

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA.

ESCUELA DE SEGURIDAD LABORAL E HIGIENE AMBIENTAL.

**PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OBTAR POR EL TÍTULO DE
BACHILLER EN INGENIERÍA EN SEGURIDAD LABORAR E HIGIENE
AMBIENTAL**

**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL MÉTODO SIMPLIFICADO PARA LA
EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO Y EL MÉTODO GREENER
APLICADOS EN LA EMPRESA VIDRIERA CENTROAMERICANA S.A.**

REALIZADO POR: Jesús Rodríguez Ramírez

PROFESOR ASESOR: MSc. Ing. Jorge Chaves Arce

ASESOR INDUSTRIAL: Sr. Walter Castro Mora

Fecha: 25 de noviembre de 2005

CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN.

Proyecto de graduación defendido públicamente ante el tribunal examinador integrado por: Ing. Miriam Brenes Cerdas, Ing. Alfonso Navarro y MSc. Ing. Jorge Chaves Arce.

Como requisito para optar al grado de Bachiller en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

La orientación y supervisión del trabajo desarrollado por el estudiante, estuvo a cargo del profesor asesor MSc. Ing. Jorge Chaves Arce.

Ing. Miriam Brenes Cerdas
Profesor evaluador

Ing. Alfonso Navarro
Profesor evaluador

MSc. Ing. Jorge Chaves Arce
Profesor Asesor

Jesús Rodríguez Ramírez
Estudiante

AGRADECIMIENTO

Mi primer agradecimiento debe ser sin lugar a dudas para Dios, sin cuya manifestación en cada nuevo día, hubiese sido imposible obtener tantas satisfacciones en lo personal y en lo académico.

Mi gratitud de por vida para mi familia por su apoyo y motivación constante durante tantos años.

Además, quiero dejar patente mi agradecimiento a todas las personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de mi Proyecto de Graduación.

Mi agradecimiento al Señor Walter Castro Mora, a la Señora Marisol Miranda, a los Señores Asistentes de Personal Rigoberto Leiva y Manuel Ramírez, y demás compañeros de la Vidriera Centroamericana S.A., por su apoyo y colaboración.

Muchas gracias a la Ing. Miriam Brenes por su apoyo, ayuda y amistad a lo largo de la carrera.

Finalmente, pero nunca menos importante, mi más sincero agradecimiento al MSc. Ing. Jorge Chaves Arce, profesor asesor, por su consejo, orientación y ayuda durante cada una de la etapas del proyecto.

A todos muchas gracias y que Dios les bendiga.

DEDICATORIA.

**A Álvaro y Martha, mis
padres.**

**Dos personas que con
sacrificio diario, amor y
total libertad, me brindaron
la oportunidad de estudiar
y crecer.**

Resumen

Inicialmente, el proyecto presentó como objetivo principal el diseño de una metodología para la evaluación de riesgo de incendio; dicho objetivo, se buscó ya que se suponía que al ser VICESA una compañía con procesos extremos y especializados, los métodos existentes no caracterizarían de buena manera el nivel de riesgo real de la compañía.

Al aplicar los métodos elegidos para la caracterización inicial del riesgo, se encontró que los mismos hacen una adecuada descripción del nivel actual del mismo.

Como los métodos logran una buena caracterización y la creación de una nueva metodología de evaluación del riesgo de incendio necesitaría de una serie de datos no disponibles y de un periodo de tiempo mayor a los seis meses asignados al proyecto, se optó por dar una nueva orientación al proyecto y enfocarse en un análisis comparativo de dos herramientas de diagnóstico (M.E.S.E.R.I y Gretener).

La comparación de los métodos, generó como resultado información sobre tiempo requerido para la aplicación, deficiencias en el cálculo de cargas de fuego, alcances de las metodologías, apego del cálculo a la definición de riesgo de incendio, valor agregado del cálculo, período de análisis una vez obtenidos los datos necesarios para el cálculo, nivel de caracterización del riesgo de incendio y limitaciones generales entre otros.

Con la aplicación de los métodos se detectó una deficiencia en lo referente a cálculo de cargas de fuego, lo anterior ya que ninguno de ellos indica como debe calcularse dicha variable, con el fin de solventar dicha deficiencia y acelerar el cálculo de esta variable se diseñó un programa de cálculo de cargas de fuego basado en el apéndice 1 del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales.

Abstract

At the beginning, the main objective of the project was to design a methodology in order to evaluate the level of fire risk; this objective was selected because it was supposed that VICESA, a company with specialized and extreme processes, the actual methods would not characterize in a good way the real level of fire risk.

When the selected methods for the initial characterization of fire risk were applied, it was determined that the methods make an adequate description of the actual level of fire risk.

Due to these methods make a good characterization and the creation of a new methodology of fire evaluation would need a series of information not at hand and a period of time longer than six months which have been assigned to finish the project, it was to focus in a comparative analysis of two diagnostic tools (M.E.S.E.R.I and Gretener).

The comparison of methods produced as a result information about the time needed for the application, deficiencies about the compute of charges of fire, reaches of methodologies, attachment about the computation of the definition of fire risk, increased value of fire risk evaluation, analysis period once obtained the needed information for the computation, characterization level of fire risk and general limitations among others.

When the methods were applied deficiency concerning fire charges compute was detected because none of them indicate how to compute this variable, with the purpose of solving this deficiency and speed up the computation of this variable, it was designed a fire charges computation program based on appendix 1 of security regulation against fires in industrial establishments.

Índice General

I. Capítulo 1. Introducción	13
A. Identificación de la empresa	13
1. Misión y Visión de la empresa	13
2. Antecedentes Históricos	14
3. Ubicación geográfica	14
4. La organización	15
5. Número de empleados	15
6. Tipos de productos.	16
7. Mercado	16
8. Proceso productivo	17
B. Justificación	20
C. Objetivos	23
D. Alcances y Limitaciones	24
II. Capítulo 2. Marco Conceptual	26
A. Vidrio	26
B. Hornos de fundición.	26
C. Proceso Prensa – Soplo	27
D. Proceso Soplo- Soplo:	27
E. Fuego	27
F. Riesgo de Incendio	29
G. Peligro Global de Incendio	29
H. Riesgo de incendio aceptado.	30
I. Metodología de evaluación del riesgo de incendio	31
III. Capítulo 3. Metodología	32
A. Tipo de Investigación.	32
B. Fuentes de Información	32
C. Variables y atributos a medir.	33
D. Instrumentos de análisis	37
E. Población en estudio	38
F. Etapas del proyecto	39

IV. Capitulo 4. Análisis de la situación actual (Aplicación de metodologías)	41
A. Introducción al cálculo	41
B. Cálculo del riesgo de incendio mediante el método Gretener	41
1. Carga térmica mobiliaria (q)	42
2. Combustibilidad (c)	43
3. Formación de humos (r)	44
4. Peligro de Combustión/ toxicidad (K)	45
5. Carga térmica inmobiliaria (i)	46
6. Nivel de plantas o altura del local (e)	47
7. Amplitud de los compartimentos cortafuego y su relación largo- ancho (g)	48
8. Cálculo de medidas normales (N)	51
a. Extintores Portátiles (n_1)	51
b. Bocas de incendio equipadas (n_2)	52
c. Fiabilidad del abastecimiento de agua (n_3)	52
d. Longitud del conducto de transporte de agua (n_4)	53
e. Personal instruido (n_5)	54
9. Cálculo de medidas especiales (S)	54
a. Detección del fuego (s_1)	54
b. Transmisión de la alarma (s_2)	55
c. Intervención (s_3)	56
d. Escalones de intervención de los bomberos públicos (s_4)	57
e. Instalaciones fijas de extinción (s_5)	58
f. Instalaciones automáticas de evacuación de calor y humos (s_6)	58
10. Resistencia al fuego de los materiales	59
11. Peligro Global de incendio (B)	59
12. Riesgo efectivo de incendio y riesgo aceptable de incendio	60
13. Prueba de suficiente seguridad contra incendios.	62
C. Cálculo del riesgo de incendio mediante el Método Simplificado de Evaluación del riesgo de Incendio	64
1. Introducción al cálculo mediante el método M.E.S.E.R.I.	64
2. Factores generadores y agravantes.	65
a. Factores de construcción.	65
b. Factores de situación.	69
c. Factores de proceso y operación.	70
d. Factores de valor económico de los bienes.	74

3. Factores reductores y protectores	78
a. Instalaciones de protección contra incendios	79
b. Organización de la protección contra incendios	83
4. Resultados	84
D. Comentarios sobre los métodos.	85
V. Capitulo 5. Conclusiones	88
VI. Capitulo 6. Recomendaciones	93
VII. Capitulo 7. Bibliografía	95
VIII. Capitulo 8. Apéndices	<u>99</u>

Índice de cuadros

Cuadro 4.1 Carga de fuego mobiliaria y coeficientes asignados por el método Gretener a las secciones en estudio.	43
Cuadro 4.2 Combustibilidad y coeficientes asignados por el método Gretener a las secciones en estudio.	44
Cuadro 4.3 Formación de humos y coeficientes asignados por el método Gretener a las secciones en estudio.	45
Cuadro 4.4 Peligro de combustión y toxicidad y sus respectivos coeficientes para el cálculo de riesgo de incendio.	46
Cuadro 4.5 Coeficientes asignados por el método Gretener a la carga de fuego inmobiliaria.	47
Cuadro 4.6 Coeficientes asignados por el método Gretener al número de plantas o altura del local	48
Cuadro 4.7 Tipo de edificación según el método Gretener.	49
Cuadro 4.8 Coeficiente asignado para el cálculo según tipo de edificación	50
Cuadro 4.9.Principales características de las bombas de incendios.	53
Cuadro 4.10 Coeficientes asignados por el método Gretener a la resistencia al fuego de los materiales de construcción	59
Cuadro 4.11.Peligro global de incendio en las zonas estudiadas	60
Cuadro 4.12. Riesgo de incendio efectivo	61
Cuadro 4.13. Valores de riesgo aceptado para las zonas evaluadas	62
Cuadro 4.14. Valores de λ para las zonas de la compañía evaluadas	63
Cuadro 4.15. Puntuación por altura del local	66
Cuadro 4.16. Puntuación por resistencia al fuego de las edificaciones.	67
Cuadro 4.17. Resistencia al fuego de los elementos portantes	68
Cuadro 4.18. Falsos Techos	69
Cuadro 4.19. Peligro de activación por sectores de la planta	71
Cuadro 4.20. Carga térmica de las secciones evaluadas y su respectiva puntuación.	72
Cuadro 4.21. Inflamabilidad de los combustibles de las secciones evaluadas y su respectiva puntuación.	73

Cuadro 4.22. Puntuación por almacenamiento en altura para el cálculo de M.E.S.E.R.I. _____	74
Cuadro 4.23 Puntaje por concentración de valores _____	75
Cuadro 4.24 Factores de destructibilidad asociados con el incendio. _____	77
Cuadro 4.25. Factores de Propagación Vertical y horizontal _____	78
Cuadro 4.26. Puntajes finales de las unidades constructivas en estudio. ____	85

Índice de Figuras

<u>Número</u>	<u>Descripción</u>	<u>Página</u>
1.1	Organigrama de VICESA	15
1.2	Diagrama de flujo de Producción de envases de vidrio	18
2.1	Tetraedro del fuego.	28
4.1	Extintores de VICESA por tipo de agente extintor	51
4.2	Distribución de hidrantes y bocas de incendio equipadas en VICESA	82
4.3	Gráfico de la priorización de las secciones en estudio por los métodos Gretener y M.E.S.E.R.I.	86
8.1	Clasificación tripartita de riesgos	99

**“Las personas no son recordadas por el número de veces que fracasan, sino por el número de veces que tienen éxito”.
Thomas Alva Edison.**

I. Capítulo 1

Introducción

A. Identificación de la empresa

La Empresa Vidriera Centroamericana S.A. (nombrada en adelante como VICESA) forma parte del grupo Vidriero Centroamericano (Grupo VICAL).

Esta organización, posee plantas hermanas en Guatemala y México, siendo la ubicada en territorio nacional la más pequeña de las tres.

La planta se mantiene en constante operación los trescientos sesenta y cinco días del año, durante veinticuatro horas al día.

Para garantizar la actividad continua, divide la jornada laboral en cuatro turnos, como se muestra a continuación:

- ▶ De 6:00 a.m. a 2:00 p.m.
- ▶ De 11:00 a.m. a 10:00 p.m.
- ▶ De 10:00 p.m. a 6:00 a.m.
- ▶ Libre

Su producto de mercadeo son los envases de vidrio. Para la fundición del mismo, utilizan dos hornos que laboran a 1500 ° C de manera constante durante un periodo de dos años luego de los cuales se apagan para brindarles el mantenimiento respectivo.

1. Misión y Visión de la empresa

La empresa no tiene establecidos estos dos aspectos, pero, en su ausencia, se puede rescatar su objetivo principal que es: Satisfacer las necesidades de artículos de vidrio de calidad, para la industria y comercio de Costa Rica, Centroamérica, Panamá, Estados Unidos y la Cuenca del Caribe.

También, es importante recalcar su política de calidad, que textualmente dice: “Es política de nuestra compañía proveer a nuestros clientes productos y servicios que cumplan con los requerimientos y especificaciones acordadas a fin de mantener o mejorar su satisfacción.

Para lograr lo anterior, el personal debe de conocer los requerimientos de los procesos en los que participa y orientarse a cumplirlos consistentemente.

Con esta finalidad buscaremos la operación eficaz y el mejoramiento continuo de nuestro sistema". (Castro, 2005 b)

2. Antecedentes Históricos

La idea de concepción de la empresa se dio en el año de mil novecientos setenta y cuatro, con un esfuerzo de inversionistas costarricenses representados por Florida Ice And Farm de Costa Rica, Cervecería Centroamericana de Guatemala y el Grupo VITRO de México.

Vidriera Centroamericana S.A. inicia operaciones el 1 de octubre del año mil novecientos setenta y ocho, con un horno de fundición con capacidad para ciento setenta toneladas y cuatro líneas de fabricación equipadas con máquinas I.S. de FAMA para la fabricación de los envases de vidrio.

Desde ese año, VICESA, se introdujo de lleno en el mercado del vidrio; sus productos son vendidos a la industria medicinal, alimenticia, licorera, viñera, cervecera y a las dedicadas a cosméticos y productos industriales.

En el año de mil novecientos noventa y nueve, inició operaciones en su nueva planta (actual); estas nuevas instalaciones tienen capacidad para procesar doscientas toneladas de materia prima por día y de producir cuatrocientas toneladas diarias de producto, con las siete líneas de producción de envases de vidrio; en dichas líneas, se encuentran instalados equipos de inspección automatizados que revisan el producto terminado.

3. Ubicación geográfica

El espacio geográfico en el que se encuentran las instalaciones de VICESA es: San Nicolás, Taras, Cartago, Costa Rica.

4. La organización

La empresa se encuentra dividida organizacionalmente en una Dirección General, una Gerencia General, siete Subgerencias, y una Jefatura, cabe resaltar que la oficina de Seguridad e Higiene Ocupacional pertenece a la gerencia de recursos Humanos; los departamentos se interrelacionan de la forma que ilustra el siguiente organigrama:

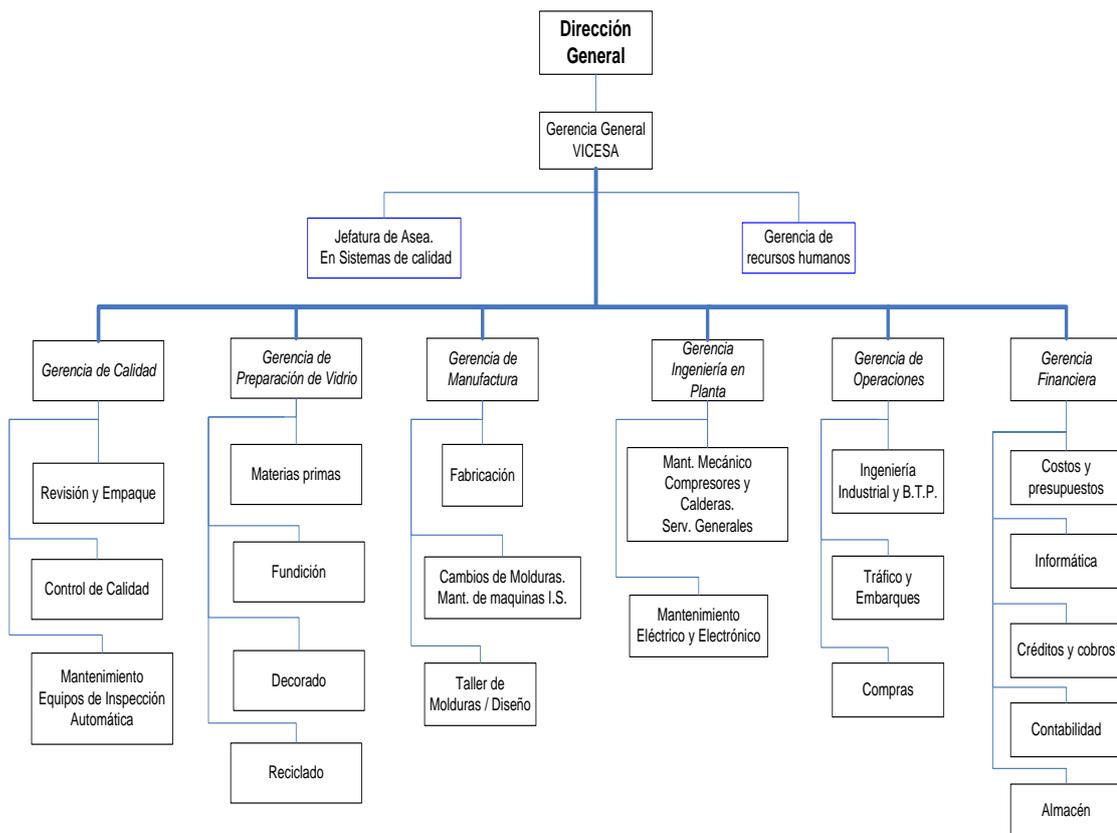


Figura 1.1 Organigrama de VICESA

Fuente: Departamento de Salud Ocupacional VICESA S.A.

5. Número de empleados

La compañía cuenta con un número aproximado de ochocientos veinte colaboradores que se distribuyen en las distintas áreas de la organización.

6. Tipos de productos.

La empresa está en la capacidad de producir más de mil cien diferentes artículos de vidrio, mediante los procesos soplo-soplo y prensa-soplo¹.

Los envases producidos, se pueden agrupar en distintas clasificaciones según la forma y la utilización final del mismo.

Las categorías de envases producidos son las siguientes²:

- Tipo Refresquero.
- Tipo licorero.
- Tipo medicinales y de conserva.

Las tres clasificaciones anteriores pueden ser fabricadas en variados colores, formas y tamaños, según los requerimientos solicitados por el cliente; el color del envase puede estar entre cristalino, verde georgia, verde esmeralda y ámbar.

7. Mercado

La entidad maneja un mercado muy amplio tanto a nivel nacional como internacional.

Del total de la producción solo el veinticinco por ciento es vendido en el mercado nacional y el restante setenta y cinco por ciento se destina al mercado internacional, principalmente al resto de Centroamérica, República Dominicana, Haití y Barbados.

Los principales clientes, a nivel nacional, en este momento son: NOVARTIS, Productos Florida Ice and Farm, UNILEVER, DEMASA, Conservas del Valle, HEINZ, KAMUK, Café Rey, SALICSA, FEMSA, Embotelladora Centroamericana, SARDIMAR, FANAL y ALIMER.

A nivel internacional los clientes son los siguientes: Compañía Licorera de Nicaragua, Cervecería Centroamericana, Cerveza REINA, Cervecería Honduras, Laboratorios FINNAY, PLAYFRUT, entre otros.

