

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK
MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y SALUD
OCUPACIONAL

TÍTULO DE TESIS:

**“INVESTIGACIÓN Y EVALUACIÓN INTEGRAL
DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD CONTRA
INCENDIOS Y PROPUESTA DEL SISTEMA
CONTRA INCENDIOS PARA LA INDUSTRIA
ECUAPLASTEC UBICADA EN EL DISTRITO
METROPOLITANO DE QUITO.”**

Realizado por:

CONSUELO MARIBEL IMBAQUINGO CHULDE

**Como requisito para la obtención del título de
MAGISTER EN SEGURIDAD Y SALUD
OCUPACIONAL**

QUITO, FEBRERO 2014.

DECLARACIÓN JURAMENTADA

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

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Maribel Imbaquingo

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación de fin de carrera, titulado

**“INVESTIGACIÓN Y EVALUACIÓN INTEGRAL DE LAS CONDICIONES DE
SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS Y PROPUESTA DEL SISTEMA CONTRA
INCENDIOS PARA LA INDUSTRIA ECUAPLASTEC UBICADA EN EL
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO”**

Realizado por el alumno:

CONSUELO MARIBEL IMBAQUINGO CHULDE
como requisito para la obtención del título de:

MAGISTER EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL
ha sido dirigido por el profesor

MSC. Carlos Flores

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor.

.....
MSC. Carlos Flores
Director

Los profesores informantes

Msc. David Alejandro Trujillo y
Msc. Luis Fernando Freire

Después de revisar el trabajo escrito presentado, lo
han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador.

.....
Msc. David Alejandro Trujillo

.....
Msc. Luis Fernando Freire

RESUMEN

Dando cumplimiento al parámetro legal vigente Ley de Defensa contra incendios con su respectivo Reglamento de aplicación Art 261, el que exige a toda pequeña, mediana y gran empresa la implantación de un sistema automático de detección y extinción de incendios, por lo que se realiza “La Investigación y evaluación integral de las condiciones de seguridad contra incendios de Ecuaplastec ubicada en el Distrito Metropolitano de Quito”, permite identificar y determinar los riesgos de incendios existentes en la empresa, los mismos que pueden desencadenar en la materialización del mismo, para esto se ha planteado una alternativa para minimizar el riesgo como es la implantación de la red contra incendio (red hídrica) la que detallas los siguientes fases:

Primero se realizó una evaluación de riesgo de incendio a través del método de evaluación Gretener” certificado por Cuerpo de Bomberos Quito, para conocer la situación actual de la empresa en materia de Seguridad Contra Incendios.

Se aplicó una matriz legal de cumplimiento, tomada de Cuerpo de Bomberos Quito, la que permite la identificación preliminar de no conformidades de acuerdo a lo establecido por el Reglamento de mitigación y protección contra incendios, así como otras técnicas las que determinaron la ausencia de un sistema de detección y extinción contra incendios, para combatir el fuego en caso de suscitarse, y poder precautelar la integridad de los trabajadores y los bienes materiales de la empresa

El trabajo que se realizó pretende ser un modelo y propuesta a seguir para su posterior implementación en la Industria ECUAPLASTEC u otras industrias; y así prevenir los posibles conatos de incendio o incendios mayores, cuidando siempre los intereses empresariales, en base a lo indicado en la normativa técnico legal vigente.

ABSTRACT

In compliance with the current legal parameter Fire Defense Law with its own Rules of Art 261 application, which requires all small, medium and large enterprise implementation of an automatic fire detection and suppression, so it is done "Research and comprehensive assessment of security conditions Ecuaplastec fire located in the Metropolitan District of Quito", to identify and assess the risks of existing fires in the company, they can trigger the realization of it, for this is has raised an alternative to minimize the risk as is the implementation of network fire (water supply) that itemize the following phases:

First a fire risk assessment was performed using the method of assessment Gretener Certified Fire Quito, to know the current situation of the company in the field of Fire Safety.

Legal compliance matrix is applied, taken from the Fire Department Quito, that allows preliminary identification of nonconformities in accordance with the provisions of the Law on Protection against fire with their respective regulations, as well as other techniques that determined the existence Under conditions of safety standards and the lack of adequate equipment (Bies) firefighting should arise, and to protect the integrity of employees and property of the company

The work was conducted and intended to be a model to follow proposal for further implementation in ECUAPLASTEC industry or other industries, and so prevent possible outbreaks of fire or major fires, always taking care of business interests, according to what indicated in technical legal regulations.

AGRADECIMIENTO

A mis padres por todo ese apoyo incondicional y permitir que esto sea una realidad.

Mención especial al Director y asesores de Tesis Msc. Carlos Flores, Msc. David Trujillo y Msc. Luis Fernando Freire de la Universidad Internacional SEK del Ecuador.

Agradezco a Cuerpo de Bomberos Quito, por su colaboración y sabias enseñanzas.

Maribel Imbaquingo.

ÍNDICE

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN JURAMENTADA.....	ii
DECLARATORIA	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
CAPÍTULO I	1
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 INFORMACIÓN GENERAL.....	1
1.2 PROBLEMA	4
1.3 OBJETIVO GENERAL	6
1.3.1 Objetivos Específicos	7
1.4 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	7
CAPÍTULO II.....	10
2 MARCO TEÓRICO	10
2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	10
2.2 INDUSTRIA PLÁSTICA	10
2.2.1 Clasificación de los plásticos industriales	11
2.2.2 Procesos en la fabricación del plástico	11
2.3 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	16
2.4 Incendios	17
2.4.1 Sistemas de detección de Incendios.....	18
2.4.2 Tipos de detectores	19
2.4.3 Evaluación del Riesgo de Incendio.....	19

2.5	Medidas de Protección Pasiva y Activa	22
2.5.1	Medidas de Protección Pasiva	22
2.5.2	Medidas de Protección Activa	23
2.6	Métodos de Evaluación de Riesgos de Incendio	23
2.7	Factores Determinantes del Fuego	29
2.7.1	Temperatura.....	29
2.7.2	Fundamentos de la propagación del fuego	31
2.7.3	Programas de Seguridad Orden y limpieza	32
2.8	Clasificación de fuegos	33
2.8.1	Agentes Extintores.....	34
2.8.2	Agentes halogenados	34
2.8.3	Polvos Químicos.....	35
2.9	Clasificación de Sistemas Fijos de Incendios	35
2.10	Partes de un Sistema Contra Incendios	36
2.11	Marco Legal	38
2.11.1	Constitución de la República del Ecuador.....	39
2.11.2	C.A.N. Decisión 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo	39
2.11.3	Ley de defensa Contra Incendios - Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios, Registro Oficial 114.	39
2.11.4	NTE - INEN 440 Colores de Tuberías	43
2.11.5	NTE INEN 22 66 Transporte, Almacenamiento y Manejo de materiales peligrosos 45	
2.11.6	NFPA 13 (2007) Norma para la Instalación de Sistema de Rociadores	46
2.11.7	NFPA 14, (2007) Norma para la Instalación de Tubería Vertical y de Mangueras..	46
CAPÍTULO III.....		48
3	METODOLOGÍA	48
3.1	Tipo de Investigación	48
3.2	Diseño de la Investigación	48
3.2.1	Variable Dependiente	49
3.2.2	Variable Independiente.....	50
3.3	Población y Muestra.....	51
3.4	Instrumento de Investigación	51

3.5	Recopilación de la Información	52
3.5.1	3.5.1 Cuestionario.....	52
3.5.2	Videos.....	52
3.5.3	Fotos	53
3.5.4	Matriz Legal de Identificación de riesgos de incendios	53
3.5.5	Aplicación del Método de Evaluación de Riesgos de Incendio.....	54
3.6	Procesamiento y Análisis	58
3.6.1	Cuestionario.....	58
3.6.2	Estudio de los equipos contra incendios existentes.....	60
3.6.3	Matriz Legal de Identificación de riesgos de incendios	63
CAPÍTULO IV		64
4	PROPUESTA Y DISEÑO DEL SISTEMA RED CONTRA INCENDIOS	64
4.1	Objetivo.....	64
4.2	Justificación.....	64
4.3	Parámetro Legal para Red Contra Incendios	65
4.4	Parámetro Técnico para Red Contra Incendios.....	66
4.4.1	Cálculos Abastecimiento de agua.....	66
4.4.2	Cálculos Diámetro de Tubería.....	68
4.4.3	Calculo Potencia de Bombas	70
4.4.4	Cobertura de Boca de Incendios Equipada (BIE).....	71
4.4.5	Columna húmeda.....	73
4.4.6	Rociadores Automáticos de agua (splinkers).....	73
4.4.7	Banco de Datos pruebas de verificación.....	74
4.5	Modelo de Capacitación para Red Contra Incendios.....	77
4.6	Automatización del Sistema Red Contra Incendio	77
CAPÍTULO V		80
5	RESULTADOS	80
5.1	Descripción del Proceso de Producción de la Empresa	80
5.2	Resultados Matriz Legal de identificación de riesgos.....	81
5.3	Análisis de Evaluación de riesgo de incendios	81
5.4	Planteamiento de Medidas de Control de Riesgo de Incendio.....	86

