis, plano o mapa general del centro de trabajo, o por áreas que lo integran, actualizado y colocado en los principales lugares de entrada, tránsito, reunión o puntos comunes de estancia o servicios para los trabajadores, que contenga lo siguiente, según aplique:

a) El nombre, denominación o razón social del centro de trabajo y su domicilio;

b) La identificación de los predios colindantes;

c) La identificación de las principales áreas o zonas del centro de trabajo con riesgo de incendio, debido a la presencia de material inflamable, combustible, pirofórico o explosivo, entre otros;

d) La ubicación de los medios de detección de incendio, así como de los equipos y sistemas contra incendio;

e) Las rutas de evacuación, incluyendo, al menos, la ruta de salida y la descarga de salida, además de las salidas de emergencia, escaleras de emergencia y lugares seguros;

f) La ubicación del equipo de protección personal para los integrantes de las brigadas contra incendio, y

g) La ubicación de materiales y equipo para prestar los primeros auxilios.

5.3 Contar con las instrucciones de seguridad aplicables en cada área del centro de trabajo y difundirlas entre los trabajadores, contratistas y visitantes, según corresponda (Véase la Guía de Referencia I, Instrucciones de Seguridad para la Prevención y Protección contra Incendios).

5.4 Cumplir con las condiciones de prevención y protección contra incendios en el centro de trabajo, de acuerdo con lo establecido en el Capítulo 7 de la presente Norma.

5.5 Contar con un plan de atención a emergencias de incendio, conforme al Capítulo 8 de esta Norma.

5.6 Contar con brigadas contra incendio en los centros de trabajo clasificados con riesgo de incendio alto, en los términos del Capítulo 9 de la presente Norma.

5.7 Desarrollar simulacros de emergencias de incendio al menos una vez al año, en el caso de centros de trabajo clasificados con riesgo de incendio ordinario, y al menos dos veces al año para aquellos con riesgo de incendio alto, conforme a lo señalado en el Capítulo 10 de esta Norma (Véase la Guía de Referencia II, Brigadas de Emergencia y Consideraciones Generales sobre la Planeación de los Simulacros de Incendio).

5.8 Elaborar un programa de capacitación anual teórico-práctico en materia de prevención de incendios y atención de emergencias, conforme a lo previsto en el Capítulo 11 de esta Norma, así como capacitar a los trabajadores y a los integrantes de las brigadas contra incendio, con base en dicho programa.

5.9 Dotar del equipo de protección personal a los integrantes de las brigadas contra incendio, considerando para tal efecto las funciones y riesgos a que estarán expuestos, de conformidad con lo previsto en la NOM-017-STPS-2008, o las que la sustituyan (Véase la Guía de Referencia III, Componentes y Características Generales del Equipo de Protección Personal para los Integrantes de las Brigadas contra Incendio).

5.10 Contar en las áreas de los centros de trabajo clasificadas con riesgo de incendio ordinario, con medios de detección y equipos contra incendio, y en las de riesgo de incendio alto, además de lo anteriormente señalado, con sistemas fijos de protección contra incendio y alarmas de incendio, para atender la posible dimensión de la emergencia de incendio, mismos que deberán ser acordes con la clase de fuego que pueda presentarse (Véanse la Guía de Referencia IV, Detectores de Incendio y la Guía de Referencia V, Sistemas Fijos contra Incendio).

5.11 Contar con alguno de los documentos que enseguida se señalan, tratándose de centros de trabajo con riesgo de incendio alto:



- a) El acta y la minuta correspondientes a la verificación satisfactoria del cumplimiento de la presente Norma, que emita la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, en el marco de las evaluaciones integrales del Programa de Autogestión en Seguridad y Salud en el Trabajo, o
- b) El dictamen de cumplimiento de esta Norma expedido por una unidad de verificación acreditada y aprobada, o
- c) El acta circunstanciada que resulte de la revisión, verificación, inspección o vigilancia de las condiciones para la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo, por parte de la autoridad local de protección civil que corresponda al domicilio del centro de trabajo, en el marco de los programas internos, específicos o especiales de protección civil.

5.12 Exhibir a la autoridad del trabajo, cuando ésta así lo solicite, los documentos que la presente Norma le obligue a elaborar y poseer.

6. Obligaciones de los trabajadores

6.1 Cumplir con las instrucciones de seguridad que dicte el patrón.

6.2 Cumplir con las medidas de prevención y protección contra incendios establecidas por el patrón.

6.3 Participar en las actividades de capacitación y entrenamiento proporcionadas por el patrón para la prevención y protección contra incendios.

6.4 Auxiliar en la respuesta a emergencias de incendio que se presenten en el centro de trabajo, conforme a la capacitación y entrenamiento recibidos.

6.5 Cumplir con las instrucciones sobre el uso y cuidado del equipo de protección personal proporcionado por el patrón a los integrantes de las brigadas contra incendio.