Cabe resaltar, que VICESA ocupa según la publicación Pulso Regional 2005, del Semanario el Financiero, importantísimos lugares entre las compañías exportadoras del país; es así como se ubica en el lugar número trece de las

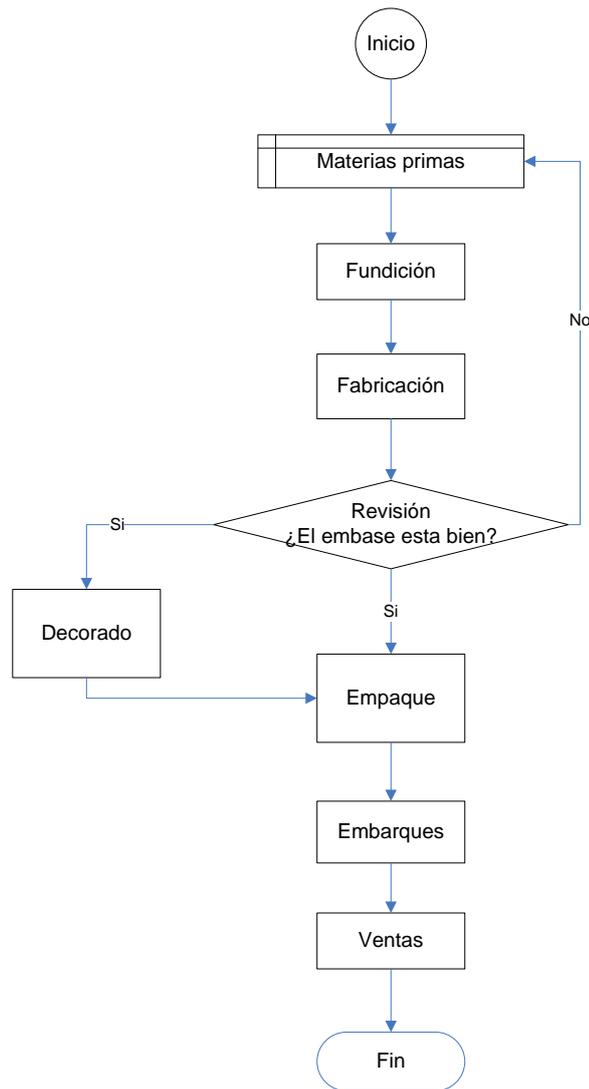
¹ Ver las definiciones en marco conceptual

² Ver las definiciones en el apéndice número 1. Glosario

exportadoras al Salvador; quinto en las exportaciones a Guatemala; décimo quinto en las exportaciones a Honduras; octavo en las exportaciones a Nicaragua y cuarto en las exportaciones a República Dominicana.

8. Proceso productivo

El proceso que se realiza en VICESA para producir cada uno de los envases es lineal y bastante simple de representar. El siguiente diagrama de flujo muestra de manera completa el proceso.



Simbología



Figura 1.2. Diagrama de flujo de producción de envases de vidrio.

Fuente: Autor.

En la sección de materias primas se unen la piedra caliza, sílice, Feldespato, Soda ASH y la pedacería de vidrio, entre otros materiales.

En el mismo sector, se elabora la fórmula (mezcla de materias primas) según el tipo de vidrio que se desea obtener; a partir de dicha fórmula se piden y pesan los materiales mediante un sistema automatizado; la mezcla es llevada mediante

conductos mecánicos hasta los hornos de fundición, en ellos, las sustancias sólidas son fundidas formando el vidrio líquido maleable que es llevado hasta las maquinas molduradoras que forman el envase.

Luego de formado el envase con el fin de eliminar los esfuerzos a las botellas (diferencias entre la temperatura interna y la temperatura externa) las mismas son llevadas hasta el horno de recocido donde se logra igualar la temperatura interna y la temperatura externa del envase (González, 2005).

Terminado la etapa anterior, la botella pasa por medio de cintas trasportadoras hasta el área de inspección de calidad. Si la botella es rechazada, la misma es llevada mediante transporte mecanizado hasta el sótano de materias primas donde nuevamente será fundida y utilizada como materia prima; por el contrario, si la botella es aceptada, la pieza puede experimentar dos rutas:

- i. Enviarla a Decoración (donde se pinta la botella)
- ii. Llevarla directamente a Empaque.

Independientemente de la línea que se siga siempre la botella es llevada hasta Embarques y finalmente a Ventas.

B. Justificación

El análisis del riesgo de incendio es un proceso de suma importancia dentro de cualquier compañía ya que la pérdida máxima esperada podría ser del cien por ciento de los activos.

Su ocurrencia es considerada una seria amenaza, capaz incluso, de sacar del mercado a una empresa, principalmente, por el largo periodo de recuperación necesario luego del evento.

Factor responsabilidad

VICESA posee contratos con muchas de las principales empresas nacionales; a la vez a nivel internacional, sirve como proveedor a grandes industrias del área Centroamericana y el Caribe; dichas firmas, necesitan tener la certeza de que los envases para sus productos van a estar listos a tiempo y manteniendo la calidad necesaria para garantizar el óptimo empaque de sus productos

Es por esto que la evaluación del riesgo de incendio es una actividad de primordial importancia para disminuir la posibilidad de que el fuego sea un agente delimitante a la hora de suplir las ordenes hechas por las empresas contratistas.

Antecedentes Históricos

En la planta industrial, específicamente en el año de mil novecientos setenta y nueve se produjo un incendio en el cual se quemó el setenta por ciento de la fábrica de aquel entonces.

“Dicho evento inicio en el área de bodegas y se propagó rápidamente en el único edificio existente en aquel momento; las únicas secciones que no se vieron afectadas fueron procesos y fundición. Las causas del mismo no lograron ser determinadas” (Castro, 2005 c).

Ahora bien, un incendio de estas magnitudes en la actualidad seria catastrófico pues la compañía tiene contratos con importantes empresas nacionales e internacionales y ante una pérdida de un setenta por ciento de su espacio físico (entiéndase edificación y maquinaria) la casa madre trasladaría las ordenes de pedido hasta las vidrieras ubicadas en México.

“Considerando que cada horno tiene un valor de dos millones de dólares y que en Guatemala actualmente existe un horno de fundición nuevo apagado, es lógico suponer que la empresa trasladaría sus operaciones en Costa Rica hasta dicho país”. (Castro, 2005 a).

Medidas de control no evaluadas

La compañía cuenta con un sistema fijo de extinción de incendios, brigadas entrenadas y especializadas para el combate de eventos únicos del proceso (por ejemplo una fuga de vidrio del horno de fundición), extintores ubicados a lo largo de la industria, monitores, sistemas de bombas y reserva de agua.

Todos los equipos anteriormente citados con el fin de hacer frente a un incendio; pero, estas medidas se implementaron sin hacer una medición del riesgo de incendio, por lo que para valorarlas y determinar si son funcionales de acuerdo al nivel de riesgo existente se hace necesario medir dicha variable.

Tampoco se conoce si la ubicación de los equipos es la más adecuada y si con su existencia se están cubriendo las áreas más propensas a materializar un incendio. Con la identificación de los espacios con mayor posibilidad de ocurrencia de dicho evento, se podrá evaluar si los mismos están cubiertos con las medidas de prevención y ataque; además, en caso de que deba de realizarse una nueva ubicación de equipo de detección y combate de incendios se podrá determinar en que áreas deben de colocarse.

Carácter académico

Si bien es cierto que existen varias metodologías para evaluar riesgo de incendio, es de conocimiento generalizado que “cada una de ellas presenta una orientación diferente y están a la vez diseñadas para la Industria en general” (Fuentes, 2001). Ante la variedad de métodos, es importante determinar las principales diferencias y similitudes entre metodologías de orientación cuantitativa y cualitativa para así poseer una referencia que permita elegir la herramienta adecuada para valorar el riesgo de incendio.

Además, cuando se desea aplicar una metodología, es importante poseer una crónica sobre las principales características y alcances de la misma; siendo lo

ideal, que dichas conclusiones se generen de la aplicación a nivel nacional de las mismas.

La comparación, en este caso, de una metodología cualicuantitativa (M.E.S.E.R.I) y otra cuantitativa (Gretener) permite conocer al interesado en la aplicación, el nivel de cuantificación y los recursos mínimos necesarios para el desarrollo de cada una de ellas.

Integridad y seguridad de los trabajadores

Garantizar la seguridad e integridad de los trabajadores debe ser uno de los objetivos fundamentales de toda organización.

La ocurrencia de un incendio dentro de la compañía pone en peligro a todos los miembros de la organización; lo anterior, ha quedado en evidencia en los últimos eventos ocurridos en el país; mediante una adecuada evaluación del nivel de riesgo incendio y tomando las posteriores medidas correctivas se disminuye la probabilidad de que la materialización de dicho evento y por ende la probabilidad de daño del mismo sobre las personas.

Impacto sobre el ambiente

El incendio es uno de los eventos que genera mayor contaminación del aire debido a la gran cantidad de humo producido.

Realizando un estudio del nivel de riesgo de incendio y buscando reducir la probabilidad de ocurrencia del mismo se contribuye a prevenir una potencial contaminación ambiental.

C. Objetivos

Objetivos generales

1. Determinar los alcances y limitaciones del Método Simplificado para la Evaluación del Riesgo de Incendio y del Método Gretener; de manera que, mediante su aplicación, logre determinarse las principales características y limitaciones para facilitar la futura elección de uno de ellos para la valoración del riesgo de incendio.
2. Determinar el riesgo medible de incendio de manera que con los datos obtenidos, se identifique las áreas más propensas al riesgo investigado y se determine si las medidas de prevención y ataque de incendio son adecuadas y suficientes.

Objetivos Específicos

1. Establecer las características más relevantes de los métodos o técnicas de evaluación de riesgo de incendio, mediante la comparación de los resultados obtenidos de la aplicación de los mismos en VICESA.
2. Establecer el aporte calorífico del mobiliario.
3. Determinar las características más importantes de las medidas de prevención y de combate de incendios existentes en VICESA.
4. Establecer el tiempo de reacción de los bomberos ante una eventual emergencia.
5. Valorar la capacidad de ataque de un evento tanto de los bomberos públicos como de la brigada industrial.

D. Alcances y Limitaciones

Alcances

Mediante la aplicación tanto del método M.E.S.E.R.I como del Gretener y la comparación entre los resultados generados por ambos, se logró generar una lista de conclusiones sobre las mismas de manera que, una persona que desee aplicar cualquiera de los dos métodos puede conocer variables como el tiempo que debe asignar, los recursos, el valor agregado del cálculo, entre otros.

Además, se generó un programa para el cálculo automático de las cargas de fuego.

Finalmente, con los datos obtenidos de la aplicación de los métodos se valoró el nivel de riesgo de incendio de la empresa tanto cualitativamente como cualicuantitativamente priorizando las distintas secciones constructivas en cuanto a nivel de riesgo de incendio.

También se logró determinar que la seguridad contra incendios actual es suficiente de acuerdo al nivel de riesgo en todas las secciones en estudio.

Limitaciones

Al ser las instalaciones de VICESA tan amplias y manejar altísimos inventarios, se debe de restringir el estudio a la valoración objetiva dejando por fuera los factores subjetivos y no medibles por lo que el riesgo real de incendio puede verse aumentado por variables como estado de los cables eléctricos, separación entre máquinas, etc.

Otra limitación consiste en que a la hora de realizar los cálculos de aporte calorífico, se tiene que los materiales almacenados presenta importantes variaciones en cuanto a la cantidad de los mismos, por lo que, para realizar el cálculo se utilizan valores promedios, muchos de los cuales se obtuvieron mediante aproximaciones.

Además, no se contó con los valores de aporte calorífico específico para las grasas, aceites y solventes utilizados en distintas secciones de la compañía y debió asumirse el valor genérico de cada una de ellas.

Finalmente no fue posible considerar el área de la soda de la empresa para realizar la evaluación del riesgo de incendio.

II. Capítulo 2

Marco Conceptual

Para realizar la evaluación del riesgo de incendio es de suma importancia familiarizarse con los conceptos básicos que encierra el análisis del mismo.

Además, como VICESA es una empresa productora de envases de vidrio, es primordial manejar una serie de conceptos básicos sobre el proceso y la compañía en particular.

Primeramente se introducen los conceptos sobre la empresa con el fin de comprender mejor el trabajo y las particularidades del proceso.

A. Vidrio

“Material duro, frágil y transparente. A pesar de comportarse como sólido es un líquido sobre enfriado y amorfo. El vidrio ordinario se obtiene por fusión aproximadamente a 1250 °C de SiO_2 , Na_2CO_3 , $CaCO_3$ (Para ver el significado de las fórmulas químicas ver glosario en apéndice 1). Su moldeado solo es posible cuando se encuentra fundido o lo suficientemente caliente para ser maleable” (Vidrio, 2003).

Para formar el vidrio es necesario calentar las materias primas hasta elevadas temperaturas, es por eso que la compañía cuenta con dos hornos de fundición; a continuación se muestra la definición de dicha herramienta de trabajo.

B. Hornos de fundición.

“Área física cerrada con elementos resistentes a altas temperaturas, en la cual tanto la pedacería de vidrio como los ingredientes químicos con los cuales se elabora el vidrio son sometidos a una temperatura promedio de 1500 °C con el fin de crear la etapa líquida maleable y dirigir este fluido hasta las máquinas formadoras de botellas.” (Castro, 2005 a).

Para crear el recipiente en las máquinas formadoras, se utilizan dos tipos de procesos que son prensa- soplo y soplo- soplo, la definición de estos pasos se muestra a continuación:

C. Proceso Prensa – Soplo

“Proceso de elaboración de envases de vidrio tipo conserva (por ejemplo los de colados Gerber) mediante dos etapas; la primera se realiza utilizando un molde (prensa) que le da la forma básica y semidefinida a la pieza de vidrio; la segunda se realiza de forma inmediata una vez concluida la primera y consiste en definir la forma del envase mediante la aplicación de aire comprimido (soplo)” (Castro, 2005 a).

D. Proceso Soplo- Soplo:

“Proceso de elaboración de envases de vidrio tipo botella (ejemplo las botellas de vino) mediante la inyección de aire comprimido a la masa de vidrio; el primer soplo forma el cuello y la rosca de la botella; mientras que el segundo soplo forma el resto de la botella” (Castro, 2005 a).

Ya dentro del estudio del comportamiento del riesgo de incendio, es necesario considerar una serie de conceptos técnicos sobre el tema, los más importantes para este proyecto de graduación se muestran a continuación:

E. Fuego

Conocido también como combustión, “consiste en un proceso de oxidación violenta de una materia combustible, con desprendimiento de llamas, calor y gases. Es un proceso muy exotérmico” (Fuego, 2003), estos a su vez reaccionan produciendo una reacción en cadena que como producto presenta la formación de energía.

La teoría anterior se explica en el siguiente diagrama:

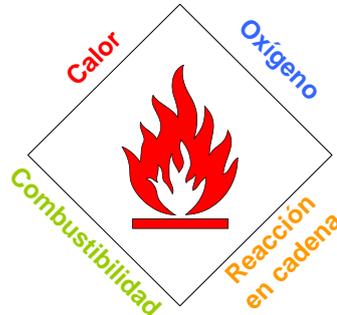


Figura 2.1. Tetraedro del fuego.

Fuente: Esparza, 2001

La figura anterior muestra los cuatro elementos necesarios para que el fuego pueda producirse, basta con eliminar uno de ellos para detener la reacción (Esparza, 2001).

Una de las principales características del fuego es la facilidad y rapidez con que se propaga en el espacio; siempre y cuando mantenga los elementos necesarios para mantener su proceso de reacción en cadena.

Los principales fenómenos físicos por los cuales se propaga el fuego son los siguientes:

1. “Convección: Transmisión por medio de un fluido circundante; por ejemplo el aire.
2. Radiación: Transmisión de calor por medio de ondas electromagnéticas, el tipo más común son las radiaciones infrarrojas.
3. Conducción: Transmisión por medio de contacto directo entre dos o más superficies.” (Gil, 2005)

F. Riesgo de Incendio

“Su definición viene dada por dos conceptos básicos que son: los daños que puede ocasionar y la probabilidad de materializarse” (Duarte, 2001).

Por lo tanto y según la definición anterior el riesgo puede expresarse de forma matemática como el fruto resultante del producto de multiplicar la probabilidad de inicio de incendio (p_{ii}) por la magnitud de las consecuencias esperadas (c).

$$RI = p_{ii} \times c$$

G. Peligro Global de Incendio

“Este es un concepto que hace referencia a la relación entre los peligros potenciales y las medidas de protección tomadas; a su vez los peligros potenciales se componen de factores relativos al contenido de una construcción y factores de peligro inherentes a la construcción misma.” (ITSEMAT Fuego, sin año de edición).

Matemáticamente el peligro global de incendio se expresa de la siguiente manera:

$$\beta = \frac{(q.c.r.k)(i.e.g)}{N.S.F}$$

Donde:

β : Peligro global de incendio

N: Medidas normales de Protección

S: Medidas especiales de protección

F: Medidas Constructivas de protección.

Para comprender de una mejor manera los factores mobiliarios e inmobiliarios que determinan de manera proporcional el peligro global se definen a continuación los más importantes.

1. Carga térmica.

Cantidad total de calor desprendido por la combustión completa de toda la materia dividida por la superficie del suelo del compartimiento cortafuego considerado. (Villanueva, 1984).

2. Combustibilidad.

“Inflamabilidad y velocidad de Combustión de las materias combustibles” (ITSEMAT Fuego, sin año de edición).

3. Formación de humos.

“Representa las materias que arden desarrollando humos particularmente intensos” (ITSEMAT Fuego, sin año de edición).

4. Toxicidad de humos.

“Contempla las materias que producen al quemarse importantes cantidades de gases corrosivos o tóxicos” (ITSEMAT Fuego, sin año de edición).

5. Altura del local.

Característica propia del edificio que “influye sobre las medidas de evacuación de personas y sobre la atención (combate) del incendio” (ITSEMAT Fuego, sin año de edición).

6. Amplitud de los elementos cortafuego y su relación largo / ancho.

Característica que cuantifica la probabilidad de propagación horizontal de un incendio. “Las dimensiones son importantes en tanto dificulten las condiciones de lucha contra incendios”. (ITSEMAT Fuego, sin año de edición).

H. Riesgo de incendio aceptado.

Debido a la dificultad que existe para eliminar el cien por ciento el riesgo de incendio y ya que los factores citados anteriormente no se pueden eliminar; siempre se debe admitir un riesgo de incendio para cada construcción, este nivel de riesgo aceptable debe definirse para cada edificación mediante el análisis del riesgo normal (establecido por tablas en los métodos de evaluación del riesgo de incendio) y el ajuste de dicho valor por el factor de corrección del riesgo normal que esta en función del número de personas y el número de niveles de la planta (ITSEMAT Fuego, sin año de edición).

I. Metodología de evaluación del riesgo de incendio

La evaluación resulta fundamental a la hora de adoptar las medidas de protección y prevención necesarias en cada caso, ya que estas deberán estar acordes con el riesgo encontrado (Cortés, 2002).

Para realizar estas evaluaciones se cuenta con numerosos métodos de evaluación numérica del riesgo de incendio. Algunos de los más conocidos son: el Método del coeficiente K, Método M.E.S.E.R.I., Método Gustav Purt, Método Gretenner:

Como existen muchos métodos de evaluación de riesgo de incendio surge la pregunta ¿cuál utilizar?; para responder esta duda se tiene como guía que “cuando se aplican los métodos a una serie de compartimentos, es evidente que algunos de ellos coinciden en algunos factores a estudio, pero obviamente cada método hace hincapié en unos parámetros diferentes.

Por lo tanto su combinación no hace más que enriquecer al profesional que los aplica, ya que el considerar más de un método de evaluación del riesgo de incendio, hace que se tenga una visión más fehaciente, al haber considerado más factores de los posibles riesgos potenciales a los que se enfrenta. Dotándole por tanto de un juicio más enriquecedor y real de la situación” (Fuentes, 2001).