5.5	Sistema de Red contra Incendios	86
CAPÍTULO VI		87
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	87
6.1	Conclusiones	87
6.2	Recomendaciones.....	88
BIBLIOGRAFÍA		89
ANEXOS		92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 2-1 Tipos focos de ignición	21
Tabla No. 2-2 Lista de métodos	23
Tabla No. 2-3 Tipos de extintores según clase de fuegos.....	36
Tabla No. 2-4 Colores de identificación para tuberías	44
Tabla No. 2-5 Significado general de figuras geométricas y colores de seguridad.....	44
Tabla No. 2-6 Categorías de sólidos inflamables	46
Tabla No. 3-1 Datos para cálculo de índice de seguridad contra incendios	55
Tabla No. 3-2 Detalle de extintores	60
Tabla No. 3-3 Detalle de Lámparas	62
Tabla No. 3-4 Detalle Detectores de humo – Temperatura y Estaciones manuales	62
Tabla No. 4-1 Descripción del proyecto	65
Tabla No. 4-2 Características Físico - Químicas del agua.....	67
Tabla No. 4-3 Características de Tubería	69
Tabla No. 4-4 Cálculo de bombas contra incendio.....	70
Tabla No. 4-5 Distribución de (BIES)	72
Tabla No. 4-6 Características de los rociadores (splinkers)	74
Tabla No. 4-7 Check list para revisión del sistema contra incendios	75
Tabla No. 4-8 Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas	76
Tabla No. 5-1 Especificaciones de evaluación de Riesgo de incendio (Hoja 1)	82
Tabla No. 5-2 Cálculo del índice de seguridad contra incendio (hoja 2)	83
Tabla No. 5-3 Resultados de método de evaluación contra incendio (hoja 3)	84

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No. 2-1 Máquina Extrusora	13
Gráfico No. 2-2 Rodillos de estirada longitudinal	13
Gráfico No. 2-3 Embobinadora	15
Gráfico No. 2-4 Proceso de metalizada	16
Gráfico No. 2-5 Variación típica del módulo de relajación de tensiones para polímeros ...	29
Gráfico No. 2-6 Almacenamiento de materia prima, sacos de polipropileno	33

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo No. 1 Máquinas para la Producción que pueden producir incendios o explosiones.	93
Anexo No. 2 Materia prima Utilizada en la Producción	94
Anexo No. 3 Cuestionario para Inspección de Seguridad Industrial	95
Anexo No. 4 Archivo Fotográfico Ecuaplastec	96
Anexo No. 5 Matriz Legal de Cumplimiento	98
Anexo No. 6 Cálculo y Ficha Técnica de Equipos y Materiales	99
Anexo No. 7 Ficha Técnica Bombas	101
Anexo No. 8 Plano de Ubicación de Bocas de Incendio Equipadas (Bies)	102
Anexo No. 9 Plano de Distribución de Rociadores Automáticos de agua	103
Anexo No. 10 Cálculos de Pérdida de Presión de Tubería según NFPA 14	104
Anexo No. 11 Material de Apoyo para Evaluación de Riesgo de Incendio Gretener	105

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 INFORMACIÓN GENERAL

ECUAPLASTEC del Ecuador fundó su compañía en 1991, en la ciudad de Quito en el sector de Carcelén. En el año de 1992 dio inicio a sus operaciones en producción de películas de BOPP (películas de polipropileno biorientado), con una capacidad instalada de 3000 toneladas anuales.

Se realizan las primeras exportaciones a los mercados contiguos de Colombia y Perú. Para 1995 incorpora una línea completa de productos metalizados con la puesta en marcha de una metalizadora al vacío y termoformado. Actualmente nos especializamos en la fabricación de películas de polipropileno biorientado diseñadas con bloques estandarizados de propiedades físicas que al ser combinados entre sí, generan materiales de los más diversos usos que incluyen empaques para alimentos, tejidos, equipo de laboratorio, componentes automotrices y películas transparentes. (Nicholson, L: W. 2006).

ECUAPLASTEC para el 2012 introduce al mercado floricultor una lámina de polipropileno especialmente diseñada para la protección de los botones de rosas en empaques de exportación. Esta lámina presenta el mejor rendimiento, la mejor transparencia y el más alto brillo de todos los materiales existentes en el mercado.

Adicionalmente la lámina BOPP cuenta con una excelente rigidez y bajo deslizamiento, propiedades ideales para un mejor desempeño en la protección de la flor.

Estas propiedades únicas en su género son obtenidas inicialmente por la resina de polipropileno, que otorga uno de los mejores balances en propiedades físicas y la más alta eficiencia en costos de todos los materiales plásticos. Finalmente el proceso único de biorientación confiere al material una alta rigidez e inigualables propiedades ópticas.

El producto principal usado en sus procesos productivos es el polipropileno (PP) polímero termoplástico, parcialmente cristalino, que se obtiene de la polimerización del propileno (propeno). Pertenece al grupo de las poliolefinas y es utilizado en una amplia variedad de aplicaciones que incluyen empaques para alimentos, tejidos, equipo de laboratorio, componentes automotrices y películas transparentes.

ECUAPLASTEC Forma parte de un Oben Holding Group en Colombia, Chile, Perú y Venezuela. Considerada actualmente entre las 500 empresas más grandes del país, con una facturación de \$48,120,149 y Utilidad de: \$5,223,543. Según la (Superintendencia de Compañías, (2013) *Revista Electrónica EKOS negocios* Obtenido de [http\\.](http://www.ekosnegocios.com/empresas/)

ECUAPLASTEC del Ecuador consta de una planta construida a desnivel y dividida en cuatro áreas (oficinas administrativas, planta de producción, bodega de producto terminado y bodega de materia prima).

Tiene un tiempo de construcción de 19 años, con una superficie total a desnivel de 13.100 m² y el área útil de trabajo 12.000 m². Con una población de 300 trabajadores. Cuyos horarios de trabajo son; Administrativo 8:30 a 17:00, Técnicos 8:00 a 17:00, Planta Turnos; 07:30 a 18:30 - 18:30 a 07:30.

La primera área destinada a oficinas administrativas funcionan los departamentos de Gerencia General, Ventas, Jurídico, Financiero y Contabilidad, Compras, Recursos Humanos, Seguridad y Salud Ocupacional y Comercio Exterior, los materiales usados son de oficina y papelería, consta de dos plantas de hormigón armado con 298 m², paredes de ladrillo recubierto, puertas de madera, ventanales que permiten aprovechar la iluminación y ventilación natural, prestan sus servicios 26 personas en cada turno de 8 horas. En el mismo nivel se encuentra la garita de guardia N°1, cocina, comedor y vestidores.

La segunda área es la Planta de Producción, dividida en dos naves construidas de hormigón armado, funcionan las oficinas de Jefatura de Planta, Dpto. de Mantenimiento, Taller de Sistemas, Control de Calidad y Taller de Soldadura.

Esta área de producción de películas de polipropileno biorientado corte y metalizado, con un área de 654 m² con 97 trabajadores, el proceso inicia en máquinas y molinos industriales, que a altas temperaturas trituran al polipropileno en estado sólido, pasando por hornos de estiramiento y enfriamiento transformándose en (Película de polipropileno) BOPP, en una cantidad promedio de 4 toneladas por día, para luego ser metalizados y transportados hacia las máquinas cortadoras y pesados en la balanza digital en bobinas de 200 y 2.000 Kg de capacidad utilizados para empaques de alimentos, tejidos, equipo de laboratorio y flores en el mercado nacional e internacional.

En la parte externa de la planta de producción está el tanque de GLP con una capacidad de almacenamiento de 10.000 Kg. y tanque de diésel con una capacidad de 3.500 galones, que alimenta al caldero útil para el proceso productivo. A este mismo nivel se cuenta con un Aula de Capacitación y Servicio Médico.

La Bodega de Producto Terminado, cuenta con columnas de hormigón armado, paredes de ladrillo recubierto y cubierta de Steel panel, cuya área es de 1.386 m² donde se almacena

rollos de láminas de polipropileno biorientado metalizado a este mismo nivel se encuentra la carpintería posee un área de 264 m², donde se almacena paletas terminadas para uso en productos de exportación, Bodega de Repuestos y molinos, cuya área es de 780 m², cuenta con 20 trabajadores distribuidos en las dos bodegas.

La Bodega de Materia Prima o Depósito Industrial ubicada en Planta Baja tiene un área de 3.000 m² con una capacidad de almacenamiento de aproximadamente 500.000 kg de polipropileno en promedio al mes, el acceso a esta bodega es independiente a las otras aéreas.

La Industria ECUAPLASTEC, utiliza para su actividad productiva productos como: polipropileno como materia prima, masterbatch aditivo, irgastat antiestático, alcohol industrial y freón refrigerante y almacena grandes cantidades de producto terminado, en condiciones inseguras exponiendo a sus trabajadores y bienes materiales de la empresa a un potencial riesgo de incendio, a pesar de que cuenta con medios de protección como extintores, detectores de humo y señalética.

En la empresa ECUAPLASTEC, no se ha realizado ningún tipo de investigación relacionado a las condiciones de seguridad contra incendios en las instalaciones de la planta, considerando que es una fábrica que utiliza polipropileno como materia prima.

El presente trabajo tiene como objetivo investigar y evaluar el nivel de riesgo de incendio que están expuestos los trabajadores de la industria ECUAPLASTEC, especialmente en planta producción, bodegas de producto terminado, bodega, materia prima, área de diésel, GLP (Gas licuado de petróleo) y el establecimiento de medidas preventivas y correctivas.