6.6 Participar en las brigadas contra incendio.

6.7 Participar en los simulacros de emergencias de incendio.

6.8 No bloquear, dañar, inutilizar o dar uso inadecuado a los equipos de protección personal para la atención a emergencias, croquis, planos, mapas, y señalamientos de evacuación, prevención y combate de incendios, entre otros.

6.9 Poner en práctica el procedimiento de alertamiento, en caso de detectar una situación de emergencia de incendio.

7. Condiciones de prevención y protección contra incendios

7.1 Contar con instrucciones de seguridad aplicables en cada área del centro de trabajo al alcance de los trabajadores, incluidas las relativas a la ejecución de trabajos en caliente en las áreas en las que se puedan presentar incendios, y supervisar que éstas se cumplan.

7.2 Elaborar un programa anual de revisión mensual de los extintores, y vigilar que los extintores cumplan con las condiciones siguientes:

- a) Que se encuentren en la ubicación asignada en el plano a que se refiere el numeral 5.2, inciso d), y que estén instalados conforme a lo previsto por el numeral 7.17 de esta Norma;
- b) Que su ubicación sea en lugares visibles, de fácil acceso y libres de obstáculos;
- c) Que se encuentren señalizados, de conformidad con lo que establece la NOM-026-STPS-2008 o la NOM-003-SEGOB-2002, o las que las sustituyan;
- d) Que cuenten con el sello o fleje de garantía sin violar;
- e) Que la aguja del manómetro indique la presión en la zona verde (operable), en el caso de extintores cuyo recipiente esté presurizado permanentemente y que contengan como agente extintor agua, agua con aditivos, espuma, polvo químico seco, halones, agentes limpios o químicos húmedos;
- f) Que mantengan la capacidad nominal indicada por el fabricante en la etiqueta, en el caso de extintores con bióxido de carbono como agente extintor;
- g) Que no hayan sido activados, de acuerdo con el dispositivo que el fabricante incluya en el extintor para detectar su activación, en el caso de extintores que contengan como agente extintor polvo químico seco, y que se presurizan al momento de operarlos, por medio de gas proveniente de cartuchos o cápsulas, internas o externas;
- h) Que se verifiquen las condiciones de las ruedas de los extintores móviles;
- i) Que no existan daños físicos evidentes, tales como corrosión, escape de presión, obstrucción, golpes o deformaciones;
- j) Que no existan daños físicos, tales como roturas, desprendimientos, protuberancias o perforaciones, en mangueras, boquillas o palanca de accionamiento, que puedan propiciar su mal funcionamiento. El extintor deberá ser puesto fuera de servicio, cuando presente daño que afecte su operación, o dicho daño no pueda ser reparado, en cuyo caso deberá ser sustituido por otro de las mismas características y condiciones de operación;
- k) Que la etiqueta, placa o grabado se encuentren legibles y sin alteraciones;
- l) Que la etiqueta cuente con la siguiente información vigente, después de cada mantenimiento:
 - 1) El nombre, denominación o razón social, domicilio y teléfono del prestador de servicios;
 - 2) La capacidad nominal en kilogramos o litros, y el agente extintor;
 - 3) Las instrucciones de operación, breves y de fácil comprensión, apoyadas mediante figuras o símbolos;
 - 4) La clase de fuego a que está destinado el equipo;
 - 5) Las contraindicaciones de uso, cuando aplique;
 - 6) La contraseña oficial del cumplimiento con la normatividad vigente aplicable, de conformidad con lo dispuesto por la Norma Oficial Mexicana NOM-106-SCFI-2000, o las que la sustituyan, en su caso;
 - 7) El mes y año del último servicio de mantenimiento realizado, y
 - 8) La contraseña oficial de cumplimiento con la Norma NOM-154-SCFI-2005, o las que la sustituyan, y el número de dictamen de cumplimiento con la misma, y
- m) Los extintores de polvo químico seco deberán contar además con el collarín que establece la NOM-154-SCFI-2005, o las que la sustituyan.

No se requerirá la revisión de los aspectos contenidos en el numeral 7.2, inciso l), subincisos 7) y 8), e inciso m), en el caso de equipos de nueva adquisición.

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, y
- e) El seguimiento de las anomalías identificadas.

7.4 Establecer y dar seguimiento a un programa anual de revisión y pruebas a los equipos contra incendio, a los medios de detección y, en su caso, a las alarmas de incendio y sistemas fijos contra incendio (Véase la Guía de Referencia VI, Recomendaciones sobre Periodos Máximos y Actividades Relativas a la Revisión y Prueba de Sistemas y Equipos contra Incendio).

Si derivado de dicha revisión y pruebas, se encontrara que existe daño o deterioro en los equipos, sistemas y medios de detección contra incendio, éstos se someterán al mantenimiento correspondiente por personal capacitado para tal fin.

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, y
- i) Puesta a tierra de equipos y circuitos.

7.5.1 Este programa deberá ser elaborado y aplicado por personal previamente capacitado y autorizado por el patrón.

7.5.2 Entre los aspectos a revisar dentro del programa a que se refiere este numeral, se deberán considerar los denominados puntos calientes de la instalación eléctrica, aislamientos o conexiones rotas o flojas, expuestas o quemadas; sobrecargas (varias cargas en un solo tomacorriente); alteraciones, e improvisaciones, entre otras.