III. Capítulo 3

Metodología

A. Tipo de Investigación.

Debido a los objetivos del proyecto el mismo se puede denotar dentro de dos tendencias de la investigación.

La comparación metodológica, nos indica que este es un estudio del tipo experimental, en el cual, mediante la aplicación de dos métodos de evaluación de riesgo de incendio y el análisis de sus resultados, se denotan las secciones más relevantes de cada uno de ellos; así como las áreas deficientes de los mismos; con el fin de determinar los recursos necesarios para la aplicación, las características de la evaluación, los alcances del método, el nivel de medición real del riesgo de incendio y el valor agregado de cada uno de los métodos.

Además, como se propone la cuantificación del riesgo medible de incendio de la Empresa VICESA., este estudio también se ubica dentro de la categoría de la investigación descriptiva, ya que estos son estudios que “buscan especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice” (Hernández, 2003).

B. Fuentes de Información

Primarias:

Las fuentes a utilizar son los textos íntegros de:

- Método Gustav Purt.
- Método Simplificado para la Evaluación del Riesgo de Incendio.
- Método Gretener.
- Método Factor K.
- Manual de Protección de Incendios de la Editorial MAFRE.
- Herramientas para la investigación de La Sociedad Latinoamericana para la Calidad.
- Nota Técnica Prevención 47: Parámetros de interés a efectos de incendio de las sustancias químicas más usuales. Valores.

- Nota Técnica Prevención 42: Bocas e hidrantes de incendio. Condiciones de instalación.
- Nota Técnica Prevención 36: Riesgo intrínseco de incendio.
- Nota Técnica Prevención 599: Evaluación del riesgo de incendio: criterios.
- Códigos de la National Fire Protection Association.
- Apéndice 1 del Reglamento de Seguridad Contra incendios en los Establecimientos Industriales.

Todas las fuentes bibliográficas anteriormente citadas, se utilizaron como referencia tanto para la valoración del riesgo como para asignar la puntuación correspondiente a las variables de estudio de los métodos desarrollados.

Sobre la información general de la empresa, la fuente consultada fueron documentos electrónicos, documentos impresos y recortes de periódico que posee la propia compañía.

Secundarias

La fuente de información secundaria principal es la publicación “Pulso Regional 2005” publicada por el semanario El Financiero[®] de la semana del 17-27 de marzo de 2005.

Otros textos a utilizar son documentos electrónicos sobre el tema de evaluación de riesgos a los que se puede tener acceso por medio de la World Wide Web.

C. Variables y atributos a medir.

En esta sección se presenta la operacionalización de variables tomadas en cuenta durante la realización del proyecto de graduación.

La presentación se hace en forma de cuadro para facilitar su manejo.

[®] Marca registrado Grupo Nación

Variable o Atributo	Conceptualización	Operacionalización	Indicador	Instrumento
Características propias de las referencias bibliográficas que caracterizan en algún nivel la variable en estudio	Proceso en el cual mediante el análisis de las variables de medición de las distintas metodologías se determinan cuales pueden aplicarse a la empresa VICESA S.A.	Lectura y discusión de los textos de las metodologías Gustav Pirt, M.E.S.E.R.I., Gretener, factor K resumiendo la información relevante en diagramas de afinidad e interrelacionando la información obtenida mediante diagramas de interrelaciones.	Nivel de cuantificación objetiva de la variable	Diagramas de afinidad para la recolección de la información y diagramas de interrelaciones para integrar la información recolectada
Características propias de los elementos de construcción y de los procesos que contribuyen de manera significativa al riesgo de incendio.	Proceso de inspección en el cual mediante el recorrido por las distintas áreas de la empresa se recolectan las características más relevantes de cada área.	Inspección de los edificios y las áreas de producción, discusión con expertos en las distintas áreas para recolectar las principales características del proceso.	Materiales de construcción, dimensiones del local, temperaturas de las etapas de producción, materiales utilizados y almacenados, disposición de los elementos de combate y cantidad de los mismos.	Listas de verificación creadas por el estudiante, entrevistas con empleados e ingenieros a cargo, cinta métrica

Aporte calorífico del mobiliario	Cantidad de calor desprendida de la combustión completa de todas las materias combustibles contenidas dividido por la superficie del suelo del compartimiento considerado.	Aplicar la fórmula para determinar la carga calorífica a la lista recolectada y aproximada de materiales contenidos en las distintas secciones en estudio.	Mega Julios por metro cuadrado	Programa de cálculo en Excel creado por el estudiante
----------------------------------	--	--	--------------------------------	---

<i>Variable o Atributo</i>	<i>Conceptualización</i>	<i>Operacionalización</i>	<i>Indicador</i>	<i>Instrumento</i>
Medidas normales de protección.	Medidas de prevención que se ha tomado para combatir el incendio en caso de que se declare un evento.	Determinar las características, cantidad y ubicación de los equipos de combate de incendio, mediante listas de inspección y revisión de documentación de la empresa.	Características del equipo como modelo, estado físico, antigüedad, mantenimiento, cantidad y capacidad.	Listas de inspección del estado del equipo, programas de extintores y bocas de incendio equipadas, entrevistas y códigos N.F.P.A
Medidas especiales de protección.	Medidas complementarias de protección en cuanto a detección y lucha contra el fuego en caso de que se declare un evento.	Determinar las características, cantidad y ubicación de los equipos de detección del incendio, transmisión de la alarma, tiempos de intervención de los bomberos, instalaciones de extinción y sistemas de evacuación de humos y calor.	Características del equipo como modelo, estado físico, antigüedad, mantenimiento, cantidad y capacidad. Tiempo promedio de arribo en minutos.	Listas de inspección, entrevistas y estudio de tiempos.

D. Instrumentos de análisis

Los instrumentos de análisis utilizados para la realización de este proyecto de graduación, se pueden dividir en dos secciones: herramientas de análisis y herramientas de diagnóstico.

A continuación, se presenta el desarrollo de cada una de las categorías citadas en el párrafo anterior.

Herramientas de análisis

Con el fin de caracterizar las metodologías existentes y determinar cuales utilizar para el estudio, se realizó una revisión bibliográfica de documentos sobre el tema. Estos documentos incluyen tanto conceptos claves como los textos íntegros de metodologías de evaluación de riesgos de incendio.

Para reunir y organizar las secciones más importantes y representativas del problema en forma ordenada y de fácil comprensión, se utilizaron diagramas de Afinidad; “estos tienen la característica que están diseñados para organizar información que se encuentra en un cierto grado de desorden y une la información que está relacionada entre si agrupándola alrededor de un tema o concepto clave” (Fundación Latinoamericana para la Calidad, 2000).

Toda la información recolectada en los pasos anteriores, se sintetizó en diagramas de interrelaciones, donde se hizo una correlación entre los diversos factores tomando la idea principal y relacionando los ítems en torno a ella, de manera coherente para garantizar la interrelación de los aspectos

Herramientas de diagnóstico

Como resultado del análisis anterior, se eligieron la metodología M.E.S.E.R.I y Gretener.

Con el fin de recolectar la información necesaria para poder desarrollar la cuantificación mediante los métodos antes mencionados, se aplicaron entrevistas diseñadas por el estudiante tanto al Departamento de Bomberos, como al señor Walter Castro (Jefe de Seguridad de la empresa), Guardas de Seguridad y personal encargado de las distintas secciones de la nave de producción.

Además, con el fin de realizar el cálculo de cargas de fuego, se aplicó una lista de inspección de materiales combustibles diseñada por el estudiante; con el fin de caracterizar el área de combustibles se aplicó una lista de verificación del mismo autor.

Finalmente, para realizar de forma rápida y automatizada el cálculo de las cargas de fuego, se utilizó el programa de cálculo diseñado por el estudiante.

E. Población en estudio

En este caso en específico, no era viable verificar solo una sección de la planta industrial, ya que en evaluación de riesgo de incendios debe de verse a la empresa como una unidad, razón por la cual se evaluó la totalidad de VICESA.

Por lo descrito anteriormente, al valorar el nivel de riesgo de la compañía, no sirve de nada tomar una sección de la misma, ya que el fuego puede iniciar tanto en las áreas donde existe alta carga de fuego como en aquella en la que existe en menor cantidad. Una vez iniciado el fuego, si no se da una adecuada atención, el evento se valdrá de las características del local y de la materia almacenada para propagarse por las distintas secciones.

Además, debido a las características de transmisión de este fenómeno, se tiene que, la velocidad de propagación es muy alta y rápidamente un incendio que inicie en un área específica puede abarcar toda la empresa; es por dicha razón, que no se puede menospreciar ningún espacio y debe de verse el factor de manera global categorizando y describiendo la situación en las distintas áreas de la planta industrial. También, es de suma importancia conocer el porcentaje del área total de la empresa protegido con medidas de combate y prevención, ya que, de materializarse el evento,

las anteriores son variables que van a determinar directamente el grado de daño que ocasione el fuego.

F. Etapas del proyecto

El proyecto de graduación consta de tres etapas que se detallan a continuación:

Etapa 1: Estudio bibliográfico y caracterización metodológica:

En esta etapa se realizó una revisión de fuentes bibliográficas sobre el tema de la evaluación, prevención y combate de incendios, de manera que, se logró recopilar suficientes datos para determinar las principales variables en cuanto a la evaluación de riesgo de incendio.

Dentro de las metodologías de evaluación de riesgo de incendio a las que se tuvo acceso se escogieron dos de ellas para aplicarse; las elegidas fueron:

1. Método Gretener
2. Método Simplificado de Evaluación de Riesgo de Incendio (M.E.S.E.R.I).

Los métodos anteriores, se eligieron con el fin de comparar dos metodologías con enfoques del riesgo diferentes; ya que la primera hace una evaluación cuantitativa del riesgo mediante el concepto de riesgo global de incendio. Por otra parte, el M.E.S.E.R.I, es un método de evaluación muy subjetivo, “orientativo y limitado que permite una rápida visualización del riesgo global de incendio ya que los resultados de este método suelen ser más restrictivos de lo normal” (Fuentes, 2001).

Además, la primera es muy utilizada internacionalmente; mientras que la segunda es la que utiliza el Departamento de Ingeniería de Bomberos de Costa Rica cuando realiza evaluaciones del nivel de riesgo de incendio.

Etapa 2: Aplicación de los dos métodos elegidos.

Cada uno de los métodos seleccionados se aplicó a la planta industrial de VICESA, de manera que, se logró la caracterización del riesgo de incendio mediante la aplicación de cada uno de ellos.

Con los datos obtenidos, se evaluó el nivel de medición del riesgo de incendio, determinando las secciones más relevantes de cada método; a la vez mediante dicho análisis, se determinó cuales son las áreas deficientes de cada uno de los métodos aplicados con el fin de desarrollar la siguiente etapa.

Etapa 3: Comparación, conclusiones y desarrollo de programa de cálculo.

Luego de la aplicación, los resultados del nivel de riesgo obtenidos así como la experiencia de la aplicación de cada uno fueron comparados con el fin de realizar un análisis de ambas, del cual surgieron las conclusiones de la aplicación.

Además, se generó un programa de cálculo de cargas de fuego basado en el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (Reglamento español) con el fin de compensar una de las principales limitaciones en común encontrada en los métodos analizados.

IV. Capítulo 4

Análisis de la situación actual (Aplicación de metodologías)

A. Introducción al cálculo

En este apartado se desarrollan dos métodos de evaluación de riesgo de incendio. El primero de ellos es el método Gretener que es de carácter objetivo; mientras que el segundo es el método Simplificado de Evaluación de Riesgo de Incendio (M.E.S.E.R.I., por sus siglas en español) que presenta una orientación dominante del tipo subjetiva.

La razón de utilizar ambos métodos es determinar las diferencias, similitudes y limitaciones de los mismos y a la vez caracterizar el riesgo tanto objetivamente como subjetivamente y así lograr una priorización de las secciones estudiadas.

B. Cálculo del riesgo de incendio mediante el método Gretener

La aplicación del Método Gretener, consiste en la evaluación tanto de los elementos de peligro como de protección de una superficie cortafuego.

Las variables en análisis son las siguientes:

- Carga térmica mobiliaria (q)
- Combustibilidad (c)
- Formación de humos (r)
- Peligro de Combustión (k)
- Carga térmica inmobiliaria (i)
- Nivel de plantas o altura del local (e)
- Amplitud de los compartimentos cortafuego y su relación largo- ancho (g).
- Medidas normales de protección (N)
- Medidas especiales de protección (S)
- Medidas constructivas de protección (F)

Como el cálculo debe realizarse para elementos corta fuego y las edificaciones no presentan divisiones internas construidas con materiales de resistencia al fuego suficiente como para poder considerarlas retardadores del incendio, se definen las siguientes ocho estaciones para el estudio y desarrollo del cálculo (ver apéndice 3. Croquis de sectores en estudio):

- Materias primas
- Compresores y mantenimiento mecánico
- Zona de combustibles
- Nave de Producción
- Caseta de guardas
- Edificios administrativos
- ASEVIC y Capacitación
- Distincomer y Almadisco
- Reciclaje

Cabe mencionar que no se toman en cuenta las secciones de la oficina del Banco de Costa Rica ya que no pertenece a VICESA; tampoco se considera la soda ya que el acceso a dicha zona es restringido (en la zona de cocina) ni el gimnasio, vestidores y cancha multiuso por que el aporte al riesgo de incendio es despreciable. El análisis de cada una de las variables en estudio se describe a continuación.

1. Carga térmica mobiliaria (q)

El cálculo de la carga de fuego, se realizó luego de la aplicación (a las distintas secciones de la planta) de las listas de recolección de sustancias combustibles en planta, listas de inspección materiales de construcción de las distintas secciones de la planta industrial y listas de recolección de sustancias combustibles en oficinas (adjuntas en el apéndice 2). Las fórmulas utilizadas para realizar el cálculo son las que establece el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos industriales en su apéndice número uno.

Los valores numéricos en mega julios por metro cuadrado (MJ/m^2) de la carga de fuego y el valor que se le asigna a cada uno de los mismos según las tablas del método en estudio se detallan en el siguiente cuadro.

Cuadro 4.1 Carga de fuego mobiliaria y coeficientes asignados por el método Gretener a las secciones en estudio.

Estaciones de estudio	Carga de Fuego MJ/m^2	Coefficiente q asignado
Materias primas	1,45	0.6
Compresores y mantenimiento mecánico	36,66	0,6
Zona de combustibles	92 961,30	2.5
Nave de Producción	655,90	1,4
Caseta de guardas	26,90	0,6
Edificios administrativos	579,84	1,3
ASEVIC y Capacitación	262,32	1,1
Distincomer y Almadisco	4 820,10	1,9
Zona de reciclaje	1 330,10	1,6

Fuente: Autor

2. Combustibilidad (c)

Este término cuantifica la velocidad de combustión y la inflamabilidad de las materias combustibles; los valores asignados parten de la recolección de sustancias inflamables hechas por el estudiante para realizar el cálculo de la carga de fuego.

Se asigna un valor numérico para la sustancia almacenada en mayor cantidad, siempre y cuando sea como mínimo un 10% del total de sustancias combustibles

almacenadas. Los coeficientes asignados para cada una de las secciones en estudio se detallan en el siguiente cuadro.

Cuadro 4.2 Combustibilidad y coeficientes asignados por el método Gretener a las secciones en estudio.

<i>Estaciones de estudio</i>	<i>Material predominante</i>	<i>Coefficiente c asignado</i>
Materias primas	No combustible	1,0
Compresores y mantenimiento mecánico	Aceites y grasas	1,2
Zona de combustibles	Bunker	1,2
Nave de Producción	Cartón	1,2
Caseta de guardas	Papel	1,2
Edificios administrativos	Papel	1,2
ASEVIC y Capacitación	Papel	1,2
Distincomer y Almadisco	Cartón	1,2
Reciclaje	Plástico	1,2

Fuente: Autor

3. Formación de humos (r)

Partiendo nuevamente de las mismas tablas de información de la sección de combustibilidad y de carga de fuego se obtienen los datos para calcular el valor numérico del coeficiente “r”.

Los coeficientes asignados para cada una de las secciones en estudio se detallan en el siguiente cuadro.

Cuadro 4.3 Formación de humos y coeficientes asignados por el método Gretener a las secciones en estudio.

Estaciones de estudio	Material predominante	Peligro de humos	Coefficiente r asignado
Materias primas	Carbón	Medio	1,1
Compresores y mantenimiento mecánico	Aceites y grasas	Alto	1,2
Zona de combustibles	Bunker	Alto	1,2
Nave de Producción	Cartón	Medio	1,1
Caseta de guardas	Papel	Bajo	1,0
Edificios administrativos	Papel	Bajo	1,0
ASEVIC y Capacitación	Papel	Bajo	1,0
Distincomer y Almadisco	Cartón	Medio	1,1
Reciclaje	Plástico	Medio	1,1

Fuente: Autor; W. Castro

4. Peligro de Combustión/ toxicidad (K)

En las distintas secciones de la compañía, existen materiales combustibles con la capacidad de una vez en combustión, generar humo con características tóxicas y corrosivas inherentes a cada sustancia o material combustible.

Los coeficientes asignados para cada una de las secciones en estudio se detallan en el siguiente cuadro.

Cuadro 4.4 Peligro de combustión y toxicidad y sus respectivos coeficientes para el cálculo de riesgo de incendio.

Estaciones de estudio	Material predominante	Peligro corrosivo/Toxicidad	Coeficiente k asignado
Materias primas	Carbón	Bajo	1,0
Compresores y mantenimiento mecánico	Aceites y grasas	Alto	1,2
Zona de combustibles	Bunker	Alto	1,2
Nave de Producción	Cartón	Medio	1,1
Caseta de guardas	Papel	Bajo	1,0
Edificios administrativos	Papel	Bajo	1,0
ASEVIC y Capacitación	Papel	Bajo	1,0
Distincomer y Almadisco	Cartón	Medio	1,2
Reciclaje	Plástico	Medio	1,2

Fuente: Autor; W. Castro

5. Carga térmica inmobiliaria (i)

El método considera que esta variable va a depender de la combustibilidad de la estructura portante y de los elementos de cerramiento no portantes, así como de las placas de aislamiento combustibles incorporadas en las naves de un solo nivel. Las características de los materiales de construcción se recolectaron utilizando la lista de inspección denominada: Listas de inspección materiales de construcción de las distintas secciones de la planta industrial (diseñada por el estudiante, adjunta en apéndice 2).

De esta manera se obtiene con base en la tabla propuesta por Gretener los siguientes coeficientes por sección para el cálculo de riesgo de incendio.

Cuadro 4.5 Coeficientes asignados por el método Gretener a la carga de fuego inmobiliaria.

<i>Estaciones de estudio</i>	<i>Material predominante</i>		<i>Coefficiente k asignado</i>
	<i>Estructura portante</i>	<i>Elementos de cerramiento</i>	
Materias primas	Concreto	Madera	1.10
Compresores y mantenimiento mecánico	Metal	Metal	1.00
Zona de combustibles	Metal	Metal	1.00
Nave de Producción	Metal	Metal	1.00
Caseta de guardas	Madera	Concreto	1.10
Edificios administrativos	Concreto	Concreto	1.05
ASEVIC y Capacitación	Metal	Fibroemento	1.05
Distincomer y Almadisco	Metal	Metal	1.00
Reciclaje	No aplica	No aplica	1.00

Fuente: Autor

6. Nivel de plantas o altura del local (e)

Para el análisis de esta variable, debe considerarse que en el caso de edificios con dos o más plantas es el número de las mismas que determina el valor del coeficiente “e” y en el caso de que el edificio tenga solo una; es la altura de la edificación quien determina el valor a asumir.

De esta manera, se obtiene con base en la tabla propuesta por Gretener los siguientes coeficientes por sección.