1.2 PROBLEMA

La Industria ECUAPLASTEC, cuya actividad industrial es la fabricación de láminas de plástico biorientado, utiliza como materia prima (POLIPROPILENO) considerado como un sólido inflamable, el proceso para la fabricación de la película de plástico implica la utilización de energía en grandes cantidades, siendo así que ECUAPLASTEC tiene una línea exclusiva de energía eléctrica conectada al Sistema Nacional interconectado como una cámara de transformación de 65.000 kilo voltios disponiendo varios voltajes como: 110 voltios monofásica, 220 monofásica, 220 bifásica, 220 trifásica, 330 bifásica, 440 trifásica, Para sus procesos cuenta con un tanque de GLP de 10.000 kg esto en atención que el 90% del proceso se realiza en caliente, que al someter la materia prima (polipropileno en estado sólido) a un proceso de calor se obtiene una película madre de aproximadamente 60 cm de ancho por 5 milímetros de espesor la cual ingresa a un proceso de cinta transformadora, pasando por otro proceso térmico en hornos industriales que permiten estirar de 60 cm de ancho por 0.1 milímetros la misma que pasa a un proceso de enfriamiento transformándose en (Película de polipropileno biorientado) en una cantidad promedio de 4 toneladas por día, para luego ser metalizados y transportados hacia las maquinas cortadoras y pesados en la balanza digital en bobinas de 200 y 2.000 Kg de capacidad utilizados para empaques de alimentos, tejidos, equipo de laboratorio y flores en el mercado nacional e internacional. La estructura del edificio tiene una resistencia al fuego de RF 240 debido a su diseño y construcción, el 95 % de la materia prima y producto terminado almacenado tienen una clasificación como combustible “CLASE A” plásticos, el mantenimiento de máquinas y equipos se realiza bajo un estricto plan tanto predictivo, preventivo y correctivo, por esta razón en 25 años de actividad empresarial no se ha tenido accidentes graves que lamentar. En el ámbito de medidas de protección se cuenta con un detectores de incendios, extintores de diferentes capacidades y clases ubicados estratégicamente en las instalaciones de la planta, todo esto está controlado por un Profesional en Seguridad Industrial calificado el mismo que se apoya con las brigadas de evacuación, contra incendios y primeros auxilios que son capacitadas cada año.

Los Representantes de ECUAPLASTEC, están conscientes que de acuerdo al parámetro legal vigente Ley de defensa Contra Incendios - Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios Registro Oficial 114. Art. 267. “Todo establecimiento de trabajo en el cual exista riesgo potencial de incendio, dispondrá de sistemas automáticos de

detección, alarma y extinción de incendios, cuyo funcionamiento esté asegurado aun cuando no exista personal o fluido eléctrico” (Ecuador 2009 Reglamento de Prevención, y Protección Contra Incendios Quito Reg. Oficial 114).

Por tal razón es prioridad la implantación de dicho requerimiento, necesitando un diseño específico basado a la realidad Ecuatoriana y específicamente a ECUAPLASTEC sin afectar la calidad pero optimizando los recursos, tomado como base lo anteriormente expuesto se revisará de manera exhaustiva si el almacenamiento de materia prima y producto terminado cumple con normas de seguridad como: Capacidad de aforo para almacenamiento, ventilación superior, sistema de detección de incendios despejado, respeto a las normas de seguridad, revisar las condiciones de cámara de transformación de alta tensión eléctrica, tanque de almacenamiento de GLP, instalaciones de la línea de GLP en fase gaseosa y líquida, Estado de vaporizadores de GLP por demanda de alto caudal de los hornos descrita en la memoria técnica siendo responsable la empresa AGIP GAS y ECUAPLASTEC.

Los directivos de ECUAPLASTEC, preocupados por el riesgo que genera su actividad industrial y a la vez interesados por la Seguridad y Salud de todo su personal que labora en sus instalaciones, se plantea la necesidad urgente de realizar una investigación detallada, para determinar el nivel de riesgo de incendio que puede conllevar a la generación de un posible incendio y establecer las medidas de protección contra incendios para proteger a su capital humano que son sus trabajadores y los bienes materiales de la empresa

1.3 OBJETIVO GENERAL

Investigar y evaluar el nivel de riesgo de incendio de la empresa ECUAPLASTEC y establecer el diseño del sistema contra incendios.

1.3.1 Objetivos Específicos

1. Levantar una matriz de conformidades y no conformidades de las condiciones de seguridad contra incendios de ECUAPLASTEC.
2. Aplicar el método de análisis de riesgo de incendio (Gretener) para determinar el nivel de riesgo de incendio cuantitativamente en ECUAPLASTEC.
3. Determinar el principio de acción más eficiente para el sistema contra incendios como: (agua, espuma, CO₂, otros) para ECUAPLASTEC.
4. Desarrollar el diseño de la red contra incendios para ECUAPLASTEC acorde a parámetros legal, enfocando los requisitos de cobertura, tipo de agente, presiones y presupuesto tentativo.

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

En el Ecuador desde hace 20 años atrás el sector industrial se ha visto afectado su factor humano y económico por la escasa planificación y organización al momento de construir las plantas industriales. La falta de implementación de medios de combate de fuego y el poco entrenamiento a sus trabajadores sobre los riesgos expuestos en su ambiente laboral, así tenemos el caso del Ex Congreso Nacional, Fábrica de Colchones Chaide y Chaide, Bodegas de Supermaxi, Fabrica Ecasa, entre otras que han sufrido incendios por el desconocimiento de los riesgos expuestos y por ende la falta de medidas de control.

La Industria ECUAPLASTEC, cuya actividad industrial es la fabricación de láminas de plástico, a base de Polipropileno en estado sólido, cuyo proceso genera riesgo de incendio, por tal razón las inspecciones realizadas por Cuerpo de Bomberos Quito en los años 2009, 2010, 2011 y 2012 determinaron la no conformidad de la inexistencia de un Sistema Contra Incendios de protección fija, bloqueando por varios años el permiso de funcionamiento (Licencia Única Anual de Funcionamiento); por tal razón los Directivos de ECUAPLASTEC han determinado cumplir con las exigencias legales como es el caso de

la red contra incendios, para lo cual partiremos de un análisis de riesgo de incendio en base al Método GRETENER que permite evaluar cuantitativamente el riesgo de incendio tanto en construcciones industriales como en establecimientos públicos densamente ocupados, se refiere a las partes del edificio que constituyen los compartimentos corta fuegos separados de manera adecuadamente, expresada en el “Formato para la elaboración de planes de emergencia”. Resolución Administrativa No. 36 SG- CD-DMQ (2009)

Determinación de exigencia legal, determinación técnica de factibilidad, selección de tecnología para el montaje de la red contra incendios, selección de caudal, presiones que deberá soportar la red contra incendios tanto como en su punto crítico como en su punto normal de funcionamiento.

Constitución de la República del Ecuador Art. 326, N° 5. “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar. Ecuador 2008 Constitución de la República del Ecuador

C.A.N. Resolución 957, Reglamento al Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Art. 1, Identificación, Evaluación, Control de factores de Riesgo y seguimiento a las medidas de control. (Perú 2005 Reglamento al Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo Lima Resolución 957).

Ley de defensa Contra Incendios - Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios Registro Oficial 114. Art. 267. Todo establecimiento de trabajo en el cual exista riesgo potencial de incendio, dispondrá de sistemas automáticos de detección, alarma y extinción de incendios, cuyo funcionamiento esté asegurado aun cuando no exista personal o fluido eléctrico. (Ecuador 2009 Reglamento de Prevención, y Protección Contra Incendios Quito Reg. Oficial 114).

Instituto Ecuatoriano de Normalización Norma INEN 440, Colores de tuberías y Norma INEN 439 Señales y símbolos de seguridad. (Ecuador 1980-1984 INEN 439 INEN 440 Quito) “INEN 439 Derogada por Norma INEN 3864”.

El desarrollo de la presente investigación es importante porque busca Investigar y Evaluar el potencial riesgo de incendios que estaría expuesta ECUAPLASTEC en todas sus áreas y determinar la necesidad o no de implementar el sistema red contra incendios, como medida preventiva y obligatoria para minimizar el riesgo de incendio y permitan el desarrollo de la actividad de una manera segura precautelando la integridad física de los trabajadores, como también los bienes materiales de la empresa basando la toma de decisiones e implementaciones en el principio universal de costo beneficio.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En el Ecuador desde hace 20 años atrás el sector industrial se ha visto afectado su factor humano y económico por la escasa planificación y organización al momento de construir las plantas industriales. La falta de implementación de medios de combate de fuego y el poco entrenamiento a sus trabajadores sobre los riesgos expuestos en su ambiente laboral, así tenemos el caso del Ex Congreso Nacional, Fábrica de Colchones Chaide y Chaide, Bodegas de Supermaxi, Fabrica Ecasa, entre otras que han sufrido incendios por el desconocimiento de los riesgos expuestos y por ende la falta de medidas de control.

2.2 INDUSTRIA PLÁSTICA

Los plásticos se encuentran entre los materiales industriales de mayor crecimiento en la industria moderna. La amplia variedad y sus propiedades los hacen los más adaptables de todos los materiales en términos de aplicación. La resina básica se produce por la reacción química de monómeros para formar moléculas de cadena larga llamada polímeros.

Una de las más amplias ramas de la industria de los plásticos comprende las compañías que producen a partir de películas y láminas artículos como cortinas, impermeables, artículos inflables, tapicería, equipajes, en general artículos de: tocador, cocina, etc

2.2.1 Clasificación de los plásticos industriales

De acuerdo a Creus Sole (2012) la clasificación de los plásticos industriales son:

1. Polipropileno biorientado (Bopp)
2. PVC Cloruro de polivinilo plastificado o flexible
3. Polietileno de alta densidad
4. Polietileno de baja densidad
5. Poliéster y poliestireno
6. PUR poliuretano

2.2.2 Procesos en la fabricación del plástico

Polipropileno biorientado (bopp) es el polipropileno orientado en dos direcciones, primero en forma longitudinal y luego en forma transversal, para hacer que las cadenas poliméricas queden orientadas y formen una red plana.