7.5.3 Si derivado de dicha revisión, se encontrara que existe daño o deterioro en las instalaciones eléctricas, éstas se someterán al mantenimiento correspondiente por personal capacitado para tal fin, de conformidad con lo dispuesto por la NOM-029-STPS-2005, o las que la sustituyan.

7.6 Establecer y dar seguimiento a un programa anual de revisión a las instalaciones de gas licuado de petróleo y/o natural, a fin de identificar y corregir condiciones inseguras que puedan existir, mismo que deberá contener, al menos, los elementos siguientes:

- a) La integridad de los elementos que componen la instalación, y
- b) La señalización de las tuberías de la instalación, misma que deberá conservarse visible y legible, conforme a lo establecido por la NOM-026-STPS-2008, o las que la sustituyan.

7.6.1 Este programa deberá ser elaborado y aplicado por personal previamente capacitado y autorizado por el patrón.

7.6.2 Si derivado de la revisión, se encontrara que existen daños o deterioro en dichas instalaciones, éstas se someterán al mantenimiento correspondiente por personal capacitado para tal fin.

7.7 Contar con el registro de resultados de los programas a que se refieren los numerales 7.4, 7.5 y 7.6, con al menos los datos siguientes:

- a) El nombre, denominación o razón social y domicilio completo del centro de trabajo;
- b) La fecha de la revisión;
- c) Las áreas revisadas;
- d) Las anomalías detectadas y acciones determinadas para su corrección y seguimiento, en su caso, y
- e) El nombre y puesto de los responsables de la revisión.

7.8 Contar, en su caso, con la señalización que prohíba fumar, generar flama abierta o chispas e introducir objetos incandescentes, cerillos, cigarrillos o, en su caso, utilizar teléfonos celulares, aparatos de radiocomunicación, u otros que puedan provocar ignición por no ser intrínsecamente seguros, en las áreas en donde se produzcan, almacenen o manejen materiales inflamables o explosivos. Dicha señalización deberá cumplir con lo establecido por la NOM-026-STPS-2008 o la NOM-003-SEGOB-2002, o las que las sustituyan.

7.9 Contar con señalización en la proximidad de los elevadores, que prohíba su uso en caso de incendio, de conformidad con lo establecido en la NOM-003-SEGOB-2002, o las que la sustituyan.

7.10 Prohibir y evitar el bloqueo, daño, inutilización o uso inadecuado de los equipos y sistemas contra incendio, los equipos de protección personal para la respuesta a emergencias, así como los señalamientos de evacuación, prevención y de equipos y sistemas contra incendio, entre otros.

7.11 Establecer controles de acceso para los trabajadores y demás personas que ingresen a las áreas donde se almacenen, procesen o manejen materiales inflamables o explosivos.

7.12 Adoptar las medidas de seguridad para prevenir la generación y acumulación de electricidad estática en las áreas donde se manejen materiales inflamables o explosivos, de conformidad con lo establecido en la NOM-022-STPS-2008, o las que la sustituyan. Asimismo, controlar en dichas áreas el uso de herramientas, ropa, zapatos y objetos personales que puedan generar chispa, flama abierta o altas temperaturas.

7.13 Contar con las medidas o procedimientos de seguridad, para el uso de equipos de calefacción, calentadores, hornos, parrillas u otras fuentes de calor, en las áreas donde existan materiales inflamables o explosivos, y supervisar que se cumplan.

7.14 Prohibir y evitar que se almacenen materiales o coloquen objetos que obstruyan e interfieran el acceso al equipo contra incendio o a los dispositivos de alarma de incendio o activación manual de los sistemas fijos contra incendio.



7.15 Contar con rutas de evacuación que cumplan con las condiciones siguientes:

- a) Que estén señalizadas en lugares visibles, de conformidad con lo dispuesto por la NOM-026-STPS-2008 o la NOM-003-SEGOB-2002, o las que las sustituyan;
- b) Que se encuentren libres de obstáculos que impidan la circulación de los trabajadores y demás ocupantes;
- c) Que dispongan de dispositivos de iluminación de emergencia que permitan percibir el piso y cualquier modificación en su superficie, cuando se interrumpa la energía eléctrica o falte iluminación natural;
- d) Que la distancia por recorrer desde el punto más alejado del interior de una edificación, hacia cualquier punto de la ruta de evacuación, no sea mayor de 40 m. En caso contrario, el tiempo máximo de evacuación de los ocupantes a un lugar seguro deberá ser de tres minutos;
- e) Que las escaleras eléctricas sean consideradas parte de una ruta de evacuación, previo bloqueo de la energía que las alimenta y de su movimiento;
- f) Que los elevadores no sean considerados parte de una ruta de evacuación y no se usen en caso de incendio;
- g) Que los desniveles o escalones en los pasillos y corredores de las rutas de evacuación estén señalizados, de conformidad con la NOM-026-STPS-2008 o la NOM-003-SEGOB-2002, o las que las sustituyan, y
- h) Que en el recorrido de las escaleras de emergencia exteriores de los centros de trabajo de nueva creación, las ventanas, fachadas de vidrio o cualquier otro tipo de aberturas, no representen un factor de riesgo en su uso durante una situación de emergencia de incendio.