Cuadro 4.6 Coeficientes asignados por el método Gretener al número de plantas o altura del local

<i>Estaciones de estudio</i>	<i># Plantas</i>	<i>Altura local</i>	<i>Coefficiente c asignado</i>
Materias primas	✓		1,00
Compresores y mantenimiento mecánico		✓	1,00
Zona de combustibles		✓	1,30
Nave de Producción		✓	1,15
Caseta de guardas		✓	1,00
Edificios administrativos	✓		1,75
ASEVIC y Capacitación	✓		1,30
Distincomer y Almadisco		✓	1,00
Reciclaje		✓	1,00

Fuente: Autor

7. Amplitud de los compartimentos cortafuego y su relación largo- ancho (g)

Para el análisis de este punto es necesario clasificar los locales constructivos de la empresa según las categorías propuestas por el método Gretener; la anterior categorización se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 4.7 Tipo de edificación según el método Gretener.

<i>Estaciones de estudio</i>	Tipo de construcción
Materias primas	V
Compresores y mantenimiento mecánico	G
Zona de combustibles	G
Nave de Producción	G
Caseta de guardas	G
Edificios administrativos	V
ASEVIC y Capacitación	V
Distincomer y Almadisco	G
Reciclaje	G

Fuente: Autor

Una vez realizada la categorización anterior, debe determinarse la relación largo/ancho de cada elemento cortafuego; en el caso de los edificios tipo V se debe tomar la superficie de la planta de mayores dimensiones.

Los valores de la relación largo/ancho; así como el coeficiente “g” asignado a cada una de las edificaciones en estudio se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 4.8 Coeficiente asignado para el cálculo según tipo de edificación

Estaciones de estudio	Tipo de construcción	Área	Relación largo/ancho	g
Materias primas	V	717,00	n/a	0,5
Compresores y mantenimiento mecánico	G	1012,19	1:2	0,6
Zona de combustibles	G	1530,00	1:1	1,0
Nave de Producción	G	31867,50	1:1.5	4,8
Caseta de guardas	G	97,85	1:1	0,4
Edificios administrativos	V	240,00	1:1	0,4
ASEVIC y Capacitación	V	590,40	1:2	0,4
Distincomer y Almadisco	G	5301,00	1:2	1,6
Reciclaje	G	5198,17	1:1	1,8

Fuente: Autor

8. Cálculo de medidas normales (N)

a. Extintores Portátiles (n₁)

En la empresa, se utilizan únicamente extintores del tipo homologado y de reconocimiento por las autoridades aseguradoras; el mismo se ha dado en las auditorías de incendios que realiza la casa aseguradora.

En total, en la compañía existen 145 extintores, distribuidos de manera que se cubren todos los rincones de las edificaciones (ver anexo 1). Para la ubicación de los mismos se tomó en cuenta las características de la zona a cubrir; así como las principales materiales combustibles del área, lo anterior con el objetivo de que en caso de incendio, exista una rápida intervención.

Al ser la empresa una compañía que presenta características que pueden generar diversos tipos de riesgos, es necesario que la misma posea extintores con agentes adecuados para cada tipo de incendio; la cantidad de extintores por tipo de agente utilizado se muestra en la figura siguiente:

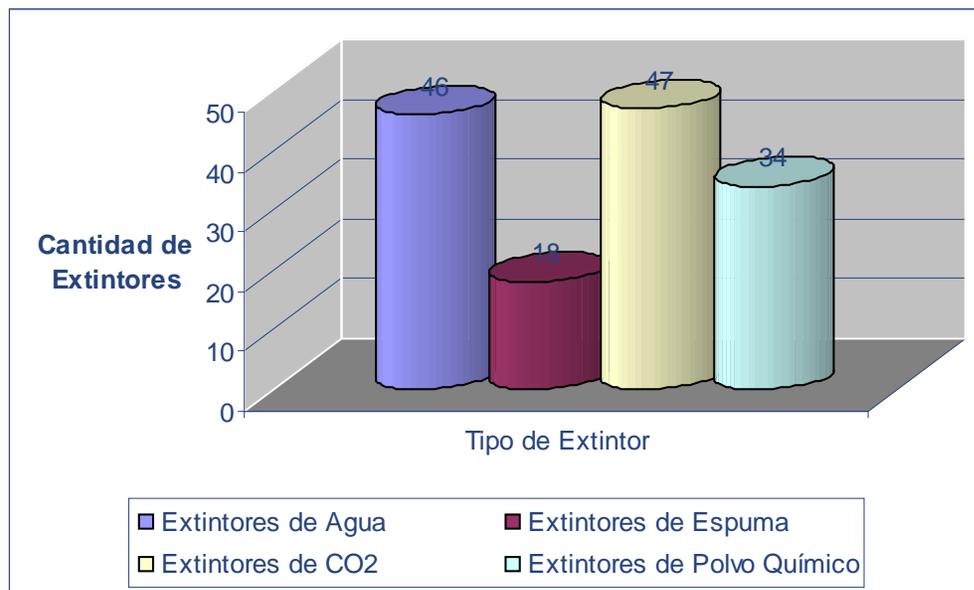


Figura 4.1. Extintores de VICESA por tipo de agente extintor.

Fuente: Autor

De las tablas de ubicación proporcionadas por la empresa puede afirmarse que todas las secciones de la compañía se encuentran cubiertas por extintores y que la cantidad existente de los mismos es suficiente por lo que se le asigna un valor numérico de 1 a la variable n_1 del cálculo del método Gretener para todas las secciones en estudio.

b. Bocas de incendio equipadas (n_2)

Dentro de VICESA S.A., existen un total de veintiséis bocas de incendio equipadas, dispuestos de manera tal, que en caso de emergencia, su ubicación permite tener fácil acceso sin importar el área donde ocurra el evento.

Cada uno de los dispositivos mencionados, está equipado con una serie de herramientas para el combate de incendios, de manera que, se garantiza la disponibilidad de equipo para el combate del incendio.

Cada uno de las bocas de incendio equipadas, tiene acceso directo a tomas de agua y la ubicación estratégicamente planeada de los mismos, permite un acceso rápido al menos a uno de ellos sin importar el área donde ocurra el incendio.

Por lo anterior, se le asigna un valor numérico de 1 a la variable n_2 del cálculo del método Gretener para todas las secciones en estudio.

c. Fiabilidad del abastecimiento de agua (n_3)

Al momento de la evaluación se cuenta con dos importantes reservas de agua; la primera de ellas es un tanque elevado con una capacidad de 386 760 litros, cuya altura genera una presión por gravedad en las tuberías de 58 P.S.I.; la segunda reserva de agua es una piscina de 235 000 litros.

El abastecimiento de dichas reservas se realiza mediante dos pozos subterráneos ubicados dentro del terreno perteneciente a la Vidriera Centroamericana.

Aunque la presión, dentro de las tuberías, generada por la altura del agua del tanque, es de solo 58 P.S.I., se cuenta con un sistema de bombeo conformado por dos bombas (una eléctrica y una de diesel) que elevan la presión hasta 110 P.S.I.

Ambas bombas están aprobadas por reconocidas instituciones de certificación como son:

- Nacional Fire Protection Association
- Factory Mutual
- Underwriter Laboratory

Las principales características de las bombas se detallan a continuación:

Cuadro 4.9. Principales características de las bombas de incendios.

Características	Marca	
	Peerless Pump Company	Fairbanks Morse
Caudal	750 Gal/min.	1000 Gal/min.
Presión	110 PSI	100 PSI
Horse Power	100 HP	No disponible
Motor	Eléctrico	Diesel
NFPA 20	Si	Si
Otros		Tanque de diesel de 165 galones

Fuente: Walter Castro

En caso de corte en el suministro público de electricidad se cuenta con dos plantas eléctricas capaces de alimentar la primera bomba: la misma en caso de que falle la segunda toma automáticamente su lugar.

Por lo anterior, se le asigna un valor numérico de 1 a la variable n_3 del cálculo del método Gretener para todas las secciones en estudio.

d. Longitud del conducto de transporte de agua (n_4)

En este apartado se considera la longitud de la manguera necesaria para cubrir desde la toma de agua hasta el acceso del edificio, haciendo la distinción en tres rangos que se presentan a continuación:

- 1) $[0m - 70m[$
- 2) $[70m - 100m[$
- 3) $[100m - +\infty m[$

Se tiene que en ninguno de los casos en estudio la distancia en estudio es mayor a los 70 metros, por lo que se adopta para el apartado n_4 en toda la compañía el valor igual a 1.

e. Personal instruido (n_5)

Existen capacitaciones que se brindan a todo el personal en las cuales se instruye sobre el uso de extintores y las medidas a tomar en caso de emergencia o evacuación. Además, se informa al personal sobre la ubicación de las alarmas de incendio y como accionarlas en caso de ser necesario.

Frecuentemente, se realizan simulacros que garantizan que las personas conocen las rutas de evacuación y tienen definido su rol dentro de una eventual emergencia.

Por lo tanto, se toma al personal como disponible y formado en sus obligaciones en caso de incendio y se sabe además que, conocen la ubicación y uso de las alarmas contra incendio y son concientes de los pasos a realizar durante una evacuación. Además las personas conocen la ubicación del punto de reunión que les corresponde.

Debido a las características anteriores se asigna un valor de 1 al apartado n_5 para todas las secciones en estudio.

9. Cálculo de medidas especiales (S)

a. Detección del fuego (s_1)

Como no existe un sistema de detección de incendios automatizado, el personal de la empresa y los oficiales de seguridad son las personas con mayor probabilidad de detectar el conato de incendio.

El servicio de vigilancia de VICESA es realizado por empleados de la compañía durante las veinticuatro horas del día, mediante la división del personal en dos

turnos; el primero de ellos de las 06:00 hrs. a 18:00 hrs. y el otro de 18:00 hrs. a 06:00 hrs.

En cada uno de los turnos laboran cinco personas que deben realizar cada treinta minutos rondas programadas controladas por un reloj de control. En las mismas se hace una revisión total de la planta inspeccionando las puertas, las ventanas, los vehículos, los coffee maker, contenedores, mallas, alambrado, compresores, extintores, bocas de incendio equipadas, manómetros, tanques de gas, tanques de diesel, además de las restantes instalaciones de la planta, de manera que, se inspeccione cada sección y área existente.

Cada uno de los oficiales utiliza un radio transmisor (con canal privado) con el cual puede dar aviso tanto al coordinador de los guardas de seguridad como a los Asistentes de Personal y al encargado de Seguridad Laboral e Higiene Ocupacional de la empresa.

Además, en caso de producirse un fallo en los radios de comunicación, el oficial puede hacer uso de cualquiera de los teléfonos de la compañía (hay un teléfono en cada oficina) para dar el aviso de alarma. Es por lo debatido anteriormente que se asigna un valor de 1.05 a la sección del cálculo en estudio.

b. Transmisión de la alarma (s₂)

Cuando ocurre la alarma, la alerta se comunica a los integrantes de la brigada mediante la activación de la alarma sonora cuyo interruptor se ubica en los bocas de incendio equipadas; con el accionamiento de dichos dispositivos, se activa la alarma sonora (el timbre es de tipo continuo en caso de incendio y de tipo intermitente en caso de que la emergencia que se presenta sea una fuga de vidrio).

Una vez activada la alarma, se señala la ubicación de la emergencia en un panel de control mediante dispositivos luminosos que muestran el área donde se activó la alarma.

Una vez identificado el área de ocurrencia de la emergencia, la brigada se hace cargo de la misma; en caso de que sea necesaria la asistencia de bomberos, la llamada se realiza desde el puesto de vigilancia, en donde el coordinador de los

oficiales de seguridad recibe la orden de parte del asistente de personal o del Jefe de Seguridad Laboral e Higiene Ocupacional.

El puesto central de vigilancia está ocupado permanentemente por dos oficiales en el horario de 06:00 hrs. a 18:00 hrs. y por una persona en el horario de 18:00 hrs. a 06:00 hrs.

Para la asistencia durante la llamada existe un protocolo a seguir en el cual se indica el número de O.C.O. (118) y de la Estación Central de Cartago, así como la información a suministrar a la estación.

Por las características anteriores, se asigna, para el cálculo del método Gretener, un valor de 1,10 a todas las secciones de la compañía.

c. Intervención (s₃)

Este apartado cuantifica la organización interna y la pública encargada de la atención y extinción de incendios. Las características de cada una de ellas se detallan a continuación.

➤ Bomberos públicos:

La estación de bomberos en análisis es la Central de la provincia de Cartago; la misma está conformada por bomberos permanentes y voluntarios dispuestos para atender una emergencia los trescientos sesenta y cinco días del año.

Los mismos se organizan mediante una estratificación jerárquica siendo la cabeza de la estación el capitán de bomberos y la base de la misma los voluntarios.

El personal se encuentra listo para actuar en cualquier momento y está preparado para la intervención las veinticuatro horas del día, además, el personal dispone de equipo para la atención de emergencias normales (incendios), así como para emergencias especiales como fugas de gas cloro, ataque de abejas, rescate en altura y en terreno escabroso, fugas de gas, entre otros.

Dicha estación posee vehículos motobombas y un camión cisterna.

Por las características anteriores y la clasificación "A", la Estación Central de Cartago se cataloga como una estación categoría siete.

➤ **Bomberos de la empresa**

VICESA posee una brigada de incendios para cada uno de los turnos de trabajo de la empresa; en cada uno de los mismos el grupo está conformado en promedio por doce empleados.

La brigada trabaja bajo una jerarquía clara y establecida en la cual existe un oficial a cargo nombrado bajo la denominación de Líder, este es quién se encarga de dar las órdenes y dirigir a los integrantes de la brigada; los demás integrantes conforman el grupo de los seguidores con la función de seguir las ordenes dictadas por el Líder.

Todos los miembros de la brigada han recibido capacitación y entrenamiento tanto teórico como práctico en el manejo de extintores, uso de equipos de respiración autocontenida, fugas de vidrio, evacuación, fugas de gas LP, primeros auxilios, manejo de sustancias peligrosas y uso de equipo general de bomberos.

La existencia de brigadas de incendio en los cuatro turnos asegura que la planta cuente con personal instruido y listo para la intervención las veinticuatro horas del día durante los trescientos sesenta y cinco días del año.

Con base en las características anteriores se clasifica la brigada de incendio como una de Nivel cuatro.

➤ **Coeficiente para el cálculo**

Tomando en consideración tanto las características de los bomberos públicos como la del cuerpo público de bomberos se asigna un valor de 1,9 al coeficiente s_3 para todas las secciones de la compañía.

d. Escalones de intervención de los bomberos públicos (s_4)

En caso de requerir asistencia de los bomberos, la estación encargada de atender la emergencia sería la central de Cartago; de ser necesario un mayor apoyo las estaciones asistentes serían en segundo lugar la de Tres Ríos y en tercer lugar la estación de Paraíso.

Para efectos del cálculo y debido a la excelente categoría (Tipo A) y especialización tanto del personal como del equipo de la estación Central de Cartago únicamente se considera el tiempo de arribó de la misma.

Para valorar este tiempo aunque el método no lo especifica se toma en cuenta la existencia de tráfico y obstáculos en la vía, el tiempo estimado de desplazamiento desde la estación hasta las instalaciones de VICESA es de menos de quince minutos por lo que se le asigna un valor de 1 para el cálculo de riesgo de incendio; este valor debe considerarse para todas las secciones en evaluación.

e. Instalaciones fijas de extinción (s₅)

En la empresa, existen rociadores solamente en el área de los tanques de combustible, específicamente en el sector de los tanques de gas licuado de petróleo (GLP); dichos dispositivos, consisten en una serie de bocas dispuestas sobre los tanques de GLP, la descarga del agente extintor se realiza una vez que se han abierto manualmente las válvulas de la tubería que le proporciona el agua, la función principal de dichos dispositivos es enfriar los tanques en caso de que se presente un incendio en los mismos.

En este caso los rociadores existentes poseen un abastecimiento sencillo. Debido a lo anteriormente descrito se otorga un valor de 1.7 en el caso de la zona de combustibles y de 1 en las demás zonas en estudio.

f. Instalaciones automáticas de evacuación de calor y humos (s₆)

No existe un sistema de exutorios o de evacuación asistida de humos en ninguna de las secciones de la empresa; razón por la cuál existe un peligro significativo en cuanto a la acumulación de calor y humos bajo el techo de las naves de gran tamaño; debido a lo anterior se asigna un valor de 1 para el cálculo de riesgo de incendio en todas las secciones en estudio; menos en el área de reciclaje y el la zona de combustibles que están en espacios abiertos y por ende se asume una buena evacuación de humos, razón por la cual se le asigna un valor de 1,2.

10. Resistencia al fuego de los materiales

La resistencia al fuego es una importante medida ya que es un factor retardante de la propagación del mismo.

Como medidas de análisis se toman las resistencias de los materiales de construcción de la estructura portante (F1), fachadas (F2), forjados (F3) y células cortafuegos (F4).

El siguiente cuadro muestra los valores asignados por resistencia al fuego en las unidades constructivas en estudio.

Cuadro 4.10 Coeficientes asignados por el método Gretener a la resistencia al fuego de los materiales de construcción

<i>Sección en estudio</i>	<i>Coeficiente por resistencia al fuego</i>				
	F1	F2	F3	F4	Total
Materias primas	1	1	1	1	1
Compresores y mantenimiento mecánico	1	1	1	1	1
Zona de combustibles	1	1	1	1	1
Nave de Producción	1	1	1	1	1
Caseta de guardas	1	1	1	1	1
Edificios administrativos	1	1	1	1	1
ASEVIC y Capacitación	1	1	1	1	1
Distincomer y Almadisco	1	1	1	1	1
Reciclaje	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

Fuente: Autor

11. Peligro Global de incendio (B)

Para su cálculo es necesario definir el valor obtenido del peligro potencial de incendio (P) existente en la compañía y el valor obtenido por las medidas de protección (M).

El valor B se calcula mediante la expresión $B = \frac{P}{M}$.

Los valores resultantes del estudio se muestran a continuación.

Cuadro 4.11. Peligro global de incendio en las zonas estudiadas

Unidad de estudio	P	M	B
Materias primas	0,363	0,956	0,3797
Compresores y mantenimiento mecánico	0,622	1,365	0,4557
Zona de combustibles	5,616	25,14	0,2233
Nave de Producción	11,220	24,620	0,4557
Caseta de guardas	0,317	0,695	0,4556
Edificios administrativos	3,153	6,92	0,4557
ASEVIC y Capacitación	0,721	1,582	0,4558
Distincomer y Almadisco	4,815	10,570	0,4555
Reciclaje	4,562	10,010	0,4557

Fuente: Autor

En los casos en que la relación B es menor que uno indica que para un establecimiento en específico las medidas de protección brindan la defensa adecuada para los factores de peligro de la compañía; en el caso de que la relación sea mayor a uno quiere decir que es necesario invertir en nuevas medidas de control y protección ya que las existentes en la actualidad no son suficientes para cubrir el nivel de riesgo de la sección en estudio.

12. Riesgo efectivo de incendio y riesgo aceptable de incendio

El riesgo efectivo de incendio (R) es el producto del peligro global de incendio por el factor de activación "A" para cada una de las unidades constructivas en estudio, el factor "A" pondera el valor de riesgo según la actividad desarrollada en la zona evaluada.

En el siguiente cuadro se muestra los valores de A y R para las zonas evaluadas:

Cuadro 4.12. Riesgo de incendio efectivo

Unidad de estudio	B	A	R
Materias primas	0,3797	1,00	0,3797
Compresores y mantenimiento mecánico	0,4557	1,00	0,4557
Zona de combustibles	0.2633	1,80	0,4021
Nave de Producción	0.4557	1,45	0,6607
Caseta de guardas	0.4561	0,80	0,3645
Edificios administrativos	0.4558	1,00	0,4557
ASEVIC y Capacitación	0.4558	1,00	0,4557
Distincomer y Almadisco	0.4555	1,00	0,4557
Reciclaje	0.4557	0,80	0,3645

Fuente: Autor

Por otra parte como es imposible eliminar el cien por ciento de los factores de riesgo, debe de tomarse un nivel que, para efectos del método desarrollado, nombraremos como riesgo aceptado, el mismo es el producto del factor de riesgo de incendio normal por el factor de peligro para las personas; siendo uno el valor de no diferencia.