La orientación biaxial del polipropileno ofrece mejoras en varias propiedades sobre las películas de polipropileno convencionales, La resistencia mecánica, la estabilidad dimensional, rigidez, las propiedades ópticas, propiedades de barrera, tienen un buen balance por este proceso. BOPP posee una densidad baja comparada a la de los demás polímeros y una alta resistencia a la tensión, razones por las cuales es muy usado en la industria alimenticia, especialmente en los empaques

Existen varios procesos de extrusión de película de PP. Uno de los más usados es el de película Biorientada BOPP que consiste principalmente en obtener una película gruesa que se enfría y luego se vuelve a calentar para inducir en las moléculas la orientación deseada mediante un estiramiento tanto en dirección máquina (longitudinal) como transversal. Las

películas de BOPP así fabricadas, presentan excelentes propiedades ópticas y mecánicas. Además, su resistencia a aceites, químicos y al agua.

Las películas de BOPP han reemplazado casi por completo al popular celofán y también han desplazado masivamente a las bolsas de papel y al papel de aluminio que se utilizaban habitualmente en el pasado para envasar.

Inyección

Es el principal método de la industria moderna en la producción de piezas plásticas, la producción es en serie, principalmente se moldea termoplástico y para el moldeo de los plásticos duros se tiene que realizar modificaciones. El material plástico en forma granulada, se deposita para varias operaciones en una tolva, que alimenta un cilindro de caldeo, mediante la rotación de un husillo o tornillo sin fin, se transporta el plástico desde la salida de la tolva, hasta la tobera de inyección, por efecto de la fricción y del calor la resina se va fundiendo hasta llegar al estado líquido, el husillo también tiene aparte del movimiento de rotación un movimiento axial para darle a la masa líquida la presión necesaria para llenar el molde, actuando de ésta manera como un émbolo.

Una vez que el molde se ha llenado, el tornillo sin fin sigue presionando la masa líquida dentro del molde y éste es refrigerado por agua a presión hasta que la pieza se solidifica. Las máquinas para este trabajo se denominan extrusora como se ve en el Anexo: 1. Máquinas y equipos para la producción

Extrusión

Es el proceso encargado de plastificar las materias primas plásticas dejándolas en el punto justo para ser transformadas. Dependiendo los materiales, las configuraciones de los mismos, la cantidad de material que deben entregar, etc. se deberán utilizar extrusoras adecuadas para tales fines.

Normalmente el polipropileno biorientado (Bopp), es producido en extrusoras de dado plano, en donde se puede lograr la biorientación, que es un estiramiento de la película

durante el proceso en ambas direcciones (transversal y longitudinal). La biorientación es la que en cierta medida le da las propiedades al material. (Billmeyer Fred W, 2004, pg. 393).

Gráfico No. 2-1 Máquina Extrusora



Fuente: Ecuaplastec

Estirado Longitudinal MDO: (Estirado Orientado en Dirección Máquina), consta de rodillo de precalentamiento, rodillo de estirado y templado. El estirado se consigue por el paso de la película por esta serie de rodillos girando a diferentes velocidades.

Gráfico No. 2-2 Rodillos de estirada longitudinal



Fuente: Ecuaplastec

Estirado Transversal TDO: (Estirado de Orientación en Dirección Transversal), consta de zona paralela de precalentamiento, zona divergente de estirado, zona convergente de fijación, zona neutral y zona de enfriamiento.

En las líneas de extrusión de BOPP, la película conformada luego de ser estirada longitudinalmente, es sujeta por clips o mordazas de presión desde los bordes y forzada a un estiramiento transversal, a medida que avanza, con aporte de calor.

Para que el polipropileno sea apto para impresión, necesita tener durante su proceso un tratamiento corona, que es la preparación de la superficie a un “dinaje” superior a la tensión superficial de la tinta, para que dicha tinta pueda ser adherida al polipropileno, así como también los adhesivos utilizados durante los procesos de laminación. Una película de BOPP sin tratamiento, no es apto para impresión ni laminación, por lo tanto debe asegurarse que su superficie tenga un tratamiento superior a las 38 dinas para considerarse apto para dichos procesos.

a) Tren de tiro

Un sistema de rodillos motorizados llamado tren de tiro arrastra el material producido en forma sincronizada a medida que va saliendo de la calandra para ser llevado a las etapas finales del proceso.

Habitualmente se utilizan cuchillas para cortar los bordes de la lámina formada ya que éstos salen desparejos al momento de la formación de la lámina, con lo cual es normal que los bordes no sean parejos del todo. A la vez, es necesario darle el ancho final al material. Las cuchillas accionan sobre ambos bordes de la lámina (izquierdo y derecho). Es muy usual que estos bordes cortados sean llevados por un sistema mecánico o neumático hasta un molino al pie de máquina para ser recuperado.

b) Embobinador / Guillotina

El último paso de este proceso es el embobinado del material en rollos, utilizando para ello una máquina que se denomina embobinadora.

Gráfico No. 2-3 Embobinadora



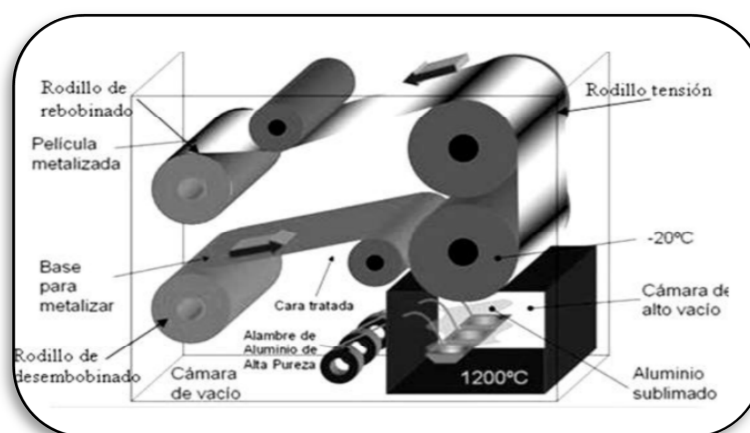
Fuente: Ecuaplastec

Guillotinado (corte): el material es cortado mediante una guillotina de movimiento, que se posiciona en el lugar de corte avanzando al compás de la lámina y realizando el corte acompañando a la lámina a su salida. Luego se realiza el apilado (manual) de los productos finales, utilizando a veces separadores para proteger las superficies si es necesario.

c) Metalizado

El proceso de metalizado se hace con aluminio en fase vapor y al vacío (evaporación al vacío), para mejorar las propiedades de barrera o tener menor velocidad de difusión al oxígeno y al agua a través de la película, alrededor de 30 veces, obteniendo empaques de mejor calidad y que son muy utilizables en el campo industrial para el empaque de alimentos porque ahorran costos y mantienen por mucho más tiempo conservados los alimentos, ya que se tienen alimentos más frescos con mejor sabor y olor comparados con la película sin metalizar.

Gráfico No. 2-4 Proceso de metalizada



Fuente: Ecuaplastec

2.3 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Las inspecciones realizadas por las distintas autoridades de control, Medio Ambiente, Ministerio de Relaciones Laborales y en especial Cuerpo de Bomberos Quito, en los años 2009, 2010, 2011 y 2012 determinaron la no conformidad de la inexistencia de un Sistema Contra Incendios de protección fija, bloqueando por varios años el permiso de funcionamiento (Licencia Única Anual de Funcionamiento); por tal razón los Directivos de ECUAPLASTEC han determinado cumplir con las exigencias legales como es el caso de la red contra incendios, para lo cual partiremos de un análisis de riesgo de incendio en base al Método GRETENER que permite evaluar cuantitativamente el riesgo de incendio.

La presencia de un Sistema de Red hídrica, conjuntamente con elementos de alarmas, señalización y sistema de detección, permitiría reducir las primas que las Empresas Aseguradoras cobran a la Empresa por el aseguramiento de las instalaciones por prima del Seguro Contra Todo Riesgo, el cual incluye los riesgos de incendio y/o explosión, reducir costos por los daños a máquinas y equipos, por la parada de la actividad generando un desabastecimiento en la producción afectando al mercado nacional e internacional.

2.4 INCENDIOS

Un incendio es una reacción química de oxidación - reducción fuertemente exotérmica, siendo los reactivos el oxidante y el reductor. En terminología de incendios, el reductor se denomina combustible y el oxidante, comburente; las reacciones entre ambos se denominan combustiones.

Por lo tanto, para que un incendio se inicie tienen que coexistir tres factores: combustible, comburente y foco de ignición que conforman el conocido "triángulo del fuego"; y para que el incendio progrese, la energía desprendida en el proceso tiene que ser suficiente para que se produzca la reacción en cadena. Estos cuatro factores forman lo que se denomina el "tetraedro del fuego".

La prevención de incendios se centra en la eliminación de uno de estos factores para evitar que coexistan. Los demás aspectos preventivos tales como las medidas de extinción no adoptadas, vías de evacuación correctas y de suficiente anchura, una organización adecuada, etc., son parámetros que se considerarán y valorarán para estimar las consecuencias.

En la siguiente clasificación se ha incluido el tipo de riesgo que corresponde a las Edificaciones más comunes; en los demás casos, se definirán de acuerdo al peligro de su contenido.