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

- a) Que estén identificadas conforme a lo señalado en la NOM-026-STPS-2008 o la NOM-003-SEGOB-2002, o las que las sustituyan;
- 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, y
- g) Que cuando sus puertas sean consideradas como salidas de emergencia, y funcionen en forma automática, o mediante dispositivos eléctricos o electrónicos, permitan la apertura manual, si llegara a interrumpirse la energía eléctrica en situaciones de emergencia.

7.17 Instalar extintores en las áreas del centro de trabajo, de acuerdo con lo siguiente:

- a) Contar con extintores conforme a la clase de fuego que se pueda presentar (Véanse la Guía de Referencia VII, Extintores contra Incendio y la Guía de Referencia VIII Agentes Extintores);
- b) Colocar al menos un extintor por cada 300 metros cuadrados de superficie o fracción, si el grado de riesgo es ordinario;
- c) Colocar al menos un extintor por cada 200 metros cuadrados de superficie o fracción, si el grado de riesgo es alto;
- d) No exceder las distancias máximas de recorrido que se indican en la Tabla 1, por clase de fuego, para acceder a cualquier extintor, tomando en cuenta las vueltas y rodeos necesarios:

Tabla 1
Distancias máximas de recorrido por tipo de riesgo y clase de fuego

Riesgo de incendio	Distancia máxima al extintor (metros)		
	Clases A, C y D	Clase B	Clase K
Ordinario	23	15	10
Alto	23	10*	10

* Los extintores para el tipo de riesgo de incendio alto y fuego clase B, se podrán ubicar a una distancia máxima de 15 m, siempre que sean del tipo móvil.

- e) Los centros de trabajo o áreas que lo integran con sistemas automáticos de supresión, podrán contar hasta con la mitad del número requerido de extintores que correspondan, de acuerdo con lo señalado en los incisos b) y c) del presente numeral, siempre y cuando tengan una capacidad nominal de al menos seis kilogramos o nueve litros;
- f) Colocarlos a una altura no mayor de 1.50 m, medidos desde el nivel del piso hasta la parte más alta del extintor, y
- g) Protegerlos de daños y de las condiciones ambientales que puedan afectar su funcionamiento.

7.18 Proporcionar mantenimiento a los extintores como resultado de las revisiones mensuales. Dicho mantenimiento deberá estar garantizado conforme a lo establecido en la NOM-154-SCFI-2005, o las que la sustituyan, y habrá de proporcionarse al menos una vez por año. Cuando los extintores se sometan a mantenimiento, deberán ser reemplazados en su misma ubicación, por otros cuando menos del mismo tipo y capacidad.

7.19 Proporcionar la recarga a los extintores después de su uso y, en su caso, como resultado del mantenimiento, la cual deberá estar garantizada de acuerdo con lo establecido en la NOM-154-SCFI-2005, o las que la sustituyan.

8. Plan de atención a emergencias de incendio

8.1 El plan de atención a emergencias de incendio deberá contener, según aplique, lo siguiente:

- 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, entre otros;
- 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, y
- 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, y
- c) Los recursos para desempeñar las funciones de las brigadas.

9. Brigadas contra incendio

9.1 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, y
- c) Los resultados de los simulacros, con base en lo establecido en el numeral 10.3, incisos d), e), f) y g) de la presente Norma, considerando los accidentes previsible más graves que puedan llegar a ocurrir en las diferentes áreas de las instalaciones.

9.2 Los integrantes de las brigadas deberán ser seleccionados entre los trabajadores que cuenten con disposición para participar y con aptitud física y mental para desarrollar las funciones que se les asignen en el plan de atención a emergencias de incendio.

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, y
- 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.

10. Simulacros de emergencias de incendio

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

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, y
- 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.

10.3 Los resultados de los simulacros de emergencias de incendio se deberán registrar con al menos la información siguiente:

- 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, y
- h) Los nombres de los encargados de coordinarlo.



11. Capacitación

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.

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, y
 - 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, y
- f) Conducir a visitantes del centro de trabajo en simulacros o en casos de emergencia de incendios, a un lugar seguro.

11.3 Los brigadistas de los centros de trabajo clasificados con riesgo de incendio alto, deberán ser capacitados, además de lo establecido en los numerales 11.1 y 11.2, 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, establecido en el Capítulo 8 de esta Norma;
- 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, y
- 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, y
 - 6) Los métodos de mitigación para controlar la sustancia.

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.

11.5 El programa anual de capacitación deberá contener, al menos, la información siguiente:

- a) Los puestos de trabajo involucrados en la capacitación;
- b) Los temas de la capacitación de acuerdo con los numerales 11.1, 11.2 y 11.3;
- c) Los tiempos de duración de los cursos, pláticas o actividades de capacitación y su periodo de ejecución, y
- d) El nombre del responsable del programa.