Para los componentes analizados en VICESA se tienen los siguientes valores de riesgo aceptado.

Cuadro 4.13. Valores de riesgo aceptado para las zonas evaluadas

Unidad de estudio	R	PH,E	Ru
Materias primas	0,3797	1,0	1,300
Compresores y mantenimiento mecánico	0,4825	1,0	1,300
Zona de combustibles	0,6607	1,0	1,300
Nave de Producción	0,3645	1,0	1,300
Caseta de guardas	0,4557	1,0	1,300
Edificios administrativos	0,4557	0,95	1,235
ASEVIC y Capacitación	0,4557	1,0	1,300
Distincomer y Almadisco	0,3645	1,0	1,300
Reciclaje	0,4557	1,0	1,300

Fuente: Autor

Obtenidos los datos anteriores, se tiene que si el valor de R para un compartimiento es menor que el valor de Ru, el sector posee un valor de riesgo dentro de lo aceptable; por lo que se sabe que las medidas de protección tomadas hasta el momento son efectivas.

En el caso específico de VICESA, en todas las secciones en estudio, se dio la relación $R \leq R_u$, por lo que se consideran como relevantes las medidas de prevención tomadas hasta el momento de la evaluación.

13. Prueba de suficiente seguridad contra incendios.

Se calcula mediante el coeficiente λ que se define como la relación del riesgo aceptado y el riesgo efectivo de incendio; se considera suficiente la seguridad contra incendios en el caso de que el factor λ sea mayor o igual a uno, si la relación es menor que uno se considera como insuficiente la protección contra incendios y por ende es recomendable establecer una pronta implementación de medidas que ayuden a hacer mayor a la unidad la relación arriba explicada.

En este caso en particular los valores de λ reportados son los siguientes.

Cuadro 4.14. Valores de λ para las zonas de la compañía evaluadas.

Zona de estudio	Cociente	Medidas suficientes
Materias primas	3,42	✓
Compresores y mantenimiento mecánico	2,85	✓
Zona de combustibles	2,69	✓
Nave de Producción	1,96	✓
Caseta de guardas	3,56	✓
Edificios administrativos	2,71	✓
ASEVIC y Capacitación	2,85	✓
Distincomer y Almadisco	2,85	✓
Reciclaje	3,56	✓

Fuente: Autor

Cabe resaltar que esta prueba también es un indicador de las zonas en las cuales es necesario prestar más atención aunque se halla dado un valor mayor a uno; el área o zona en estudio que presente la menor relación, es decir aquella más cercana a cero debe ser la zona donde se invierta en más y mejores factores de protección.

C. Cálculo del riesgo de incendio mediante el Método Simplificado de Evaluación del riesgo de Incendio

1. Introducción al cálculo mediante el método M.E.S.E.R.I.

Este método de enfoque cualicuantitativo es del tipo conocido como esquema de puntos, es decir, al igual que el Gretener, contempla tanto factores de protección como los factores generadores del incendio y traduce los valores numéricos obtenidos de los mismos a la ecuación siguiente:

$$R = \frac{5}{129} X + \frac{5}{32} Y ; \text{ Donde:}$$

R: Valor del riesgo de incendio.

X: Valor global de la puntuación de los factores agravantes

Y: Valor global de los factores reductores y protectores.

Para realizar el cálculo se analizan los siguientes factores:

a. Factores generadores o agravantes

1. Factores de construcción
2. Factores de situación
3. Factores de proceso/Operación
4. Factores de valor económico de los bienes.
5. Factores de propagabilidad

b. Factores reductores y protectores

1. Instalaciones de protección contra incendios
2. Organización de la protección contra incendios

Como el cálculo debe realizarse para elementos corta fuego y las edificaciones no presentan divisiones internas construidas con materiales de resistencia al fuego suficiente para considerarlas retardadores del incendio, se definen las siguientes ocho estaciones para el estudio y desarrollo del cálculo:

- 1) Materias primas
- 2) Compresores y mantenimiento mecánico
- 3) Zona de combustibles
- 4) Nave de Producción
- 5) Caseta de guardas
- 6) Edificios administrativos
- 7) ASEVIC y Capacitación
- 8) Distincomer y Almadisco.

El análisis de cada una de las variables en estudio se describe a continuación.

2. Factores generadores y agravantes.

Este apartado hace referencia a las medidas que de una forma u otra tienen influencia y propician un posible incendio en la compañía.

a. Factores de construcción.

i. Número de plantas

Se parte del principio de que a mayor altura, el fuego se propaga de una manera más fácil y por ende se hace más difícil su control y extinción.

En el cuadro siguiente se muestra las puntuaciones asignadas a las unidades constructivas en estudio.

Cuadro 4.15. Puntuación por altura del local

Zona de estudio	Número de plantas	Altura (m)	Puntuación
Materias primas	2	Inferior a 6	3
Compresores y mantenimiento mecánico	1	Inferior a 6	3
Zona de combustibles	1	Entre 6 y 15	2
Nave de producción	1	Entre 6 y 15	2
Caseta de guardas	1	Inferior a 6	3
Edificio Administrativo	2	Entre 6 y 15	2
ASEVIC y capacitación	2	Inferior a 6	3
Distincomer y Almadisco	1	Entre 6 y 15	2
Reciclaje	1	No aplica	0

Fuente: Autor

Cabe resaltar que en el caso en que se dieran diferentes puntuaciones para número de plantas y altura se asignó el valor menor según lo especificado en el método.

ii. Superficie del mayor sector de incendio.

Para el análisis de esta variable el método pide una resistencia al fuego de los elementos del compartimiento de al menos RF-120.

Como en la empresa no existen zonas construidas con materiales resistentes al fuego se toma cada uno de los edificios como una célula y se asignan los valores correspondientes por sección al área total en estudio; los mismos se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 4.16. Puntuación por resistencia al fuego de las edificaciones.

Zona de estudio	Superficie del sector de incendios (m ²)	Puntuación
Materias primas	De 1501 a 2500	3
Compresores y mantenimiento mecánico	De 501 a 1500	4
Zona de combustibles	De 1501 a 2500	3
Nave de producción	Mayor a 4500	0
Caseta de guardas	Inferior a 500	5
Edificio Administrativo	Inferior a 500	5
ASEVIC y capacitación	De 1501 a 2500	3
Distincomer y Almadisco	Mayor a 4500	0
Reciclaje	Mayor a 4500	0

Fuente: Arquitecto de la empresa

iii. Resistencia al fuego de los elementos constructivos

Se hace referencia únicamente a los elementos sustentadores del edificio y la característica que se mide es la estabilidad mecánica ante el fuego.

Los valores asignados se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 4.17. Resistencia al fuego de los elementos portantes

Zona de estudio	Material portante	Resistencia al fuego	Puntuación
Materias primas	Concreto	Alta	10
Compresores y mantenimiento mecánico	Metal	Baja	0
Zona de combustibles	No aplica	Baja	0
Nave de producción	Metal	Baja	0
Caseta de guardas	Concreto	Alta	10
Edificio Administrativo	Concreto	Alta	10
ASEVIC y capacitación	Concreto	Alta	10
Distincomer y Almadisco	Metal	Baja	0
Reciclaje	No aplica	Baja	0

Fuente: Autor

iv. Falsos Techos

Debido a que dificultan en muchas ocasiones la detección temprana del incendio y que además impiden la correcta distribución de los agentes extintores este método contempla esta variable.

A continuación se señala con el signo ✓ la existencia de falsos techos en la sección en estudio; la ausencia de dicha forma indica la no existencia del elemento. Las puntuaciones asignadas son las siguientes:

Cuadro 4.18. Falsos Techos

Zona de estudio	No hay	Si hay	Puntuación
Materias primas	✓		5
Compresores y mantenimiento mecánico	✓		5
Zona de combustibles	✓		5
Nave de producción		✓	0
Caseta de guardas	✓		5
Edificio Administrativo	✓		5
ASEVIC y capacitación	✓		5
Distincomer y Almadisco	✓		5
Reciclaje	✓		5

Fuente: Autor

b. Factores de situación.

i. Distancia de los bomberos

En este caso se cuantifica en función de la distancia de la estación y del tiempo de arribo de la unidad extintora hasta las instalaciones de la compañía.

Se toma en cuenta la estación de Cartago ya que está en condiciones de brindar apoyo las veinticuatro horas del día y posee equipo y personal instruido y suficiente para atender una eventual emergencia.

El tiempo estimado de arribo de los bomberos se encuentra en el rango de entre diez y quince minutos por lo que se le asigna a esta variable un puntaje de 6; el mismo es válido para todas las secciones estudiadas.

ii. Accesibilidad a los edificios

Este parámetro debe ser entendido como el acceso en cuanto a combate de incendios auxilio y evacuación de víctimas.

Utilizando como condiciones mínimas de accesibilidad las propuestas en la Norma Básica de Edificación NBE-CP/96 que estipula como necesario edificios con una anchura mínima de cinco metros, altura libre de cuatro metros; en cuanto al entorno de los mismos, establece como necesario que el elemento se encuentre libre de obstáculos naturales o artificiales, con una anchura libre mínima de seis metros y con acceso libre.

En este caso, se tiene que todas las secciones en estudio poseen una buena accesibilidad y que presentan además fuentes de agua y gabinetes con equipo cerca de forma que puede cubrirse fácilmente un área específica; es por la razón anterior que se asigna un puntaje de 5 para todas las secciones de la planta en estudio.

c. Factores de proceso y operación.

i. Peligro de activación

En este caso se valora la existencia y utilización de fuentes de ignición habituales en el proceso productivo; además, se valoran hechos como la prohibición de fumar, protección frente a descargas eléctricas y la existencia de procedimientos para trabajo con llama abierta.

Los valores a asignar por la variable en estudio se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 4.19. Peligro de activación por sectores de la planta

Sector	Fuente de ignición	Peligro de activación	Puntuación
Materias primas	No aplica	Bajo	10
Compresores y mantenimiento Mecánico	Trabajos con acetileno; corte con discos giratorios	Alto	0
Zona de combustibles	Trabajos del taller mecánico	Medio	5
Nave de producción	Trabajos con acetileno, hornos de fundición y hornos de templado.	Alto	0
Caseta de guardas	No aplica	Bajo	10
Edificio Administrativo	Fumado en zonas verdes	Mediano	5
ASEVIC y capacitación	Fumado en zonas verdes	Mediano	5
Distincomer y Almadisco	No aplica	Bajo	10
Reciclaje	Trabajos de oxicorte e incidencia directa de los rayos solares.	Bajo	10

Fuente: Autor

ii. Carga térmica

En este caso, se puede realizar el cálculo o aproximar el valor de la misma mediante las tablas de clasificación de riesgos para sistemas de rociadores automáticos del código trece de la Nacional Fire Protection Association.

Sin embargo, para efectos de este cálculo usaremos los mismos valores de carga de fuego calculadas para el análisis del riesgo mediante el método Gretener.

Por lo tanto, los valores de carga de fuego, así como la puntuación asignada por secciones se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro 4.20. Carga térmica de las secciones evaluadas y su respectiva puntuación.

Zona de estudio	Carga térmica (MJ/m ²)	Puntuación
Materias primas	Baja; inferior a 1000	10
Compresores y mantenimiento mecánico	Baja; inferior a 1000	10
Zona de combustibles	Muy alta; mayor a 5000	0
Nave de producción	Baja; inferior a 1000	10
Caseta de guardas	Baja; inferior a 1000	10
Edificio Administrativo	Baja; inferior a 1000	10
ASEVIC y capacitación	Baja; inferior a 1000	10
Distincomer y Almadisco	Alta; entre 2000 y 5000	2
Reciclaje	Moderada; entre 1000 y 2000	5

Fuente: Autor.

iii. Inflamabilidad de los combustibles

En este caso, se valora la peligrosidad de las sustancias combustibles almacenadas respecto a su posible ignición. Por ejemplo los gases y combustibles a temperatura ambiente son considerados con inflamabilidad alta, mientras que los sólidos no combustibles son considerados con un valor bajo en combustibilidad.

La puntuación asignada a las distintas unidades estudiadas se muestra a continuación:

Cuadro 4.21. Inflamabilidad de los combustibles de las secciones evaluadas y su respectiva puntuación.

Zona de estudio	Inflamabilidad	Puntuación
Materias primas	Baja	5
Compresores y mantenimiento mecánico	Alta	0
Zona de combustibles	Alta	0
Nave de producción	Alta	0
Caseta de guardas	Baja	5
Edificio Administrativo	Baja	5
ASEVIC y capacitación	Baja	5
Distincomer y Almadisco	Media	3
Reciclaje	Media	3

Fuente: Autor

iv. Orden, limpieza y mantenimiento

Con este factor se estima el orden y la limpieza teniendo además cuenta la existencia de personal específico para realizar la labor y personal encargado de las labores de mantenimiento periódico de las instalaciones y de los dispositivos de protección de incendios.

En las instalaciones de VICESA existe personal exclusivo para realizar las labores de limpieza dentro de la compañía; en el caso de las labores de mantenimiento se cuenta con un taller mecánico, así como de un Departamento de Servicios Generales encargados de brindar el servicio de reparaciones y mantenimiento preventivo a las distintas unidades constructivas de VICESA.

Para las labores de revisión y mantenimiento de los dispositivos de protección de incendios se cuenta con una persona que realiza exclusivamente labores en este aspecto y que en caso de ser necesaria la asistencia externa, realiza la solicitud mediante el Jefe de Seguridad e Higiene Ocupacional de la empresa.

Por las razones anteriores se asigna un valor de 10 a todas las secciones en estudio.

v. Almacenamiento en altura

En este apartado se toma en cuenta la altura desde el nivel del suelo de las estibas de almacenamiento sin considerar el material que se almacena; la puntuación asignada por sección de la planta se muestra a continuación.

Cuadro 4.22. Puntuación por almacenamiento en altura para el cálculo de M.E.S.E.R.I.

Zona de estudio	Almacenamiento en altura	Puntuación
Materias primas	Menos de 2 m	3
Compresores y mantenimiento mecánico	Menos de 2 m	3
Zona de combustibles	Superiores a 6 m	0
Nave de producción	Entre 2 y 6 metros	2
Caseta de guardas	Menos de 2 m	3
Edificio Administrativo	Menos de 2 m	3
ASEVIC y capacitación	Menos de 2 m	3
Distincomer y Almadisco	Entre 2 y 6 metros	2
Reciclaje	Menos de 2 m	3

Fuente: Encargados de Bodega de la compañía

d. Factores de valor económico de los bienes.

Este apartado se divide a su vez en dos secciones; la primera considera el valor económico por metro cuadrado de la planta, mientras que el segundo se contempla las posibles pérdidas por los factores relacionados con el incendio dentro de la empresa.

i. Concentración de valores

Cada una de las unidades constructivas tiene un valor específico que depende de las características constructivas y valores almacenados. Para realizar este cálculo se

definen los siguientes tres rangos económicos, su valor se da en euros para evitar los efectos de la depreciación por efectos de la moneda.

- $[0 \in -500 \in[$
- $[500 \in -1500 \in[$
- $[1500 \in -+\infty \in[$

Por lo tanto se asigna la puntuación siguiente a las unidades constructivas en estudio.

Cuadro 4.23 Puntaje por concentración de valores

Zona de estudio	Euros/m ²	Puntuación
Materias primas	$[500 \in -1500 \in[$	2
Compresores y mantenimiento mecánico	$[500 \in -1500 \in[$	2
Zona de combustibles	$[500 \in -1500 \in[$	2
Nave de producción	$[1500 \in -+\infty \in[$	0
Caseta de guardas	$[0 \in -500 \in[$	3
Edificio Administrativo	$[500 \in -1500 \in[$	2
ASEVIC y capacitación	$[500 \in -1500 \in[$	2
Distincomer y Almadisco	$[500 \in -1500 \in[$	2
Reciclaje	$[0 \in -500 \in[$	3

Fuente: Autor

ii. Factores de destructibilidad

En este apartado, se contempla la posible destrucción por humo, calor, agua y corrosión, tanto de las materias primas y elementos de producción como del producto terminado y semiterminado.

Para la asignación de valores, se parte de una clasificación tripartita de riesgos en donde la base de la figura es un nivel bajo; la sección media es un valor medio y la cumbre se asocia a un valor alto (ver figura en apéndice 1).

En este caso en específico, tomamos como un valor bajo (base de la escala de riesgos) a los efectos de cualquiera de las variables analizadas que no destruyen ni causan alteraciones en el estado físico o químico de los objetos descritos en el primer párrafo de esta sección.

Como valor medio (sección media) denominamos a las consecuencias o daños de tipo no permanente o significativo tanto en maquinaria como en materia prima y producto terminado. Los daños mecánicos deben ser fáciles de reparar y los defectos sobre la materia prima deben ser rápidos de corregir; ambos deben poder realizarse por personal de la empresa en el menor tiempo posible; por ejemplo: reparaciones de un motor eléctrico.

Se tomará como un riesgo alto todo daño que implique una destrucción total o grado de daño que amerite la intervención de personal ajeno a la empresa.

En el cuadro siguiente se muestra el criterio asumido para el cálculo; así como la puntuación asignada a cada unidad constructiva en estudio.

Cuadro 4.24 Factores de destructibilidad asociados con el incendio.

Unidad de estudio	Factor de destrucción				Puntaje asignado			
	Calor	Humo	Corrosión	Agua	Calor	Humo	Corrosión	Agua
Materias primas	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	5	10	10	10
Compresores/ mantenimiento mecánico	Alta	Baja	Media	Alta	0	10	5	10
Zona de combustibles	Alta	Baja	Baja	Baja	0	10	10	10
Nave de producción	Alta	Baja	Alta	Alta	0	10	5	10
Caseta de guardas	Baja	Baja	Baja	Baja	0	0	0	0
Edificio Administrativo	Alta	Baja	Alta	Alta	0	10	0	0
ASEVIC y Capacitación	Alta	Baja	Media	Alta	0	10	5	10
Distincomer y Almadisco	Alta	Baja	Alta	Baja	0	10	0	10
Reciclaje	Alta	Baja	Baja	Alta	0	10	10	0

Fuente: Autor

iii. Factores de propagabilidad

En esta sección de análisis se toma en cuenta para definir el grado de propagabilidad tanto vertical como horizontal la disposición espacial de los combustibles, sin tomar en cuenta la velocidad de propagación y de combustión de los mismos.

En el caso de la propagabilidad se toma como punto de origen las características de valores altos descritas por el método.

Los valores asignados a las variables de propagabilidad vertical y horizontal se muestran en el cuadro siguiente, en las casillas en signo ✓ indica el tipo de nivel asignado y el signo × indica los no asignados:

Cuadro 4.25. Factores de Propagación Vertical y horizontal

Unidad constructiva	Propagabilidad vertical			Propagabilidad horizontal			Puntaje asignado	
	Alta	Media	Bajo	Alta	Media	Baja	Vertical	Horizontal
	Materias primas	x	x	✓	x	x	✓	5
Compresores/mantenimiento mecánico	x	x	✓	x	x	✓	5	5
Zona de combustibles	x	x	✓	✓	x	x	5	0
Nave de producción	✓	x	x	✓	x	x	0	0
Caseta de guardas	x	x	✓	✓	x	x	5	0
Edificio Administrativo	✓	x	x	✓	✓	x	0	0
ASEVIC y Capacitación	✓	x	x	✓	x	x	0	0
Distincomer y Almadisco	✓	x	x	✓	x	x	0	0
Reciclaje	x	x	✓	x	x	✓	5	5

Fuente: Autor

3. Factores reductores y protectores

En este caso, se analiza las variables y los factores que impiden que se de un incendio y aquellas que en caso de la materialización del mismo ayudan a limitar la extensión y consecuencias del mismo.