Riesgo ligero o bajo. Contenidos que tienen tan baja combustibilidad que dentro de ellos no puede ocurrir una auto propagación del fuego, tales como: apartamentos, iglesias, clubes viviendas, dormitorios de los hoteles, oficinas, centros educativos, hospitales, centros penitenciarios, asilos.

Riesgo ordinario o moderado. Contenidos que tienen la posibilidad de arder con una rapidez moderada o de generar un volumen considerable de humo, y de los cuales no se debe esperar explosiones o vapores venenosos, tales como: edificios destinados a espectáculos, cafeterías, restaurantes, reposterías, lavanderías, panaderías, estacionamientos, centros comerciales, empresas de artes gráficas, fábricas de cemento, de tabaco, de bebidas, de lácteos, de textiles, de calzado, de vidrio, etc.

Riesgo alto. Contenidos que tienen la posibilidad de arder con extrema rapidez o de los cuales se pueden esperar explosiones, debido a que manipulan, elaboran o almacenan materiales sumamente peligrosos, tales como: fábricas de explosivos, refinerías de petróleo, fábricas de barniz, fábricas de pintura, fábricas donde existan líquidos inflamables, industrias del caucho, etc.

2.4.1 Sistemas de detección de Incendios

Se entiende por detección de incendios el hecho de descubrir y avisar que hay un incendio en un determinado lugar. Las características últimas que deben valorar cualquier sistema de detección en su conjunto son la rapidez y la fiabilidad en la detección. De la rapidez dependerá la demora en la puesta en marcha del plan de emergencia y por tanto sus posibilidades de éxito. La detección de un incendio se puede realizar por:

1. **Detección humana.** La detección queda confiada a las personas, si hay presencia continuada de personas en densidad suficiente y en las distintas áreas, la detección rápida del incendio queda asegurada en todas las zonas o áreas visibles
2. **Detección automática de Incendios.** Permiten la detección y localización automática del incendio, así como la puesta en marcha automática de aquellas secuencias del plan de alarma incorporadas a la central de detección. Duarte G. Piqué T. (16 de octubre 2013) NTP 40: Detección de incendios: [http\\www.insht.es/./ntp_040.pdf](http://www.insht.es/./ntp_040.pdf)

2.4.2 Tipos de detectores

Los detectores son los elementos que detectan el fuego a través de alguno de los fenómenos que le acompañan: gases, humos, temperaturas o radiación UV, visible o infrarroja. Según el fenómeno que detectan se denominan:

- Detector de gases de combustión iónico: (humos visibles o invisibles).
- Detector óptico de humos:(humos visibles).
- Detector de temperatura: Fija. Termovelocimétrico.
- Detector de radiaciones: Ultravioleta, Infrarroja (llama).

2.4.3 Evaluación del Riesgo de Incendio

El riesgo de incendio, al igual que cualquier otro riesgo de accidente viene determinado por dos conceptos clave: los daños que puede ocasionar y la probabilidad de materializarse. Por lo tanto, el nivel de riesgo de incendio (NRI) se debe evaluar considerando la probabilidad de inicio del incendio y las consecuencias que se derivan del mismo:

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

a) Probabilidad de inicio del incendio

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

b) Combustible

Su peligrosidad depende fundamentalmente de su estado físico (sólido, líquido o gas) y en cada uno de estos estados, de otros aspectos ligados a sus propiedades físico - químicas, su grado de división o fragmentación, etc. En el caso de combustibles sólidos su grado de fragmentación es fundamental ya que a mayor división se precisa de menor energía (en intensidad y duración) para iniciar la combustión. Para líquidos y gases inflamables son la concentración combustible - aire precisa para la ignición (límite inferior de inflamabilidad) y la energía de activación necesaria (energía mínima de ignición) para que se produzca la reacción de combustión; siendo, además, asimismo un parámetro fundamental para los líquidos, la temperatura mínima a la que el combustible emite vapores suficientes para que se forme la mezcla inflamable (temperatura de inflamación o "flash point"). Para el control del combustible, algunos aspectos que se deben tener en cuenta son los siguientes:

- Sustitución de combustible por otra sustancia que no lo sea o si en menor grado.
- Dilución o mezcla del combustible con otra sustancia que aumente su temperatura de inflamación.
- Condiciones de almacenamiento: Utilizar recipientes estancos; almacenar estrictamente la cantidad necesaria de combustible; mantenimiento periódico de las instalaciones de almacenamiento para evitar fugas y goteos.
- Ventilación general y/o aspiración localizada en locales y operaciones donde se puedan formar mezclas inflamables.
- Control y eliminación de residuos.
- Orden y limpieza.
- Señalización adecuada en los recipientes o conductos que contengan sustancias inflamables

c) Foco de ignición

Los focos de ignición aportan la energía de activación necesaria para que se produzca la reacción. Estos focos de ignición son de distinta naturaleza; pudiendo ser de origen térmico, mecánico, eléctrico y químico. Duarte G. Piqué T. (17 de octubre 2013) NTP 599: Detección de incendios: http://www.insht.es/./ntp_599.pdf.

Tabla No. 2-1 Tipos focos de ignición

	FOCOS DE IGNICIÓN	FACTORES A TENER EN CUENTA
1	TÉRMICO	Fumar o el uso de útiles de ignición. Instalaciones que generen calor: estufas, hornos, etc. Rayos solares Condiciones térmicas ambientales Operaciones de soldadura Vehículos o máquinas a motor de combustión
2	ELÉCTRICO	Chispas debidas a interruptores, motores, etc. Cortocircuitos Sobrecargas Electricidad estática Descargas eléctricas atmosféricas
3	MECÁNICO	Herramientas que puedan producir chispas Roces mecánicos Chispas zapato - suelo
4	QUÍMICO	Sustancias reactivas/incompatibles Reacciones exotérmicas Sustancias auto-oxidables

Una vez garantizado el mayor control posible del nivel de riesgo de inicio del incendio se deberá tener en cuenta lo siguiente:

d) Revisiones periódicas.

Autorizaciones de trabajo en operaciones identificadas como peligrosas

Consecuencias

Una vez que se inicia el incendio, si no se actúa a tiempo y con los medios adecuados, se producirá su propagación y ocurrirán unas consecuencias con daños materiales y a los ocupantes. Para determinar la magnitud de las consecuencias, los factores a analizar son las medidas de protección contra incendios. Estas medidas se dividen en medidas de protección pasiva y medidas de lucha contra incendios, también conocidas como de protección activa.

2.5 MEDIDAS DE PROTECCIÓN PASIVA Y ACTIVA

2.5.1 Medidas de Protección Pasiva

Son aquellas medidas de lucha cuya eficacia depende de su mera presencia; no actúan directamente sobre el fuego pero pueden dificultar su propagación, el derrumbe del edificio o facilitar la evacuación y extinción.

Ubicación de la empresa en relación a su entorno.

Situación, distribución y características de los combustibles en el local

Características de los elementos constructivos de los locales: estabilidad al fuego (EF), para llamas (PF) y resistencia al fuego (RF)

Exigencias de comportamiento ante el fuego de los materiales (M0, M1, M2, M3, M4).

Correcta señalización y la presencia de alumbrado especial.

La reacción al fuego de los revestimientos de suelos debe ser M2 y en paredes y techos M1, como máximo. La reacción al fuego del mobiliario y de las unidades de butacas debe ser M2 en la estructura, en el relleno M3 y en el recubrimiento M1, como máximo conforme la siguiente clasificación:

Material M0. Incombustible.

Material M1. Combustible no inflamable.

Material M2. Baja inflamabilidad.

Material M3. Inflamabilidad media.

Material M4. Altamente inflamable. (Ecuador, 2009, Reglamento de Prevención y Protección Contra Incendios, Quito, Reg. Oficial 114).

2.5.2 Medidas de Protección Activa

Son las medidas de lucha contra incendios, adiestramiento del personal, medios de detección de incendios, extintores, BIE, plan de emergencia, vías de evacuación, Facilidad de acceso de los servicios de extinción de incendios, mantenimiento de los sistemas de detección, alarma y extinción.

2.6 MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS DE INCENDIO

El autor (Rubio Romero J. 2004 pag. 375) Considera que los métodos de evaluación de incendio son:

Tabla No. 2-2 Lista de métodos

MÉTODOS DE EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO		
1	Método de los Coeficientes K	
2	Método delos Factores α	
3	Método Meseri	
4	Método Gretener	
5	Método de Gustav Purt	
6	Método ERIC	
7	Método FRAME	
8	Metodo NFPA	

a) Método de los Coeficientes K

Es un método que solo permite evaluar las condiciones de resistencia/ estabilidad al fuego de un sector de incendio.

b) Método de los Factores α

La finalidad de este método es parcial y consiste en determinar para un sector, en base al riesgo del mismo, la resistencia y/o estabilidad al fuego precisa, de forma que se garantice que, en caso de desarrollarse un incendio, sus consecuencias queden confinadas. Por ello, más que un método de evaluación del riesgo, se trata de un método de aislamiento del mismo.

c) Método F.R.A.M.E.

Este método se basa en el método E.R.I.C. y en el Gretener. Si por algo se caracteriza es por haber superado con creces la veracidad de los resultados obtenidos por sus antecesores. Se trata por tanto del método más completo, transparente y útil que se encuentra disponible actualmente.