...

Apéndice A

Clasificación del Riesgo de Incendio

A.1 Indicaciones para clasificar el riesgo de incendio

A.1.1 Para determinar el riesgo de incendio en el centro de trabajo, se aplicará la Tabla A.1.

Tabla A.1
Determinación del riesgo de incendio

Concepto	Riesgo de incendio	
	Ordinario	Alto
Superficie construida, en metros cuadrados.	Menor de 3 000	Igual o Mayor de 3 000
Inventario de gases inflamables, en litros.	Menor de 3 000	Igual o Mayor de 3 000
Inventario de líquidos inflamables, en litros.	Menor de 1 400	Igual o Mayor de 1 400
Inventario de líquidos combustibles, en litros.	Menor de 2 000	Igual o Mayor de 2 000
Inventario de sólidos combustibles, incluido el mobiliario del centro de trabajo, en kilogramos.	Menor de 15 000	Igual o Mayor de 15 000
Materiales pirofóricos y explosivos, en kilogramos.	No aplica	Cualquier cantidad



A.1.2 La clasificación del riesgo de incendio en el centro de trabajo se podrá determinar por las áreas que lo integran, siempre y cuando estén delimitadas mediante materiales resistentes al fuego o por distanciamiento, que impidan una rápida propagación del fuego entre las mismas.

A.1.3 Para la determinación del riesgo de incendio, se deberá proceder de la manera siguiente:

- a) Identificar la superficie construida en metros cuadrados del centro de trabajo, o de las áreas que lo integran.
- b) Identificar el inventario máximo que se haya registrado en el transcurso de un año, de los materiales, sustancias o productos que se almacenen, procesen y manejen en el centro de trabajo, o en las áreas que lo integran, para los conceptos de la Tabla A.1 que resulten aplicables.
- c) Para determinar el inventario de sólidos combustibles por el mobiliario en oficinas administrativas y otras áreas similares, se considerará un promedio de 60 kg por cada trabajador del centro de trabajo, o de las áreas que lo integran. No se contabilizarán los trabajadores que realicen sus actividades fuera del centro de trabajo, tales como conductores, repartidores, vendedores, promotores, entre otros. Opcionalmente, el inventario podrá determinarse considerando la cantidad real existente.
- d) Cuando se disponga en el centro de trabajo, o en las áreas que lo integran, de dos o más materiales, sustancias o productos que correspondan a un mismo concepto, el riesgo de incendio para dicho concepto se determinará con base en la sumatoria de los inventarios de dichos materiales, sustancias o productos.
 - e) Cuando se disponga en el centro de trabajo, o en las áreas que lo integran, de dos o más materiales, sustancias o productos que correspondan a gases inflamables, líquidos inflamables, líquidos combustibles y/o sólidos combustibles, de igual o de distinto riesgo de incendio, éste se determinará con base en la fórmula siguiente:

$$\left(\frac{\text{Inventario 1}}{\text{Cantidad 1}} \right) + \left(\frac{\text{Inventario 2}}{\text{Cantidad 2}} \right) + \left(\frac{\text{Inventario 3}}{\text{Cantidad 3}} \right) + \left(\frac{\text{Inventario 4}}{\text{Cantidad 4}} \right)$$

Es decir:

$$\left(\frac{\text{Inventario de gases inflamables}}{3000 \text{ litros}} \right) + \left(\frac{\text{Inventario de líquidos inflamables}}{1400 \text{ litros}} \right) + \left(\frac{\text{Inventario de líquidos combustibles}}{2000 \text{ litros}} \right) + \left(\frac{\text{Inventario de sólidos combustibles}}{15000 \text{ kilogramos}} \right)$$

Donde:

Inventario 1, Inventario 2, Inventario 3 e Inventario 4, es el inventario máximo que se haya registrado en el transcurso de un año de los materiales, sustancias o productos que se almacenen, procesen y manejen en el centro de trabajo, o en las áreas que lo integran, para cada uno de los conceptos que resulten aplicables de la Tabla A.1 del presente Apéndice.

Cantidad 1, Cantidad 2, Cantidad 3 y Cantidad 4, es la establecida para cada uno de los conceptos que resulten aplicables al centro de trabajo, o a las áreas que lo integran, de la Tabla A.1 del presente Apéndice.