La asignación de la puntuación especificada en el método esta condicionada a la existencia y al adecuado diseño y mantenimiento del factor estudiado, en el caso de las brigadas queda condicionado a las pruebas que garanticen que la misma es funcional y esta preparada par las posibles emergencias de la compañía.

a. Instalaciones de protección contra incendios

i. Detección automática

No existe un sistema de detección automática de incendios dentro de las instalaciones de las zonas en estudio.

Como la empresa trabaja de manera continua y cuenta con un sistema de vigilancia propio que realiza rondas controladas con reloj cada media hora, se toma como eficiente la detección humana del incendio; adicionándole que existe un sistema de alarma con interruptores ubicados en las distintas secciones de la planta y que la alarma puede ubicarse geográficamente en el panel central de recepción de alarma.

Debido a las razones anteriores es que se asigna un puntaje de cuatro para las zonas en estudio.

ii. Rociadores automáticos

Únicamente el área de tanques de combustibles posee rociadores, pero el método establece que deben ser automáticos lo cual no corresponde con los existentes, por lo tanto se asigna un valor de de uno para las unidades de estudio.

iii. Extintores portátiles

En la empresa, se utilizan únicamente extintores del tipo homologado y de reconocimiento por las autoridades aseguradoras; el mismo se ha dado en las auditorías de incendios que realiza la casa aseguradora.

En total, en la compañía existen 145 extintores, distribuidos de manera que se cubren todos los rincones de las edificaciones.

Para la ubicación de los mismos se tomó en cuenta las características de la zona a cubrir; así como las principales materiales combustibles de la zona, lo anterior con el objetivo de que en caso de incendio, exista una rápida intervención.

Como la empresa es una compañía que presenta características que pueden generar diversos tipos de incendios, se han ubicado los extintores considerando el tipo de agente extintor adecuado para cada sección.

A lo anterior debe sumarse que existe detección humana permanente y que el mantenimiento y control de los mismos se controla mediante un software programado por el señor Walter Castro Mora, encargado de Seguridad Laboral e Higiene Ocupacional de la empresa.

Debido a lo anterior se asigna un puntaje de veintiuno a todas las secciones en estudio.

iv. Bocas de incendio equipadas

Dentro de VICESA, existen un total de veintiséis bocas de incendio equipadas, dispuestas de manera tal, que su ubicación permite atender una emergencia de incendio sin importar el área donde ocurra la misma.

Cada uno de los dispositivos mencionados esta equipado con mecanismos para el combate de incendios, de manera que, se garantiza en caso de ser requerido la disponibilidad de equipo para el combate del mismo.

Cada una de las bocas de incendio equipadas tiene acceso directo a tomas de agua que mediante la ayuda mecánica de las bombas de incendio alcanzan una presión de 110 PSI en toda la tubería de incendios. Además, la ubicación estratégicamente planeada de los mismos, permite un acceso rápido al menos a uno de ellos sin importar donde se de el incendio.

Por las razones anteriores se asigna un valor de cuatro a todas las zonas en estudio.

v. Hidrantes exteriores

En la empresa existe una serie de veinticuatro hidrantes distribuidos en diferentes puntos de manera que se garantiza una toma de agua cercana a cada uno de los edificios.

La presión de agua de los hidrantes es de 110 PSI y cerca a cada uno de ellos existe una boca de incendio equipada con los dispositivos necesarios para el combate de incendios.

La distribución de las bocas de incendio equipadas y extintores dentro de las instalaciones físicas de VICESA se muestra en la siguiente figura:

.

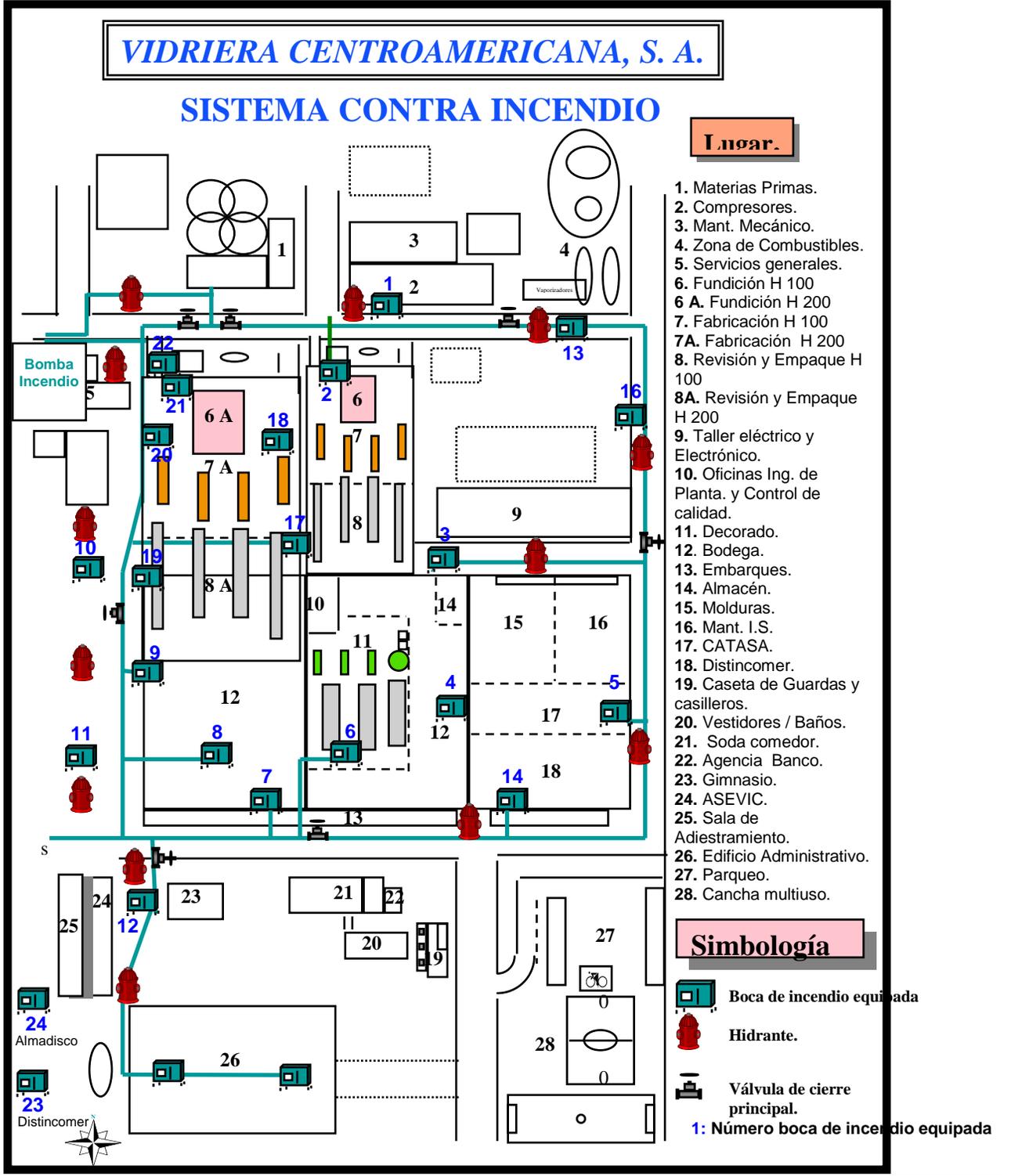


Figura 4.2. Distribución de hidrantes y bocas de incendio equipadas en VICESA

Fuente: Walter Castro Mora

Así se asigna una puntuación de dos para las distintas secciones en estudio.

b. Organización de la protección contra incendios

i. Equipos de intervención de incendios

Las brigadas de VICESA están conformadas por personal de distintas secciones de la empresa. Los mismo reciben capacitación constante mediante un plan de entrenamiento que contempla tanto factores teóricos como prácticos, cada uno de los miembros está nombrado de forma nominal en la brigada del turno que le corresponde y es de conocimiento tanto de sus compañeros de departamento como de sus supervisores la pertenencia de estas personas al grupo.

Existe un grupo de brigadistas de aproximadamente doce personas en cada uno de los turnos de trabajo de la compañía los cuales tienen a su disposición en caso de ser necesario botas, chaquetas, pantalones y guantes de uso bomberil; así como trajes de aluminizado, mangueras, lanzas, hidrantes, bocas de incendio, etc.

En total la empresa cuenta aproximadamente con ochocientos veinte colaboradores de los cuales cerca de cuarenta y ocho son brigadistas, de manera que existen en promedio 6,9 brigadista por cada cien individuos del personal.

Por la razón anterior se asigna un puntaje de 6 para las distintas unidades de estudio.

ii. Planes de autoprotección y de emergencia interior

Existe un plan de emergencias desarrollado e implementado dentro de las instalaciones de VICESA. Dicho documento se hace del conocimiento de los empleados mediante una capacitación inicial (al ser contratados con la compañía), adicional a la capacitación se suministra un folleto informativo en el cual se detalla las acciones a desarrollar en caso de emergencia y los puntos de reunión a los cuales debe acudir el personal en caso de ser necesario.

Además, para familiarizar al personal con las acciones a tomar en caso de emergencia se realizan simulacros de evacuación de las distintas secciones y simultáneamente la brigada realiza un simulacro de atención de heridos, incendio entre otras acciones.

Debido a las razones anteriores se asigna un valor de cuatro a todas las secciones evaluadas.

4. Resultados

El análisis final del riesgo propuesto por el método M.E.S.E.R.I. consiste en ubicar el valor numérico de la aplicación para cada sección en estudio de la compañía de la

fórmula $R = \frac{5}{129}X + \frac{5}{32}Y$ en los siguientes rangos:

- $[0 - 3[$: Implica una clasificación de riesgo como muy malo.
- $[3 - 5[$: Implica una clasificación de riesgo como malo.
- $[5 - 8[$: Implica una clasificación de riesgo como bueno.
- $[8 - +\infty[$: Implica una clasificación de riesgo como muy bueno.

Es importante considerar que en esta clasificación (únicamente en ella) debe entenderse riesgo desde el punto de vista de una empresa aseguradora, es decir, en este caso riesgo es sinónimo de un bien a asegurar.

Los puntajes generados de la aplicación de la fórmula a las distintas unidades constructivas se muestran a continuación:

Cuadro 4.26. Puntajes finales de las unidades constructivas en estudio.

Unidad constructiva	Puntaje	Calificación del riesgo
Materias primas	11,1	Muy Bueno
Compresores y mantenimiento mecánico	9,8	Muy Bueno
Zona de combustibles	9,4	Muy Bueno
Nave de producción	8,9	Muy Bueno
Caseta de guardas	9,7	Muy Bueno
Edificio Administrativo	9,6	Muy Bueno
ASEVIC y Capacitación	10,1	Muy Bueno
Distincomer y Almadisco	9,2	Muy Bueno
Reciclaje	9,6	Muy Bueno

Fuente: Autor

Como puede verse de la tabla anterior, ninguna de las secciones presenta un nivel perjudicial de riesgo que deba ser inmediatamente tratado; entre más cercano sea el valor al número tres o menor al mismo, peor es el estado del riesgo de incendio.

D. Comentarios sobre los métodos.

Una vez aplicados ambos métodos, se logra determinar, que sin importar si la evaluación realizada es de orientación cualitativa o cualicuantitativa, el nivel de riesgo de la empresa es aceptable; la afirmación anterior se sustenta en que, aunque existen importantes factores potenciadores del evento, también se cuenta con una organización de combate bien entrenada para las posibles emergencias que se pueden generar dentro de la compañía; además, existen elementos de combate que permiten una adecuada atención de la emergencia en caso de materialización de un incendio.

Al ordenar las secciones en estudio de acuerdo al nivel de riesgo de incendio, se presentan importantes diferencias entre ambos métodos.

El orden del nivel de riesgo generado por la aplicación de cada uno de los métodos se detalla a continuación.

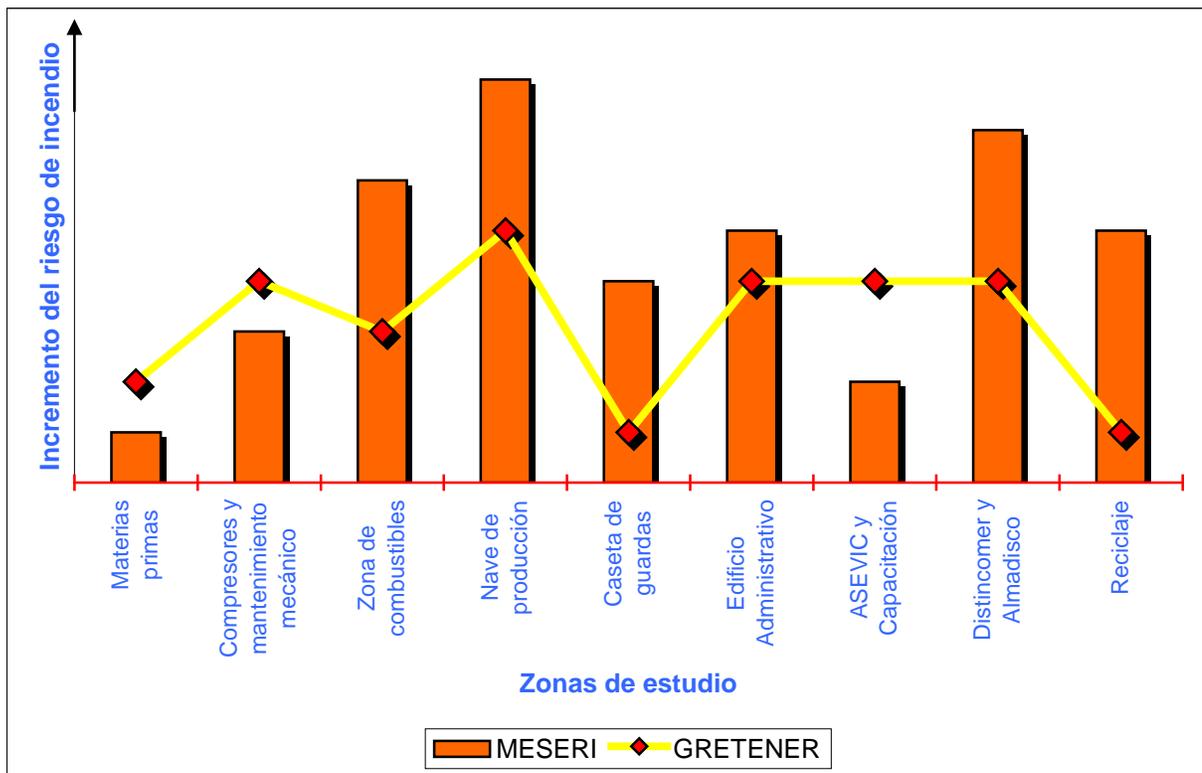


Figura 4.3. Gráfico de la priorización de las secciones en estudio por los métodos Gretener y M.E.S.E.R.I.

Fuente: Cuadro 4.26 y Cuadro 4.12

Como puede verse existen diferencias en la priorización de cada una de las secciones, estas diferencias se deben principalmente a los factores de evaluación de cada uno de los métodos.

Lo importante a considerar, es que el ordenamiento de las secciones mediante el método Gretener (líneas en el gráfico), muestra el nivel de riesgo de las distintas secciones analizando exclusivamente los factores de peligro y los de protección por lo que, el nivel de riesgo que se genera mediante su cálculo muestra una relación directamente apegada a la definición de riesgo global de incendio.

Por lo contrario, los niveles de riesgo generados mediante el método M.E.S.E.R.I. contemplan el daño económico de la materialización de un incendio, además contempla en mayor medida las consecuencias sobre el factor humano ya que considera factores como la peligrosidad de los humos, pero la categorización para

asignar los coeficientes para el estudio es de carácter subjetivo restándole fuerza a los resultados.

En lo referente a si las medidas de prevención tomadas hasta el momento están de acuerdo al nivel de riesgo existente y si sus características son adecuadas al nivel de riesgo existente se tiene que, según el método Gretener en todas las secciones de la compañía existe una adecuada protección; en el caso de que se desee generar nuevas inversiones con el objetivo de disminuir el riesgo la priorización de las áreas en orden descendente según el método antes mencionado sería:

- i. Nave de producción
- ii. Distincomer y Almadisco, ASEVIC y Capacitación, Edificios Administrativos, Compresores y Mantenimiento mecánico.
- iii. Zona de Combustibles
- iv. Materias primas
- v. Reciclaje y Caseta del guarda.

Con el fin de mejorar los valores obtenidos por las áreas anteriores se debe según las recomendaciones hechas por el método Gretener, dichas recomendaciones son: Primero respetar y cumplir con todas las medidas normales, como segunda alternativa mejorar la construcción para hacerla un tipo de construcción más favorable, aumentar la resistencia al fuego (F) y disminuir el valor de la carga térmica inmobiliaria. Si no puede realizarlo lo anterior deben corregirse las medidas especiales de protección.

V. Capítulo 5

Conclusiones

Conclusiones

Una vez realizada la aplicación de los métodos y analizados sus resultados se obtienen las siguientes conclusiones sobre el nivel de riesgo en VICESA, así como con respecto a las metodologías para la valoración del riesgo de incendio:

- A. Los materiales constructivos de las distintas edificaciones no garantizan una adecuada protección ya que no pueden ser considerados elementos retardadores del fuego.
- B. Las zonas de estudio con mayor peligro en cuanto a formación y toxicidad de los humos son la Zona de Combustibles y la Zona de Compresores y Mantenimiento mecánico.
- C. La zona donde existe la carga de fuego más elevada dentro de la empresa es la Zona de combustibles.
- D. La zona de estudio donde se encontró una menor carga de fuego es la de identificada como Materias Primas.
- E. En todas las secciones evaluadas se encontró que la seguridad contra incendios existente al momento de la evaluación es suficiente en relación al nivel de riesgo existente en cada una de las secciones.
- F. Los extintores portátiles, bocas de incendio equipadas, fiabilidad de abastecimiento de agua, longitud del conducto de agua y personal instruido dentro de la empresa pueden categorizarse como excelentes ya que los mismos logran las puntuaciones máximas asignable por el método Gretener.
- G. La zona con mayor peligro potencial de incendio derivado de los factores de peligro relativos tanto del contenido del edificio como de la construcción, es el área de Nave de producción.

- H. La zona con menor peligro potencial de incendio derivado de de los factores de peligro relativos, tanto del contenido del edificio como de la construcción, es el área de Caseta de Guardas.
- I. El Método Gretener exige para su aplicación la inversión de una mayor cantidad de tiempo en comparación con su homólogo M.E.S.E.R.I.; lo anterior, ya que el primero contempla factores mucho más técnicos de estudio y para asignar los coeficientes numéricos respectivos a cada una de las variables es necesario conocer detalladamente las características de la industria donde se aplica.
- J. Ninguno de los dos métodos indica la fórmula con la cual debe de calcularse la carga de fuego de los locales estudiados; por dicha razón, pueden producirse importantes variaciones tanto para la variable Carga de Fuego, como para el Nivel de Riesgo de incendio final.
- K. El método Gretener permite determinar si el conjunto de medidas tomadas hasta el momento son adecuadas y suficientes en relación al nivel de riesgo de la compañía, lo anterior lo logra mediante la prueba de suficiente seguridad contra incendios.
- L. El método Gretener realiza una categorización del riesgo de incendio más estricta y apegada a la definición del mismo, que la desarrollada mediante el método M.E.S.E.R.I.
Gretener lo hace mediante la relación entre los elementos de protección y los posibles elementos potenciadores de un incendio dentro de la compañía; mientras que el método M.E.S.E.R.I. contempla entre sus puntos de evaluación factores de concentración económicos que no se apegan a la definición de riesgo de incendio.
- M. El método M.E.S.E.R.I., contempla dentro de sus variables de estudio los factores de valor económico de los bienes (del edificio como del contenido del mismo), por lo que se convierte en un valioso recurso tanto para las aseguradoras como para la industria en general.