F.R.A.M.E. Utiliza lo que se llama guiones para el cálculo del riesgo de incendio, los tres guiones se refieren al cálculo del riesgo del patrimonio, de las personas y de las actividades. La situación será tolerable si el valor de estos no supera la unidad y en tal caso se consideran satisfactorias las medidas de protección instaladas en el edificio.

Con $P = \text{Riesgo Potencial}$

q = factor de carga calorífica; i = factor de propagación

g = factor de geometría; e factor de plantas; v = factor de ventilación

z = factor de acceso

A = riesgo admisible $A = 1.6 - a - t - c$ (Valor máximo 1.6)

a = factor de activación; t = factor de tiempo de evacuación; c = factor de contenido

D = nivel de protección $D = W * N * S * F$

W =factor de recursos de agua; N = factor de protección normal;

S = factor de protección especial; F = factor de resistencia al fuego

d) Método Meseri

Es un método sencillo y rápido adecuado para obtener un valor orientativo del riesgo global en empresas de riesgo y tamaño medio. En muy poco tiempo el técnico profesional podrá aplicar el método a la vista del compartimiento a valorar. Los factores que el método considera son:

$X = \text{Factores propicios de la Instalación} =$

$= \text{Construcción} + \text{Situación} + \text{Procesos} + \text{Concentración} + \text{Propagabilidad} + \text{Destructibilidad}$

Cada uno de estos factores de riesgo se subdivide en varios coeficientes que varían desde 0 a 10 dependiendo de si favorecen o no el riesgo de incendio.

e) Método de Gustav Purt

Este método puede considerarse una derivación simplificada del método de Max Gretener. Trata esencialmente de medidas preventivas que tiene como finalidad conseguir que la probabilidad de que se declare un incendio sea muy pequeña y en caso de que el incendio se produzca, el fuego deberá causar el menor daño posible sin que se extienda rápida y libremente.

La finalidad de una evaluación de sistemática del riesgo de incendio consiste en obtener magnitudes numéricas que permitan decidir razonablemente si es necesario y económicamente soportable, reducir el riesgo con medidas que afecten a la construcción.

Fundamento de cálculo de riesgo de incendio

La acción destructora del fuego se desarrolla en los edificios y su contenido

El riesgo del edificio escriba en la posibilidad que su destrucción del inmueble, debido a:

La intensidad y duración del incendio y la resistencia de la construcción.

$$GR = \frac{(Q_m) \cdot C + Q_i) \cdot B \cdot L}{W \cdot R_i}$$

La fórmula:

Q_m = Coeficiente de carga calorífica.

C = Coeficiente de combustibilidad.

Q_i = Valor adicional correspondiente a la carga calorífica del inmueble.

B = Coeficiente correspondiente a la situación e importancia del sector corta fuegos.

L = Coeficiente correspondiente al tiempo necesario para iniciar la extinción.

W = Factor correspondiente a la resistencia al fuego de la estructura portante de la construcción.

R_i = Coeficiente de reducción del riesgo.

Explicación y apreciación de los diferentes coeficientes

Q_m = La carga calorífica o carga térmica se mide en Mcal/m².

C = Determinación del coeficiente de combustibilidad, clasificación de materiales

Q_i = No se tendrán en cuenta los revestimientos interiores.

B = Tiene en cuenta el incremento del riesgo resultante, la dificultad de acceso del equipo de intervención (sótano, planta superior) y por otra la posibilidad de propagación del incendio a todo el sector.

L = Comprende el tiempo necesario para la entrada en acción de los bomberos y la medida en que su intervención será más o menos eficaz.

W = Tiene en cuenta la disminución de riesgo del edificio, cuando éste presenta una estabilidad adecuada en caso de incendio.

R_i = Coincide conceptualmente con el riesgo de activación incluido en el método del riesgo intrínseco

Cálculo del riesgo del contenido IR.- el riesgo del contenido puede considerarse como una cuestión prácticamente independiente del riesgo del edificio, El estudio de estos tres factores nos da la siguiente fórmula: $IR = H \cdot D \cdot F$.

H = Coeficiente de daño a las personas.

D = Coeficiente de peligro para los bienes.

F = Coeficiente de influencia del humo.

f) Método Gretener

Es un método que permite evaluar cuantitativamente el riesgo de incendio tanto en construcciones industriales como en establecimientos públicos densamente ocupados, se refiere a las partes del edificio que constituyen los compartimentos corta fuegos separados de manera adecuada.

Para el autor (Creus Sole A. 2012 pag. 401, 403) considera que B es el nivel de riesgo, P es el peligro potencial y M son las medidas preventivas.

Riesgo potencial de incendio (B) = P/M

Se calcula el riesgo de incendio efectivo (R) Para el comportamiento corta fuego más grande o más peligroso del edificio siendo su valor

$R = B.A$ (siendo el factor A el peligro de activación)

Se fija un riesgo de incendio aceptado (R_u), partiendo de un riesgo normal corregido por medio de un factor que tenga en cuenta el mayor o menor peligro para las personas.

La valoración del nivel de seguridad contra incendios se hace por comparación del riesgo de incendio efectivo con el riesgo de incendio aceptado, obteniendo el factor de seguridad contra el incendio (p) el cual se expresa de tal forma que:

$P = R_u / R$

Cuando $P = 1$ el nivel de seguridad se considera SUFICIENTE, siendo INSUFICIENTE cuando $P \leq 1$

El peligro potencial se define como: $P = q \times c \times r \times k \times i \times e \times g$, siendo q la carga térmica de los materiales, c la combustibilidad, r peligro en función de los humos, k toxicidad, corrosión de los productos, i carga térmica inmobiliaria, e altura del edificio y g superficie del sector de incendio estudiado.

Todos estos factores se traducen a números, mediante tablas elaboradas por Gretener, con este cálculo se obtiene el peligro potencial.

Las medidas preventivas se calculan realizando el siguiente producto:

$$M = N \times S \times F$$

Siendo N las medidas normales de protección; $N = n1 \times n2 \times n3 \times n4 \times n5$ siendo n1 existencia de extintores, n2 existencia de BIEs, n3 adecuación de abastecimiento de agua, n4 los medios de aporte de agua exterior y n5 la preparación del personal.

S las medidas especiales de protección, donde $S = s1 \times s2 \times s3 \times s4 \times s5 \times s6$ siendo s1 los medios de detección automática o humana, s2 mecanismos de transmisión de alarma, s3 valoración de medios humanos internos y externos, s4 escalón de intervención exterior (distancia a parque de bomberos y tiempo que tardarán en llegar), s5 instalaciones fijas y automáticas de extinción, s6 mecanismos técnicos de lucha contra el humo.

F medidas de protección pasivas estas se calculan mediante $F = f1 \times f2 \times f3 \times f4$, donde f1 es la estabilidad al fuego de la estructura, f2 RF de cerramientos exteriores, f3 RF de forjados, y f4 características de subdivisión interna del sector o planta.

Una vez calculado el nivel de riesgo, se define el riesgo efectivo de incendio como:

$$R = B \times A$$

Donde A es el peligro de activación de la actividad, que al igual que todos los factores anteriores están tabulados.

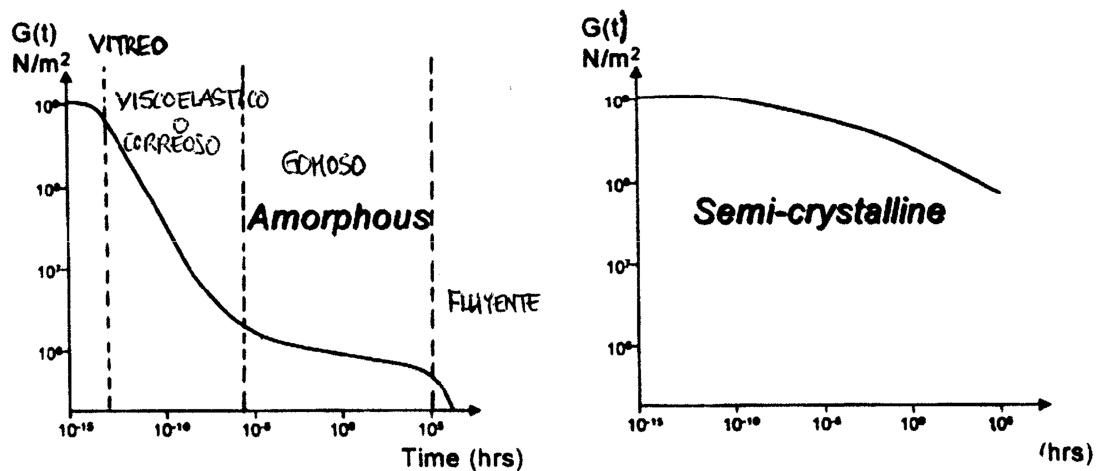
Gretener definió que $R_n = 1'3$ siendo R_n el riesgo normal de incendio. Si $R > R_n$ el riesgo es no admisible y hay que establecer correcciones, si $R < R_n$ el riesgo es admisible.

2.7 FACTORES DETERMINANTES DEL FUEGO

2.7.1 Temperatura

Para comprender la dependencia con la temperatura de las propiedades mecánicas de los sólidos viscoelásticos, es necesario analizar los procesos moleculares que ocurren durante la deformación dependiente del tiempo. En la figura 5 se muestra la variación típica del módulo de relajación de tensiones para polímeros amorfos y semicristalino.

Gráfico No. 2-5 Variación típica del módulo de relajación de tensiones para polímeros



El polímero amorfo muestra, de forma clara, las cuatro regiones del comportamiento visco elástico: vítrea, visco elástica, gomosa y fluyente. Aunque existen diferencias en cuanto a la escala de tiempo para los diferentes polímeros, la forma general de la curva es la misma para todos.