Resultados y clasificación

Si el resultado de la sumatoria es menor a UNO, al centro de trabajo, o al área que lo integra, le corresponderá por concepto del inventario de gases inflamables, líquidos inflamables, líquidos combustibles y/o sólidos combustibles, el riesgo de incendio ordinario.

$$\left(\frac{\text{Inventario 1}}{\text{Cantidad 1}} \right) + \left(\frac{\text{Inventario 2}}{\text{Cantidad 2}} \right) + \left(\frac{\text{Inventario 3}}{\text{Cantidad 3}} \right) + \left(\frac{\text{Inventario 4}}{\text{Cantidad 4}} \right) < 1$$

Si el resultado de la sumatoria es igual o mayor a UNO, al centro de trabajo, o al área que lo integra, le corresponderá por concepto del inventario de gases inflamables, líquidos inflamables, líquidos combustibles y/o sólidos combustibles, el riesgo de incendio alto.

$$\left(\frac{\text{Inventario 1}}{\text{Cantidad 1}} \right) + \left(\frac{\text{Inventario 2}}{\text{Cantidad 2}} \right) + \left(\frac{\text{Inventario 3}}{\text{Cantidad 3}} \right) + \left(\frac{\text{Inventario 4}}{\text{Cantidad 4}} \right) \geq 1$$

A.1.4 Se clasificarán con riesgo de incendio:

- a) **Ordinario:** Los centros de trabajo con superficie construida menor de tres mil metros cuadrados y que obtengan un resultado menor a UNO, con motivo de la aplicación de la fórmula a que se refiere el numeral A.1.3, inciso e).
- b) **Alto:** Los centros de trabajo con superficie construida igual o mayor de tres mil metros cuadrados, así como los centros de trabajo con cualquier superficie construida y/o que obtengan un resultado igual o mayor a UNO, con motivo de la aplicación de la fórmula a que se refiere el numeral A.1.3, inciso e).

A.1.5 Las áreas de paso, esparcimiento y estacionamiento del centro de trabajo que, de manera excepcional, se utilicen temporalmente, por no más de siete días, para realizar actividades de almacenamiento de líquidos inflamables o combustibles, no estarán sujetas a la clasificación del riesgo de incendio; sin embargo, en ellas se deberá contar, al menos, con equipo contra incendio portátil o móvil, de acuerdo con el tipo de fuego que se pueda presentar.

A.1.6 Cuando se modifiquen los inventarios máximos que se hayan registrado en el transcurso de un año, de los materiales, sustancias o productos, se deberá efectuar una nueva determinación del riesgo de incendio.

A.2 Presentación de la clasificación del riesgo de incendio



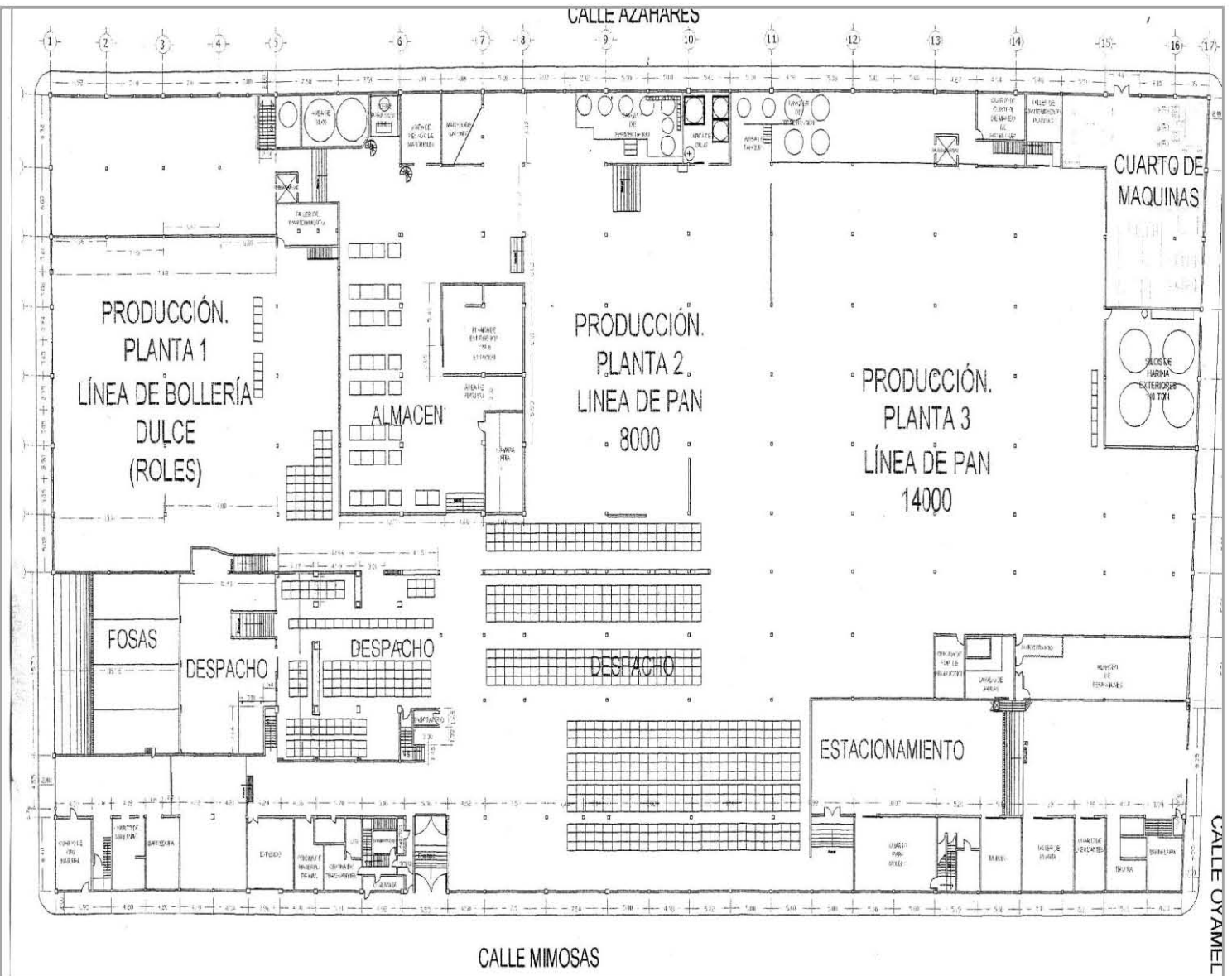
A.2.1 La clasificación del riesgo de incendio, ya sea integral o por áreas del centro de trabajo, se anotará en escrito libre, al menos con los datos siguientes:

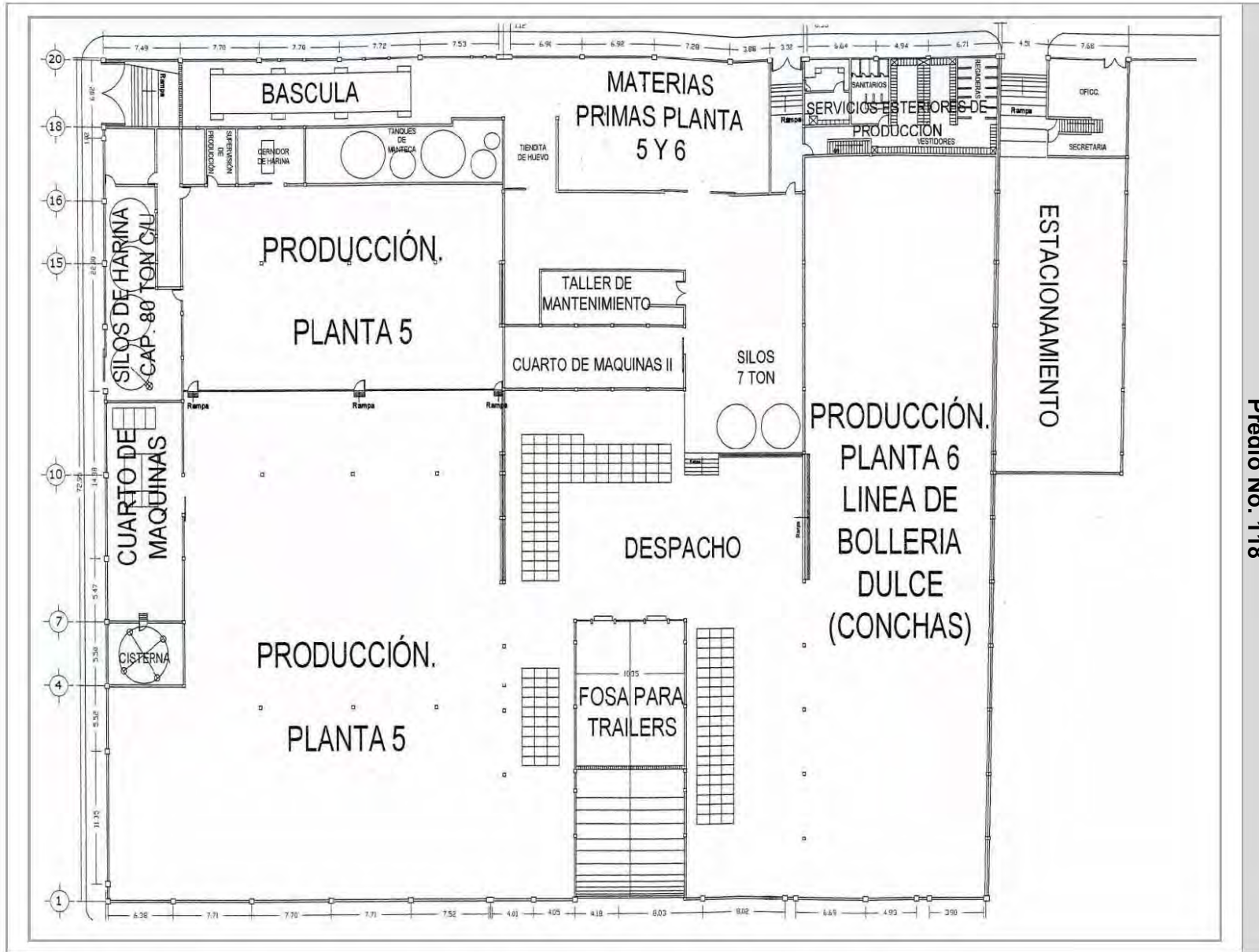
- a) El nombre, denominación, razón social o identificación específica del centro de trabajo;
 - b) El domicilio completo del centro de trabajo;
 - c) La descripción general del proceso productivo, así como los materiales y cantidades que se emplean en dichos procesos;
 - d) El número máximo de trabajadores por turnos de trabajo o, en su caso, los ubicados en locales, edificios o niveles del centro de trabajo;
 - e) El número máximo estimado de personas externas al centro de trabajo que concurren a éste, tales como contratistas y visitantes;
 - f) La superficie construida en metros cuadrados;
 - g) El desglose del inventario máximo que se haya registrado en el transcurso de un año, de los materiales, sustancias o productos que se almacenen, procesen y manejen en el centro de trabajo, y la clasificación correspondiente en cada caso, según lo establecido en la Tabla A.1.
- Cuando la clasificación se haya efectuado de manera independiente por cada área de trabajo, se presentará el desglose de inventarios y la clasificación correspondiente para cada una de éstas;
- h) El cálculo desarrollado para la determinación final del riesgo de incendio;
 - i) La fecha de realización de la determinación final del riesgo de incendio;
 - j) El tipo de riesgo de incendio (ordinario o alto), y
 - k) El nombre de la(s) persona(s) responsable(s) de la clasificación realizada.