Para los primeros, es de gran valor ya que permite hacer un estudio de riesgo integrando el valor económico, de manera que, la aseguradora puede determinar un nivel de riesgo y así decidir si es viable tomar un contrato de seguros con la empresa evaluada. De igual manera, la aplicación de este método es de mucha importancia para la empresa, ya que permite determinar un nivel de riesgo contemplando el factor económico de la zona expuesta, de manera que, permite a la persona encargada determinar si retiene o transfiere el riesgo de incendio.

- N. En ambos casos, al contemplar el tiempo de respuesta de los bomberos, se asumen valores por distancia sin considerar que el tiempo de respuesta de los mismos, varía tanto por la distancia como por la hora en que se presenta la emergencia (principalmente por problemas de tránsito en las vías) y las características propias de la Estación de Bomberos.
- O. En cuanto al periodo de análisis y obtención de los resultados (con los datos ya recolectados) se encontró que, el Método M.E.S.E.R.I. puede desarrollarse en menos de un día y que por el contrario, el Método Gretener, necesita de varios días para realizar el correcto análisis y la debida justificación de cada uno de los datos utilizados; lo anterior, debido a que sus valores son puntuales, es decir, a un dato en específico le corresponde un valor dado; a diferencia del M.E.S.E.R.I. en donde a un rango de datos se le asigna un valor.

Además, por la razón anterior, una inadecuada interpretación de un dato afecta de mayor manera el resultado final del nivel de riesgo expresado por el método Gretener que por el M.E.S.E.R.I.

- P. Se concluye que el Método Gretener es mucho más específico y detallista en la valoración y categorización de cada una de los puntos estudiados, ya que este necesita que a cada variable se caracterice de manera tal, que se logre traducirse la misma en un valor de cuantificación específico. El método M.E.S.E.R.I. asigna dicho valor a un rango o a un nivel denominado como alto,

medio o bajo de manera que la caracterización de cada una de las variables en estudio es menor.

- Q. El método Gretener, además de hacer la valoración, establece alternativas de solución priorizadas para disminuir el nivel de riesgo encontrado en las zonas en estudio; el M.E.S.E.R.I se limita únicamente a la valoración del nivel de riesgo.
- R. El método Gretener, permite luego de su aplicación obtener una buena categorización y documentación de las medidas de prevención y combate, principalmente su ubicación, cantidad y características. Por otra parte, la aplicación del método M.E.S.E.R.I no presenta mayor valor agregado que el de la categorización del riesgo.
- S. El método Gretener, no contempla la existencia de los factores del proceso y la operación que representan un peligro de activación importante tales como procesos de llamas abiertas, hornos de fundición, etc.
- T. Ninguno de los dos métodos contempla los riesgos eléctricos como potenciadores del incendio.
- U. El método M.E.S.E.R.I puede ser utilizado cuando se quiere priorizar varias unidades constructivas en cuanto el nivel de riesgo de incendio o cuando se quiere relacionar el nivel de riesgo existente con las posibles pérdidas económicas y daños sobre las personas de la materialización del mismo. El método Gretener se recomienda cuando se desea realizar un estudio completo del nivel de riesgo y del comportamiento de las medidas de prevención en cuanto a su relación con el nivel de riesgo.
- V. En el caso del método M.E.S.E.R.I. el nivel final de riesgo puede verse afectado por la apreciación subjetiva del evaluador mientras que en el método Gretener se disminuye dicha posibilidad ya que cada uno de los valores asignados parte de una adecuada justificación y descripción de la variable en estudio.
- W. Finalmente, se determina que el método Gretener hace una buena caracterización del nivel de riesgo de incendio y además permite realizar una

prueba de suficiente seguridad contra incendios, que puede ser aplicada desde el diseño de los sistemas, por lo que es posible valorar si las alternativas tomadas son eficientes antes de su implementación.

VI. Capítulo 6

Recomendaciones

Recomendaciones

Luego del análisis del riesgo de incendio con ambos métodos se hacen las siguientes recomendaciones.

- A. Se recomienda para la evaluación del riesgo de incendio dentro de la empresa utilizar el método Gretener ya que hace una caracterización más apegada a la definición y además considera de manera más estricta los dispositivos y medidas de prevención existentes dentro de la empresa.
- B. Es recomendable instalar dispositivos de detección automática de incendio en la zona de edificios administrativos ya que en dicho lugar se realizan labores únicamente de día y por ende no existe una supervisión constante que pueda identificar los conatos de incendio.
- C. Instalar exutorios en las distintas secciones en estudio de la compañía para evitar la acumulación de calor y humos y disminuir el peligro significativo en cuanto a la acumulación de los mismos bajo el techo de las naves.
- D. Realizar evaluaciones de riesgo de incendio cada vez que se den cambios en la distribución en planta, se varíe la materia prima o el proceso productivo, se instalen nuevos equipos de protección o como mínimo cada seis meses para mantener un control constante sobre posibles variaciones en el nivel de riesgo de incendio.
- E. Con la finalidad de estandarizar los métodos de cálculo de cargas de fuego se propone un modelo electrónico de cálculo desarrollado por el estudiante; el mismo, se fundamenta en las fórmulas de cálculo de cargas de fuego publicadas en el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los establecimientos Industriales, este reglamento es de acatamiento obligatorio en el país de España

F. Para la recolección de datos para el análisis se recomienda aplicar las listas de verificación diseñadas por el estudiante y para realizar el cálculo de las cargas de fuego se recomienda utilizar el Programa de Cálculo de Cargas de Fuego.

VII. Capítulo7. Bibliografía

Libros y comunicados

- Castro Mora Walter. “Definición de Conceptos Claves en VICESA”. Cartago. Vidriera Centroamericana, 2005 (Comunicación personal).
- Castro Mora Walter. “Material para Estudiantes”. Cartago. Vidriera Centroamericana, 2005.
- Castro Mora Walter. “Precedentes de incendios en la compañía”. Cartago. Vidriera Centroamericana, 2005 (Comunicación personal).
- Chiquita Brands Internacional. Como Prevenir un Incendio. Chiquita Brands Internacional. 1992.
- Cortes Díaz José Maria. Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales. Seguridad e Higiene del Trabajo. 2002.
- Departamento de control de calidad; Departamento de mercadeo. Manual de Productos. RECOPE. 2001
- Gonzáles Alexander. ”Características técnicas del Horno de fundición”. Cartago. Vidriera Centroamericana, 2005 (Comunicación personal).
- Hernández, Roberto; Fernández, Carlos y Baptista Pilar. Metodología de la investigación. México: Editorial Mc Graw Hill, 2003.

- ITSEMAP Fuego. Evaluación del Riesgo de Incendio. Método Gretener. España, sin año de edición.

Direcciones electrónicas

- Duarte Viejo Guiomar. NTP 559: Evaluación del riesgo de Incendio: Criterios. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo, [en línea], España. www.mtas.es/insht/ntp/ntp_599.htm. 2003
- Esparza Felix. El Fuego o Combustión. Bomberos de Navarra. Nafarroako Suhiltzaileak, [en línea], España. www.bomberosdenavarra.es
- Fuertes Peña José. Estudio comparativo y un análisis crítico de varios métodos de evaluación del riesgo de incendios. Universidad de Málaga, [en línea]. www.geocities.com/framemethod/refer1.html. 2001.
- Fundación Latinoamericana para la Calidad. Herramientas, [en línea]. <http://www.calidad.org/>
- Gil Salvador; Rodríguez Eduardo. Física re-creativa. Universidad Nacional de San Martín y Universidad de Buenos Aires, [en línea]. <http://www.fisicarecreativa.com/> 2005.
- “Vidrio”. Wikipedia, Enciclopedia Libre, [en línea], España. www.es.kikipedia.org/wiki/Vidrio. 2003
- “Fuego”. Wikipedia, Enciclopedia Libre, [en línea], España. es.wikipedia.org/wiki/Fuego. 2003

- Villanueva Muñoz José Luis. NTP 42: Bocas e hidrantes de incendio. Condiciones de instalación. Ministerio de Seguridad e Higiene del Trabajo, [en línea], España. www.mtas.es/insht/ntp/ntp_042.htm. 1983
- Villanueva Muñoz José Luís. NTP 100: Evaluación del riesgo de incendio. Método de Gustav Purt. Ministerio de Seguridad e Higiene del Trabajo, [en línea], España. www.mtas.es/insht/ntp/ntp_100.htm. 1984
- Villanueva Muñoz José Luis. NTP 36: Riesgo intrínseco de incendio (I). Ministerio de Seguridad e Higiene del Trabajo, [en línea], España. www.mtas.es/insht/ntp/ntp_036.htm. 1983.

Proyectos de Graduación

- López Bastos Maricela, Murillo Morales Karol. “Diseño de una metodología para la valoración de riesgos en los procesos relacionados con la Gestión del Departamento de Protección Integral de la Empresa Recope S.A., Plantel el Alto de Ochomogo. Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 2005
- Rodríguez Ramírez Juan José. Modelo Para el Mejoramiento de los Procesos y la Productividad en los Servicios de Atención Al Cliente de ICETEL. Escuela Producción Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 2001

Semanarios

- “Pulso Regional 2005”, EL FINANCIERO Nº 506. Edición del 21-27 de marzo de 2005. P. 1 -28.

VIII. Capítulo 8. Apéndices

Apéndices

Apéndice 1. Glosario de términos utilizados en el proyecto.

C

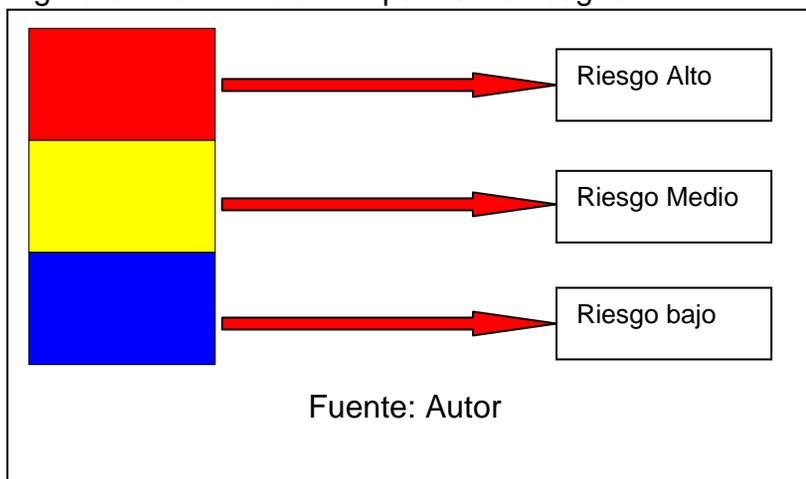
CaCO₃:

Carbonato de calcio, conocido como caliza; producto utilizado como materia prima en la elaboración de vidrio.

Clasificación tripartita del Riesgos

Concepto con que el autor de este proyecto de graduación denomina a las tres categorías de riesgos analizados por el método M.E.S.E.R.I.. La figura siguiente muestra la relación.

Figura 8.1. Clasificación tripartita de riesgos



D

Datagrama dinámico:

Tabla en la que se muestran las sustancias almacenadas y las principales características físicas y químicas de las mismas que le convierten en riesgo de incendio.

E

Envase tipo refresquero:

Envase de vidrio conocido como botella en el cual se envasan bebidas no alcohólicas. Ejemplos de este tipo de recipiente son las botellas de 500 ml tipo retornable utilizadas por Coca Cola.

Envase tipo licorero:

Envase de vidrio conocido como botella en el cual se envasan bebidas alcohólicas. Por ejemplo las usadas por FANAL en su producto Cacique.

Envase tipo Medicinales:

Envase de vidrio conocido como frascos en el cual se envasan productos medicinales.

Envase tipo conserva:

Envases tipo frasco que son utilizados en la industria para comercializar los alimentos. Por ejemplo los utilizados por la marca UNILEVER para sus encurtidos.

M

Mensurable

Sinónimo de medible

Método del coeficiente K:

Método para identificar la resistencia al fuego de los elementos constructivos en un sector de la empresa.

Posee una gran importancia ya que ayuda a determinar si un área industrial puede considerarse como un recinto único o si debe de manejarse como unidades independientes dentro de un mismo terreno.

Método M.E.S.E.R.I.:

Método sencillo, rápido y ágil que da como resultado un valor del riesgo global en empresas de riesgo y tamaño medio. Éste método puede ser aplicado en pocos minutos y en la zona de riesgo, resultando decisiva la apreciación visual del compartimiento por parte del profesional. Por supuesto se trata de un método de orientación y limitado que servirá únicamente para una visualización rápida del riesgo global de incendio ya que los resultados de este método son muy subjetivos.

Método Gustav Purt:

Derivado del método Gretener; se usa cuando se desea deducir de la evaluación del riesgo, las medidas de protección contra incendios, tiene la limitación de no poder usarse en la industria petroquímica

Método Gretener:

Ofrece un cálculo del riesgo de incendio global bastante completo, con un valor que indica si el riesgo en la instalación es aceptable o si por el contrario deben adoptarse nuevas medidas para ajustarlo. Luego de las correcciones debe realizarse el cálculo una vez más y determinar si las medidas utilizadas son eficientes.

N



Carbonato de Sodio; producto utilizado como materia prima en la elaboración de vidrio.

P

Pedacería de vidrio:

Pequeños pedazos de vidrio triturado que han sido molidos mediante acción mecánica y que pueden provenir de las botellas recicladas o de las botellas que son desechadas por la compañía por no cumplir los estándares de calidad.

Prensa:

Proceso de tipo mecánico en el cual mediante la aplicación de presión de una pieza en el molde se forma una parte del envase de vidrio.

R

Riesgo Objetivo de Incendio:

Riesgo en el cual la probabilidad de ocurrencia puede respaldarse por medio de datos científicos, estadísticas u otro factor numérico que represente el nivel de riesgo.

S

SiO₂:

Óxido de Silicio (IV), conocido como Arena Sílice, producto utilizado como materia prima en la elaboración de vidrio.

Soplo:

Proceso en el cual se inyecta aire comprimido en la formación de los envases de vidrio.

U

Unidad de bomberos

Término que hace referencia al camión de bomberos.

Unidad constructiva

Concepto que hace referencia a un sector o edificio en estudio.

Apéndice 2. Formatos de listas de inspección y entrevistas utilizados para recolectar la información necesaria para realizar el análisis de los métodos

	<p align="center">VIDRIERA CENTROAMERICANA S.A.</p> <p align="center">Listas de Inspección para Anaqueles</p>	<p align="center">1 de 2</p> <p align="center">Edición:00</p>
---	--	---

Elaborado por:	Área	Fecha:	Firma
Revisado por	Área	Fecha	Firma
Aprobada por	Área	Fecha	Firma

Información General

Evaluador _____

Fecha de la revisión _____

Firma _____

	<p>VIDRIERA CENTROAMERICANA S.A.</p> <p>Formato de entrevista para categorizar el Cuerpo Público de Bomberos</p>	<p>1 de 4 Edición:00</p>
---	--	------------------------------

Elaborado por:	Área	Fecha:	Firma
Revisado por	Área	Fecha	Firma
Aprobada por	Área	Fecha	Firma

Información General

Departamento de Bomberos al que se le aplica _____

Persona Entrevistada _____

Fecha de la Entrevista _____

Entrevistador _____

Firma _____

Utilice las siguientes preguntas en formato de entrevista directa. Con base en los resultados obtenidos caracterice el Departamento de Bomberos Públicos.

1. ¿Cuántas personas conforman el cuerpo de Bomberos?

_____Permanentes _____Voluntarios

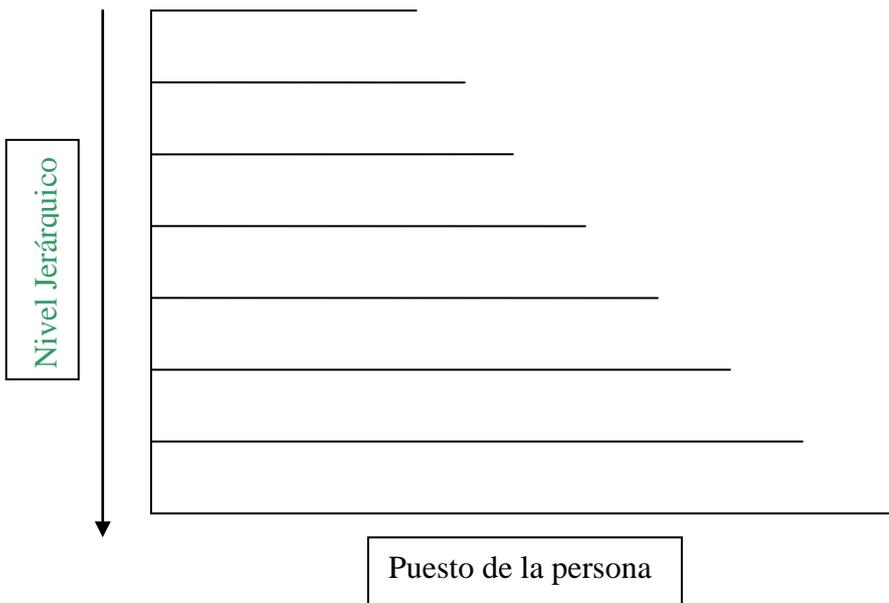
2. ¿Existe una estratificación jerárquica de los voluntarios?

Si____ No____

Comentarios_____

3. ¿Para cuáles eventos están capacitados los voluntarios?

4. ¿Cuál es el organigrama de la estación?



5. ¿Existe personal fijo tanto diurno como nocturno?

Si_____

No_____

Observaciones_____

6. ¿Cuántas personas trabajan en dichos turnos?

_____día

_____Noche

7. ¿Existe personal asignado a la estación para que trabaje los días feriados?

Si_____ No_____

Observaciones_____

8. ¿Cuántas personas trabajan los días feriados?

_____de día

_____de noche

9. ¿Que tipo de dispositivo se utiliza para dar el aviso de alarma?

10. ¿Cuántos vehículos motobomba existen en la estación?

Camión	Cantidad	Capacidad (L)	Observaciones

17. ¿Cuáles son las características ideales que debe presentar una empresa para que se de el ingreso del camión de bomberos?

	<p>VIDRIERA CENTROAMERICANA S.A.</p> <p>Formato de entrevista para categorizar la Brigada de incendios</p>	<p>1 de 4</p> <p>Edición:00</p>
---	---	---------------------------------

Elaborado por:	Área	Fecha:	Firma
Revisado por	Área	Fecha	Firma
Aprobada por	Área	Fecha	Firma

Información General

Persona Entrevistada _____

Cargo _____

Fecha de la Entrevista _____

Entrevistador _____

Firma _____

Instrucciones

Utilice la siguiente forma para recolectar la información necesaria para categorizar la brigada industrial de incendios.

Compare los datos obtenidos con la clasificación de Brigadas del Método Gretenner con el fin de determinar el tipo de brigada de la Compañía.

Cuestionario

1. ¿Que tipo de dispositivo se utiliza para dar el aviso de alarma de incendio?

2. ¿Cómo se avisa a los brigadistas (incendios) que se necesitan sus servicios?

3. ¿Cuánto personal de las brigadas esta disponible por turno?

Turno 1: ___ a ___ _____ personas

Turno 2: ___ a ___ _____ personas

Turno 3: ___ a ___ _____ personas

Turno 4: ___ a ___ _____ personas

4. En el caso que fuera necesario recibir apoyo de brigadistas fuera de horario, ¿Poseen los mismos vehículos para desplazarse hasta el área de la emergencia?

Si_____

No_____

No Aplica _____

Observaciones

5. ¿Para cuáles emergencias esta capacitado la brigada de incendios?

_____	_____
_____	_____
_____	_____

6. ¿Hay alarma de sonido para dar aviso de un incendio? (Si pasar a 7 ; no pasar a 8)

Si_____

No_____

7. Describa ese sonido

8. ¿Cuántas personas conforman en total la brigada?