En periodos cortos de tiempo el material exhibe un comportamiento vítreo, $G(t) \approx 109 \text{ N/m}^2$. La rigidez se relaciona con los cambios en la energía elástica de deformación almacenada, y que está asociada con la rigidez del esqueleto de la cadena molecular.

Los movimientos están restringidos a las vibraciones atómicas, necesitándose grandes tensiones para causar la deformación. Al ir aumentando el tiempo el módulo de relajación disminuye rápidamente, ya que aparecen modos de movimiento adicionales asociados con la progresiva rotación de segmentos de las cadenas principales alrededor del esqueleto formado por la propia cadena principal (Figura 1.2).

Para tiempos aún mayores el módulo de relajación alcanza la meseta correspondiente al comportamiento gomoso, donde el material exhibe las características de la elasticidad de la goma, $G(t) \approx 106 \text{ N/m}^2$. Esto se asocia con los enmarañamientos existentes entre la cadena y a lo largo de ellas, y que para un tiempo dado y debido a la amplia movilidad de la cadena va produciendo el desenmarañamiento de forma progresiva.

La longitud crítica de cadena necesaria (z) para que se produzca enmarañamiento depende de la polaridad y de la forma del polímero. Así, el número de átomos de la longitud crítica en la cadena del poli (metacrilato de metilo) (PMMA), el poliestireno (PS) y el polisobutileno son de 208, 730 y 610 respectivamente.

En dichos periodos de tiempo largos, las moléculas muestran una considerable flexibilidad de modo que en el estado no deformado adoptan conformaciones que conducen a la máxima entropía (o mínima energía libre) y las deformaciones elásticas se deben a los cambios de conformación.

Los módulos de relajación correspondientes al estado vítreo y gomoso, en general, son independientes del tiempo dentro de su región de operación.

2.7.2 Fundamentos de la propagación del fuego

a) La transferencia de Calor

El calor puede viajar a través de una edificación incendiada por uno o más de los tres fenómenos comúnmente como conducción, convección y radiación, debido a que la existencia de calor dentro de una sustancia es causada por la acción de las moléculas, mientras mayor sea la actividad molecular, mayor será la intensidad de calor.

b) Conducción

El calor puede ser conducido de un cuerpo a otro por contacto directo de dos cuerpos o por intermedio de un medio conductor. La cantidad de calor que será transmitida y su rango de transferencia dependerán de la conductividad del material.

No todos los materiales tienen la misma conductividad de calor, el aluminio, el cobre y el acero son buenos conductores. Los materiales fibrosos, tales como tela y papel son deficientes conductores. Los líquidos y los gases son deficientes conductores de calor debido al movimiento de sus moléculas.

c) Convección

La convección es la transferencia de calor debido al movimiento de aire o de líquido. Cuando los líquidos y gases son calentados, comienzan un movimiento dentro de ellos mismos. Este movimiento es diferente al movimiento molecular discutido en la conducción del calor y es conocido como transferencia de calor por convección.

d) Radiación

Este fenómeno de transmisión del calor se conoce como radiación de las ondas de calor. Las ondas de luz y calor son similares en la naturaleza pero difieren en la longitud del ciclo. Las ondas de calor son más largas que las ondas de luz y son llamadas algunas veces rayos infrarrojos.

El calor del sol se siente tan pronto como aparece. Cuando el sol se oculta, la tierra comienza a enfriarse con una rapidez similar.

2.7.3 Programas de Seguridad Orden y limpieza

Seguridad. Evaluar las condiciones y aspectos tendientes a preservar la salud y la vida del personal, implementando medidas preventivas y protectoras bajo el principio de minimizar los riesgos y accidentes de trabajo.

Orden. Se refiere a la correcta disposición y manejo de los elementos (equipos, materiales y productos) que intervienen en el desarrollo de las actividades específicas de cada tarea, contribuyendo a una buena organización y al cumplimiento de los estándares de Habilitación,

Limpieza. Es el estado de higiene y limpieza, tanto en el personal como en las instalaciones locativas, maquinarias, equipos y elementos de trabajo, correspondientes a la sección para brindar la protección de la salud del cliente interno y externo; determinada mediante la observación.

Bodega de Materia Prima

En bodegas de Ecuaplastec se almacenan materias primas mensualmente en valores aproximados según la demanda; 800000 Kg de polipropileno, 18000 Kg de cartón cores, 2000 Kg de madera en Paletas, 950 Kg de hostastat, 92 Kg de JC 2 y 55 galones de alcohol industria, como se puede observar en el Anexo 2: Materia prima y químicos.

Gráfico No. 2-6 Almacenamiento de materia prima, sacos de polipropileno



Fuente: Bodega Ecuaplastec

2.8 CLASIFICACIÓN DE FUEGOS

Clase A.- Son los fuegos en materiales combustibles sólidos comunes, tales como: madera, papel, textiles, cauchos y plásticos termoestables.

Clase B.- Son los fuegos de líquidos inflamables y/o combustibles, gases, grasas, alquitrán, bases de aceite para pinturas, solventes, lacas, alcoholes, gases inflamables y plásticos termoplásticos.

Clase C.- Son los fuegos sobre equipos eléctricos energizados y donde la conductividad eléctrica del medio de extinción es importante.

Clase D.- Son los fuegos en metales combustibles tales como Magnesio, Sodio, Litio, Potasio, Circonio, Titanio (Ecuador, 1987, Extintores portátiles, Requisitos generales Quito, INEN 0801).

2.8.1 Agentes Extintores

Existen muchas variables que pueden influir sobre la elección de un agente extintor y su forma de aplicación. El principio fundamental que guía al diseñador de una protección contra incendios es que, salvo incompatibilidades, la mayoría de los riesgos pueden extinguirse con la mayoría de agentes extintores, si se escoge la forma de aplicación adecuada.

Agua

Su mecanismo consiste en quitar calor al fuego ya que toma grandes cantidades de calor al evaporarse. Se utiliza específicamente en fuegos clase A.

Anhídrido Carbónico (CO₂)

Desplaza el oxígeno del área en combustión, como es inerte y más pesado que el aire, actúa por sofocación. El CO₂ es apto para fuegos clase B y C.

Espumas

Consisten en una masa de burbujas rellenas de gas que se forman a partir de soluciones acuosas de agentes espumantes de distintas fórmulas. Es apta para fuegos clase A y clase B.

2.8.2 Agentes halogenados

Son hidrocarburos en los que un átomo de hidrógeno ha sido sustituido por átomos de halógeno (flúor, cloro, bromo y yodo). Son aptos para fuegos clase B y C. Villanueva José L. (25 de octubre 2013) INSHT NTP 99: Detección de incendios: http://www.insht.es/ntp_99.pdf.

2.8.3 Polvos Químicos

Extingue por sofocación, se interpone entre el aire ambiente y la sustancia en combustión. El polvo químico clase ABC es un producto químico cuyo elemento fundamental es el fosfato de amonio. Son aptos para fuegos clase A, B y C

2.9 CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS FIJOS DE INCENDIOS

Las instalaciones fijas de extinción pueden clasificarse:

Según el agente extintor:

Sistemas de agua.

Sistemas de espuma física.

Sistemas de anhídrido carbónico.

Sistemas de polvo seco.

Sistemas de halones.

Según el sistema de accionamiento:

Manual.

Automático.

Mixto.

Según la zona que protegen:

Protección parcial o por objeto (Extintores fijos)

Inundación total.

Los sistemas fijos de extinción tienen como finalidad el control y la extinción de un incendio mediante la descarga en el área protegida, de un producto extintor. Estos sistemas serán de descarga automática.

Contempla los siguientes sistemas fijos de extinción:

Instalación de Rociadores Automáticos de Agua.

Instalaciones de extinción por polvo.

Instalaciones de extinción por agentes extintores gaseosos.

Sistemas de inundación total. El tipo de polvo a utilizar según la clase de fuego previsible se determinará según lo establecido en la Tabla.

Tabla No. 2-3 Tipos de extintores según clase de fuegos

	TIPO DE EXTINTOR	CLASES DE FUEGO			
		A	B	C	D
1	AGUA PULVERIZADA	XXX	X		
2	AGUA A CHORRO	XX			
3	ESPUMA FÍSICA	XX	XX		
4	POLVO CONVENCIONAL		XXX	XX	
5	POLVO POLIVALENTE	XX	XX	XX	
6	POLVO ESPECIAL				X
7	ANHÍDRIDO CARBÓNICO	X	XX		
8	HIDROCARBUROS HALOGENADOS	X	XX	X	
9	ESPECIFICO PARA FUEGOS METÁLICOS				X

xxx Muy adecuado

xx Adecuado

x Aceptable

Las incompatibilidades, (o baja acción extintora), quedan reflejadas en la citada tabla por los espacios en blanco. Villanueva José L. (25 de octubre 2013) INSHT NTP 99: Detección de incendios: [http\\www.insht.es/./ntp_99.pdf](http://www.insht.es/./ntp_99.pdf).

2.10 PARTES DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIOS

Abastecimiento de agua.

Red distribución agua: Tubería, siamesa, Gabinetes.

Grupo de bombeo.

Sistema de Detección.

Sistema de Extinción.

Rociadores automáticos. Equipos para detección y extinción de incendio, a través de los cuales el agua es distribuida por una red especial de canalización o tuberías especialmente diseñadas. Estos rociadores automáticos van provistos de unos pequeños mecanismos o cabezas que se abren automáticamente dando paso al agua en forma de lluvia.