Anexo B. Croquis de los predios del centro laboral

Predio No. 117



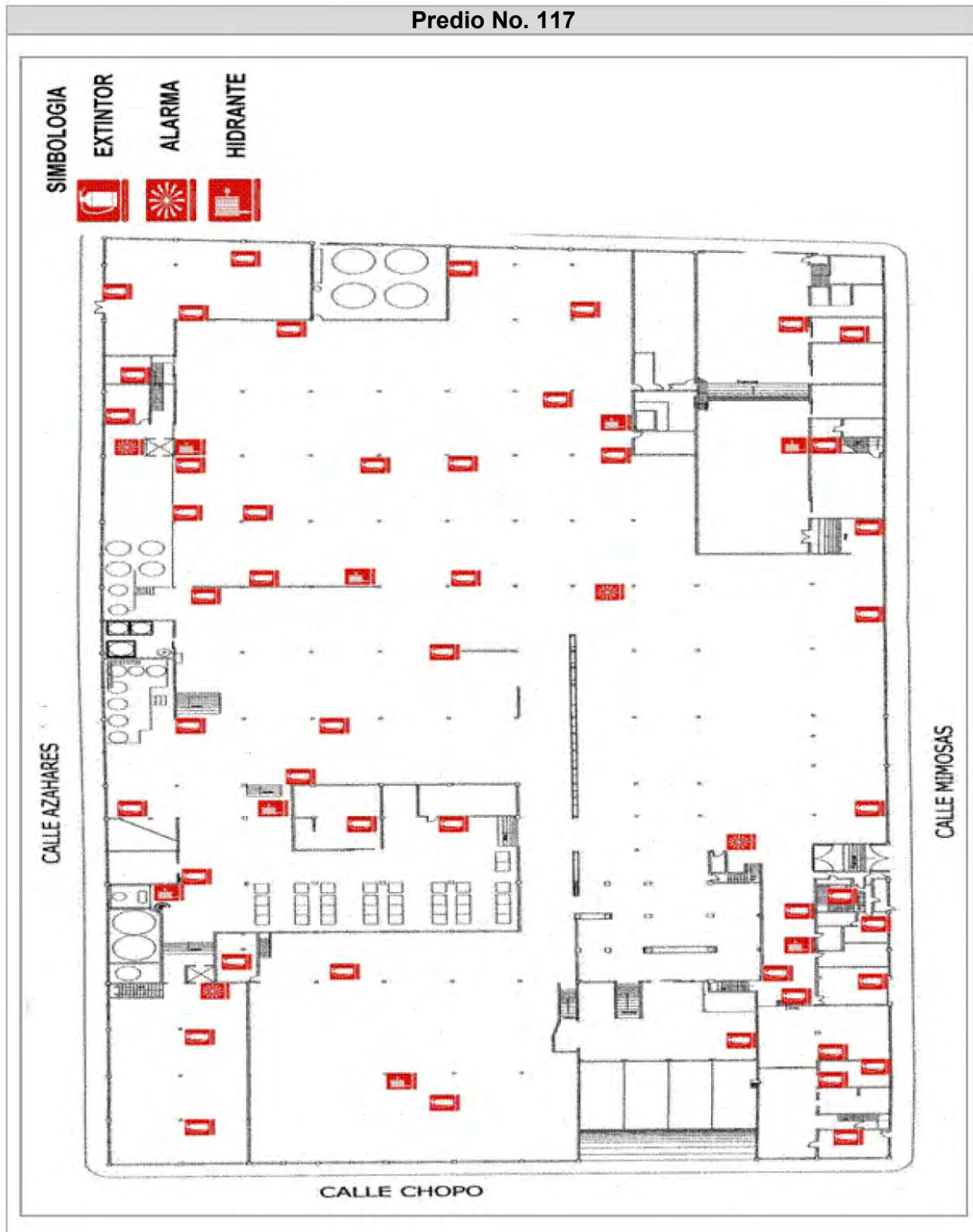


Predio No. 118





Anexo C. Croquis con la ubicación de los equipos de combate contra incendio.





Predio No. 118