_____personas

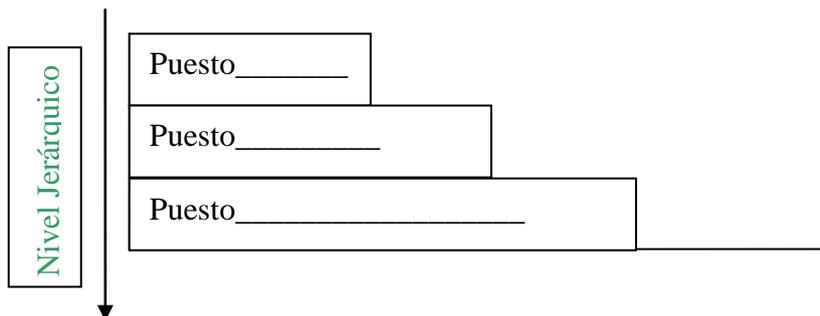
9. ¿De que equipo disponen los brigadistas?

Equipo	Cantidad	Observaciones

10. ¿Existe una jerarquía dentro de la brigada?

Si _____ No _____

11. ¿Cuál es el organigrama de la brigada?



Anexo1. Clasificación de las Brigadas según Método Greteiner.

☀ Nivel 1

Cuerpo de extinción compuesto de al menos 10 hombres en horas de trabajo formados en extinción de incendios y si es posible incorporados en el cuerpo de bomberos.

☀ Nivel 2

Cuerpo de Bomberos de empresa de al menos 20 hombres, formados para extinción de incendios que disponen de un mando propio y preparado para la intervención durante la jornada de trabajo.

☀ Nivel 3

Cuerpo de bomberos de empresa de la menos 20 hombres formados para extinción de incendios con un mando propio y preparados APRA la intervención durante y fuera de las horas de trabajo.

☀ Nivel 4

Cuerpo de bomberos de empresa que cumple las condiciones del nivel 3 y además forma durante los días no laborables un servicio de guardia de al menos cuatro personas dispuestas para la intervención.

	<p>VIDRIERA CENTROAMERICANA S.A.</p> <p>Listas de inspección para identificar el entorno de la empresa</p>	<p>1 de 2</p> <p>Edición:00</p>
---	---	---------------------------------

Elaborado por:	Área	Fecha:	Firma
Revisado por	Área	Fecha	Firma
Aprobada por	Área	Fecha	Firma

Información General

Persona Aplica _____

Fecha de la Aplicación _____

Firma _____

Materiales o equipo para la Aplicación

- a. Brújula

	<p align="center">VIDRIERA CENTROAMERICANA S.A.</p> <p align="center">Formato de entrevista para categorizar las fuentes de agua, bombas de incendios y casa de bombas.</p>	<p align="center">1 de 5</p> <p align="center">Edición:00</p>
---	--	---

Elaborado por:	Área	Fecha:	Firma
Revisado por	Área	Fecha	Firma
Aprobada por	Área	Fecha	Firma

Información General

Persona Entrevistada _____

Cargo _____

Fecha de la Entrevista _____

Entrevistador _____

Firma _____

Primera Parte. Fuentes de Agua

1. ¿Cuál es el depósito del agua para utilizar en caso de incendio?

Servicio público_____

Lago natural_____

Pozo profundo_____

Tanque a nivel suelo_____

Lago artificial_____

Tanque elevado_____

Río_____

Otro. Especifique_____

Observaciones:

2. Capacidad de la reserva de agua_____Litros

Segunda parte. Bombas de Incendio.

1. ¿De cuántas bombas dispone el sistema de incendios?

1____ 2____ 3____ otro._____

2. ¿Cuál es la presión de agua generada por las bombas en la tubería?

_____lb.

3. ¿Cumplen las bombas las especificaciones de diseño de la NFPA (Norma NFPA 20)?

Si_____

No_____

Observaciones

4. ¿Existe un sistema doble de bombeo?

Si _____

No _____

Observaciones

5. ¿Cuáles son las características de dichas Bombas?

6. ¿Qué tipo de combustible usan las bombas?

Bomba: _____ Combustible: _____

Bomba: _____ Combustible: _____

7. ¿Cada cuanto tiempo se da mantenimiento a las bombas?

8. ¿Existe una bomba tipo Jockey?

Si_____ No_____

Observaciones_____

9. ¿La bomba de incendios está ubicada sobre una base sólida?

Si_____ No_____

Observaciones_____

10. ¿Durante cuanto tiempo pueden trabajar las bombas?

Bomba: _____ horas ____ minutos _____ segundos

Bomba: _____ horas ____ minutos _____ segundos

Tercera Parte. Casa de Bombas

1. ¿Está la casa de bombas a más de 15 metros de los edificios más cercanos?

Si_____ No_____

Observaciones_____

2. ¿El espacio dentro de la casa de bombas es suficiente para alojar todo el equipo?

Si___ No___

Observaciones_____

3. ¿Dentro de la casa de bombas queda espacio para manipular y darle mantenimiento a la bomba?

Si___ No___

Observaciones_____

4. ¿Cuenta la casa de bombas con un sistema de ventilación adecuado?

Si___ No___

Observaciones_____

5. ¿Existe un sistema de drenaje en la casa de bombas?

Si___ No___

Observaciones_____

	<p>VIDRIERA CENTROAMERICANA S.A.</p> <p>Formato de entrevista para determinar el papel de los Guardas de Seguridad en la prevención y evaluación de riesgos de incendio</p>	<p>1 de 10</p> <p>Edición:00</p>
---	--	----------------------------------

Elaborado por:	Área	Fecha:	Firma
Revisado por	Área	Fecha	Firma
Aprobada por	Área	Fecha	Firma

Información General

Persona Entrevistada: _____

Cargo: _____

Fecha de la entrevista _____

Entrevistador _____

Firma _____

Instrucciones

Aplique la siguiente lista de pregunta en formato de entrevista directa al jefe del área de Seguridad.

Cuestionario

1. Número de personas que laboran en el área.

_____ personas Turno: _____ a _____

_____ personas Turno: _____ a _____

2. ¿Dónde están ubicados los oficiales y cual es su función en dicha área?

Ubicación	Cantidad de Personas	Función.

3. ¿El servicio de vigilancia realiza rondas programadas por las instalaciones?

Si_____ No____ (pasar a 6)

Observaciones_____

4. ¿Qué se revisa durante los recorridos?

5. ¿Cada cuanto tiempo realizan los recorridos (inspecciones)?

Turno: _____ a _____ horas _____ minutos _____ segundos
Turno: _____ a _____ horas _____ minutos _____ segundos

6. En caso de ser necesario comunicar la alarma a la oficina principal (entrada); ¿de que equipo disponen? y ¿cual es el alcance del mismo?

Equipo	Alcance (m)
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

7. ¿Quiénes utilizan el equipo de comunicación?

8. ¿El servicio de vigilancia mantiene un registro de incidencias (Bitácora)?
Si_____ No_____

Observaciones:

9. ¿Cuántos oficiales están permanentemente en el centro de mando?

Turno: _____ a _____ oficiales

Turno: _____ a _____ oficiales

10. ¿Puede transmitirse de forma rápida (menos de 1 minuto) la alarma desde el centro de mando hasta los brigadistas?

Si_____ No_____

Observaciones:

11. ¿Es el puesto de mando el encargado de llamar a los bomberos en caso de ser necesario?

Si_____ No_____ (Pasar a 14)

Observaciones:

12. ¿Cuál es el procedimiento a seguir para llamar a Bomberos?

13. ¿Conocen los encargados de hacer la llamada el número de la estación de bomberos de Cartago?

Si_____ No_____

Observaciones:

14. En caso de emergencia; ¿cuál es el procedimiento que a desarrollar por los agentes de seguridad?

	<p align="center">VIDRIERA CENTROAMERICANA S.A.</p> <p align="center">Formato de entrevista para caracterizar los hornos de fundición de vidrio</p>	<p align="center">1 de 3</p> <p align="center">Edición:00</p>
---	--	---



Elaborado por:	Área	Fecha:	Firma
Revisado por	Área	Fecha	Firma
Aprobada por	Área	Fecha	Firma

Información General

Persona entrevistada _____

Puesto _____

Persona entrevistada _____

Puesto _____

Fecha de la entrevista _____

Entrevistador _____

Firma _____

5. ¿Qué combustibles usan los quemadores de los hornos?

Horno 1: Combustible. _____

Horno 2: Combustible. _____

6. ¿Cuánto combustible por unidad de tiempo usan los quemadores de los hornos?

Horno 1: Combustible. _____

Horno 2: Combustible. _____

7. ¿Cuántos años tiene los hornos?

Horno 1: Edad. _____ Años ___ Meses _____ días.

Horno 2: Edad. _____ Años ___ Meses _____ días.

Segunda Parte. Condiciones de Seguridad en lo referente a Incendio

1. ¿De que medidas de seguridad Dispone el horno?

Medida	Cantidad	Función	Ubicación	Observaciones

2. ¿Qué características presenta una fuga de vidrio del horno de fundición?

	<p align="center">VIDRIERA CENTROAMERICANA S.A.</p> <p align="center">Listas de recolección de sustancias combustibles en planta</p>	<p align="center">1 de 2</p> <p align="center">Edición:00</p>
---	---	---

Elaborado por:	Área	Fecha:	Firma
Revisado por	Área	Fecha	Firma
Aprobada por	Área	Fecha	Firma

Información General

Departamento al que se le aplica _____

Persona Entrevistada _____

Fecha de la Entrevista _____

Entrevistador _____

Firma _____

	<p align="center">VIDRIERA CENTROAMERICANA S.A.</p> <p align="center">Listas de inspección materiales de construcción de las distintas secciones de la planta industrial</p>	<p align="center">1 de 2</p> <p align="center">Edición:00</p>
---	---	---

Elaborado por:	Área	Fecha:	Firma
Revisado por	Área	Fecha	Firma
Aprobada por	Área	Fecha	Firma

Información General

Departamento al que se le aplica _____

Persona Entrevistada _____

Fecha de la Entrevista _____

Entrevistador _____

Firma _____

	<p align="center">VIDRIERA CENTROAMERICANA S.A.</p> <p align="center">Listas de recolección de sustancias combustibles en oficinas</p>	<p align="center">1 de 2</p> <p align="center">Edición:00</p>
---	---	---

Elaborado por:	Área	Fecha:	Firma
Revisado por	Área	Fecha	Firma
Aprobada por	Área	Fecha	Firma

Información General

Departamento al que se le aplica _____

Aplicador _____

Firma _____

Materiales combustibles de las oficinas del área en estudio

Puesto 1. _____

Objeto	Material	Cantidad	Observaciones
Estantes			
Sillas			
Escritorios			
Libros			
Ampos			
Computadoras			
Otros.			

Puesto N. _____

Objeto	Material	Cantidad	Observaciones
Estantes			
Sillas			
Escritorios			
Libros			
Ampos			
Computadoras			
Otros.			

	<p>VIDRIERA CENTROAMERICANA S.A.</p> <p>Formato de entrevista para la recolección de información básica sobre exutorios, rociadores y detectores de humo</p>	<p>1 de 3</p> <p>Edición:00</p>
---	---	---------------------------------

Elaborado por:	Área	Fecha	Firma
Revisado por	Área	Fecha	Firma
Aprobada por	Área	Fecha	Firma

Información General

Persona Entrevistada _____

Fecha de la Entrevista _____

Entrevistador _____

Firma _____

Instrucciones

Realice la siguiente entrevista con el fin de determinar aspectos básicos sobre los rociadores, exutorios y detectores de humo de la compañía

Primera Parte. Rociadores

1. ¿Hay un sistema de rociadores instalado en la compañía?

Si ___ No___

Observaciones _____

Segunda Parte. Exutorios

1. ¿Existen exutorios instalados en la compañía?

Si_____ No_____ (Pasar a Tercera Parte. Detectores de Humo)

2. ¿Cuántos y en cual instalación (edificio)?

<u>Edificio</u>	<u>Cantidad</u>

3. ¿Los exutorios son abiertos o cerrados?

Abiertos____ (Pasar a pregunta 5) Cerrados____

Observaciones_____

4. ¿A que temperatura abren los exutorios? _____°C

5. ¿Cuáles son las especificaciones técnicas del exutorio?

Tercera Parte. Detectores de Humo

1. ¿Hay detectores de humo en los cielorrasos?

Si _____ No _____

Observaciones_____

	<p>VIDRIERA CENTROAMERICANA S.A.</p> <p>Listas de Inspección de los tanques de combustible</p>	<p>1 de 10</p> <p>Edición:00</p>
---	---	----------------------------------

Elaborado por:	Área	Fecha:	Firma
Revisado por	Área	Fecha	Firma
Aprobada por	Área	Fecha	Firma

Información General

Persona que aplica la inspección_____

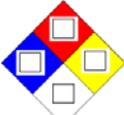
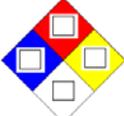
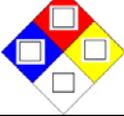
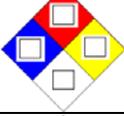
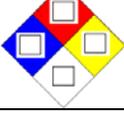
Cargo_____

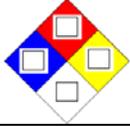
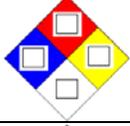
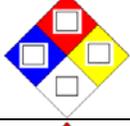
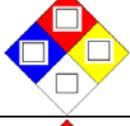
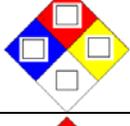
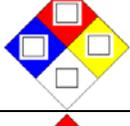
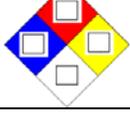
Fecha_____

Firma_____

Instrucciones: En la tabla siguiente responda a las preguntas planteadas.

En caso de que exista señalización mediante el rombo de seguridad en el tanque, anote los valores numéricos correspondientes al mismo en la figura correspondiente.

Sustancia que almacena el tanque	Capacidad del tanque (L)	¿Hay corrosión externa en el tanque?		¿Está rotulado con el Código NFPA 704		Valores del Código 704	Observaciones
		Si	No	Si	No		
							
							
							
							
							
							
							

Sustancia que almacena el tanque	Capacidad del tanque (L)	¿Hay corrosión externa en el tanque?		¿Está rotulado con el Código NFPA 704		Valores del Código 704	Observaciones
		Si	No	Si	No		
							
							
							
							
							
							
							

Otras señales de Identificación

Instrucciones de Uso.

1. Primero identifique la señal ubicada en el tanque con las representadas en la siguiente lista de verificación.
2. Anote en la segunda columna el nombre de la sustancia almacenada en el tanque señalado con la señal identificada en el punto uno.
3. Anote en la tercera columna el Pin de la ONU si existe, de no existir anote la siguiente frase: "Código ausente".
4. Finalmente anote otros comentarios sobre el rotulo en la columna número cuatro

CLASE 1: PRODUCTOS EXPLOSIVOS

Rótulo	Sustancia contenida en el tanque identificado con esta señal	Pin ONU	Notas del Rotulo
			
			
			
			

CLASE 2: GASES

Rótulo	Sustancia contenida en el tanque identificado con esta señal	Pin ONU	Notas del Rotulo
			
			
			
			

CLASE 3: LÍQUIDOS INFLAMABLES

Rótulo	Sustancia contenida en el tanque identificado con esta señal	Pin ONU	Notas del Rotulo
			

CLASE 4: SÓLIDOS INFLAMABLES

Rótulo	Sustancia contenida en el tanque identificado con esta señal	Pin ONU	Notas del Rotulo
			
			
			

CLASE 5: SUSTANCIAS OXIDANTES, PERÓXIDOS ORGÁNICOS

Rótulo	Sustancia contenida en el tanque identificado con esta señal	Pin ONU	Notas del Rotulo
			
			

CLASE 6: SUSTANCIAS VENENOSAS, SUSTANCIAS INFECCIOSAS

Rótulo	Sustancia contenida en el tanque identificado con esta señal	Pin ONU	Notas del Rotulo

CLASE 7: SUSTANCIAS RADIATIVAS

Rótulo	Sustancia contenida en el tanque identificado con esta señal	Pin ONU	Notas del Rotulo

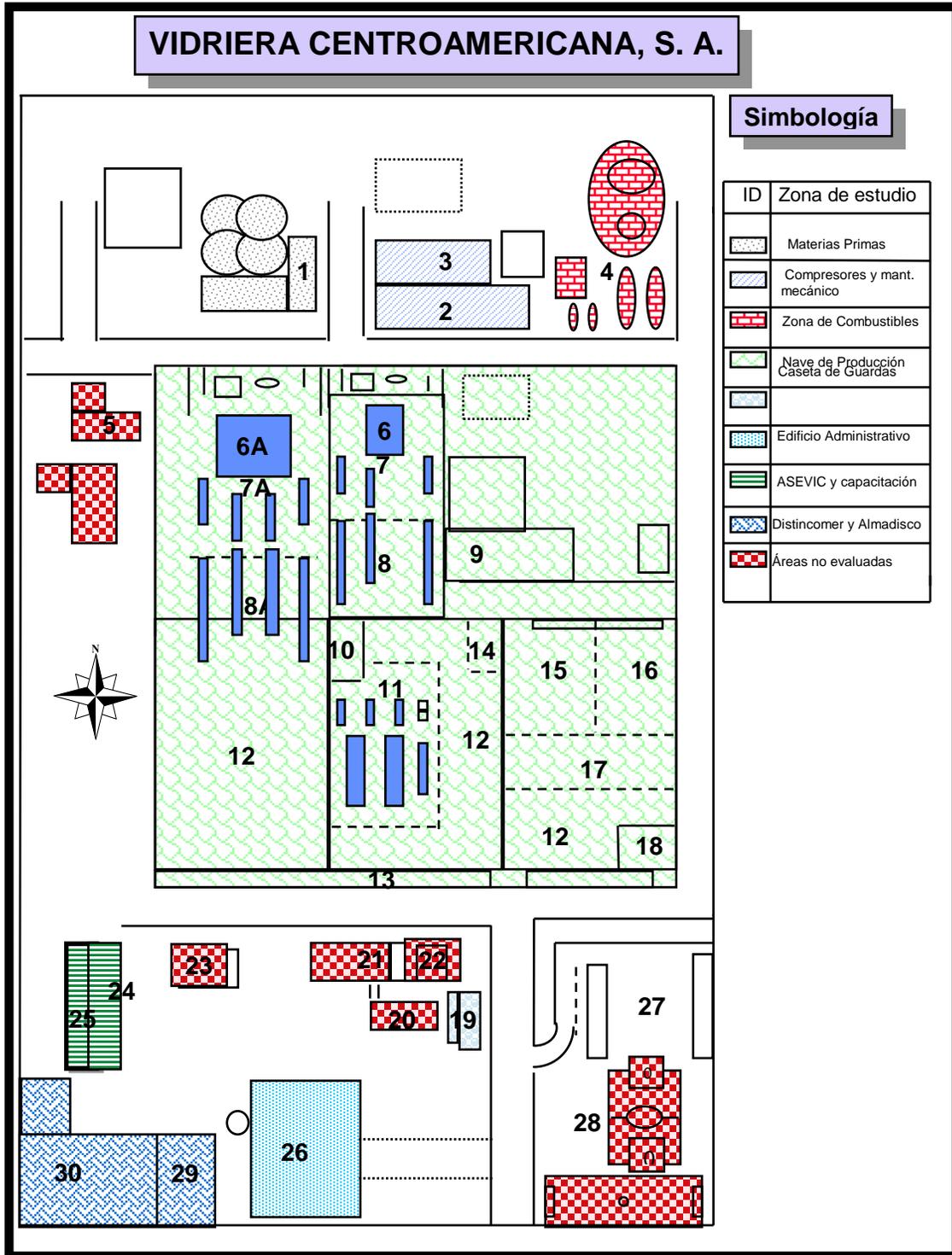
CLASE 8: SUSTANCIAS CORROSIVAS

Rótulo	Sustancia contenida en el tanque identificado con esta señal	Pin ONU	Notas del Rotulo
			

CLASE 9: PRODUCTOS MISCELANIOS

Rótulo	Sustancia contenida en el tanque identificado con esta señal	Pin ONU	Notas del Rotulo
			

Apéndice 3. Croquis de sectores en estudio



Fuente: Walter Castro; Autor