Características. Son las que definen su capacidad para controlar o extinguir un incendio y estas son: Sensibilidad térmica, temperatura de activación, diámetro de orificio orientación de instalación, características de la distribución del agua

Gabinetes. Los gabinetes estarán ubicados en la fachada frontal, con una separación de 30 m y a una altura máxima de 1.20 m desde el piso hasta la válvula angular de 1 ½”.

Conexión Siamesa. En la fachada principal de la planta, se colocara una toma Siamesa para uso exclusivo del cuerpo de Bomberos que permitirá alimentar los cajetines cuando haya un incendio.

Tuberías. Una red de agua contra incendios, cuya tubería central o principal tenga un diámetro de 3 pulgadas (75 mm), construida de hierro galvanizado ASTM 120 cédula 40 (Ecuador, 2009, Reglamento de Prevención y Protección Contra Incendios, Quito, Reg. Oficial 114).

Selección de la Bomba. Bomba Jockey La bomba Jockey se utilizan para mantener la presión del sistema evitando que trabajen las bombas principales para reponer las pequeñas

fugas. (Ecuador, 2009, Reglamento de Prevención y Protección Contra Incendios, Quito, Reg. Oficial 114).

Sistema de detección

Sistema que tiene como función activar una instalación de respuesta ante la iniciación de un incendio o avisar a las personas posiblemente afectadas.

Estos sistemas automáticos deben tener los siguientes componentes: Tablero central, fuente de alimentación eléctrica, detectores, de humo, alarmas manuales, difusores de sonidos, sistema, de comunicación y señal de alarma sonora y visual.

Columna de agua para incendios

La columna de agua es una instalación de uso exclusivo para el servicio de extinción de incendios, es una tubería dispuesta verticalmente con un diámetro mínimo de 2½ pulgadas dependiendo del cálculo hidráulico y el número de equipos instalados para mayores secciones, a éstas se acoplarán las salidas por piso en diámetro mínimo de 1½ pulgadas, será de hierro galvanizado o cualquier material resistente al fuego contemplado en norma INEN, Código Ecuatoriano de la construcción y con un RF-120, capaz de soportar como mínimo, una presión de 20 Kg/cm² (285 PSI).

2.11 MARCO LEGAL

El desarrollo de la presente investigación es importante porque busca Investigar y Evaluar el potencial riesgo de incendios que estaría expuesta ECUAPLASTEC en todas sus áreas y determinar la necesidad o no de implementar el sistema red contra incendios, como medida preventiva y obligatoria para minimizar el riesgo de incendio y permitan el desarrollo de

la actividad de una manera segura precautelando la integridad física de los trabajadores, como también los bienes materiales de la empresa amparándose en la siguientes base legal.

2.11.1 Constitución de la República del Ecuador

Art. 326, N° 5. “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar. (Ecuador 2008, Constitución de la República del Ecuador, Quito).

2.11.2 C.A.N. Decisión 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo

Resolución 957, Reglamento del instrumento andino de Seguridad y Salud en el Trabajo

Artículo 1.-Según lo dispuesto por el artículo 9 de la Decisión 584, los Países Miembros desarrollarán los Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, para lo cual se podrán tener en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Gestión administrativa:
- b) Gestión técnica:
- c) Gestión del Talento Humano
- d) Procesos Operativos Básicos. (Perú 2005 Reglamento al Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo Lima Resolución 957).

2.11.3 Ley de defensa Contra Incendios - Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios, Registro Oficial 114.

Art. 267.- Todo establecimiento de trabajo en el cual exista riesgo potencial de incendio, dispondrá de sistemas automáticos de detección, alarma y extinción de incendios, cuyo

funcionamiento esté asegurado aun cuando no exista personal o fluido eléctrico. (Ecuador, 2009, Reglamento de Prevención y Protección Contra Incendios, Quito, Reg. Oficial 114).

Boca de incendio equipada

Art. 33.- Este mecanismo de extinción constituido por una serie de elementos acoplados entre sí y conectados a la reserva de agua para incendios que cumple con las condiciones de independencia, presión y caudal necesarios, debe instalarse desde la tubería para servicio contra incendios y se derivará en cada planta, para una superficie cubierta de quinientos metros cuadrados (500 m²) o fracción, que dispondrá de una válvula de paso con rosca NST a la salida en mención y estará acoplada al equipo de mangueras contra incendio.

Boca de impulsión para incendio

Art. 35.- La red hídrica de servicio contra incendios dispondrá de una derivación hacia la fachada principal del edificio o hacia un sitio de fácil acceso para los vehículos de bomberos y terminará en una boca de impulsión o hidrante de fachada de doble salida hembra (con anillos giratorios) o SIAMESA en bronce bruñido con rosca NST, ubicada a una altura mínima de noventa centímetros (90 cm) del piso terminado hasta el eje de la siamesa; tales salidas serán de 2½ pulgadas (63.5 milímetros) de diámetro cada una y la derivación en hierro galvanizado del mismo diámetro de la cañería. (Ecuador, 2009, Reglamento de Prevención y Protección Contra Incendios, Quito, Reg. Oficial 114).

Columna de agua para incendios

Art. 36.- La columna de agua es una instalación de uso exclusivo para el servicio de extinción de incendios, es una tubería dispuesta verticalmente con un diámetro mínimo de 2½ pulgadas dependiendo del cálculo hidráulico y el número de equipos instalados para mayores secciones, a éstas se acoplarán las salidas por piso en diámetro mínimo de 1½ pulgadas, será de hierro galvanizado o cualquier material resistente al fuego contemplado en norma INEN, Código Ecuatoriano de la Construcción y con un RF-120, capaz de soportar como mínimo, una presión de 20 Kg/cm² (285 PSI).

Presión mínima de agua para incendio

Art. 37.- La presión mínima de descarga (pitón) requerida en el punto más desfavorable de la instalación de protección contra incendios para vivienda será de tres punto cinco kilogramos por centímetro cuadrado (3.5 Kg/cm²) (50 PSI) y para industria cinco kilogramos por centímetro cuadrado (5 Kg/cm²) (70 PSI). Este requerimiento podrá lograrse mediante el uso de un sistema adicional de presurización, el mismo que debe contar con una fuente de energía autónoma independiente a la red pública normal para lo cual se instalará un sistema de transferencia automática y manual.

Rociadores automáticos de agua

Art. 38.- La instalación de rociadores automáticos estará condicionado y diseñado particularmente para cada caso. Deben colocarse en los sectores considerados de riesgo.

Art. 39.- Las tuberías deben cumplir con las normas ASTM, puede ser de: hierro, acero o cobre sin costura. Deben resistir una presión de 12 kg/cm² (170 PSI) como máximo, su diámetro será de 2 a 6 pulgadas (red principal) de la misma manera todos los accesorios deben ser normados por ASTM.

Edificios Industriales o Fabriles

Art. 258.- Aquellos edificios industriales o fabriles que a la expedición del presente reglamento se encuentran en funcionamiento, deben cumplir con todas las normas de seguridad contra incendios que se detallan a continuación; y, en cuanto a aquellas que estructural o constructivamente sean impracticables pueden ser reemplazados por medidas adicionales o complementarias que, previa aceptación del Cuerpo de Bomberos, sustituyan eficientemente a las exigidas. (Ecuador, 2009, Reglamento de Prevención y Protección Contra Incendios, Quito, Reg. Oficial 114).

Art. 259.- En toda actividad, se tomarán las medidas necesarias para evitar escapes de líquidos inflamables hacia los sumideros de desagües.

Art. 260.- Todos los productos químicos peligrosos que puedan reaccionar y expeler emanaciones peligrosas, causar incendios o explosiones, serán almacenados separadamente en recipientes adecuados y señalizados de acuerdo a la norma NTE - INEN 2266. Igual tratamiento se dará a los depósitos de basura orgánica.

Art. 261.- En todo edificio destinado a labores industriales o fabriles contará con depósitos de reserva de agua consistente en:

Reserva de agua exclusiva contra incendios en un volumen mínimo de abastecimiento de 60 minutos, para la estimación del cálculo se considerará el empleo de dos (2) BIE de uso simultáneo;

Sistema de presurización, con doble fuente energética, que asegure una presión mínima de 5Kg/cm^2

Una red de agua contra incendios, cuya tubería central o principal tenga un diámetro de 3 pulgadas (75 mm), construida de hierro galvanizado ASTM 120 cédula 40.

Derivaciones hasta las “tomas de agua para incendios” o “salidas de incendios” terminadas en rosca del tipo macho NST y válvula de paso y junto a las salidas de agua o unidad a ésta existirá un tramo de manguera de incendios de 1½ pulgadas (63.5mm) de diámetro por 15 m de largo y en su extremo un pitón o boquilla regulable, de acuerdo al artículo 34 de este reglamento. (Ecuador, 2009, Reglamento de Prevención y Protección Contra Incendios, Quito, Reg. Oficial 114).

Bombas Contra Incendio

Art 353. El sistema, que incluye la bomba y sus auxiliares, el motor impulsor y un controlador, deberá ser seleccionado por el diseñador e instalado según las instrucciones del fabricante, y de acuerdo a la norma NFPA 20 u otra norma internacionalmente aprobada para estas bombas.

Art 355. Desempeño. La bomba contra incendio principal deberá suministrar una presión residual no menor al 65% de la presión residual nominal con un caudal equivalente al 150% del caudal nominal. En la condición de corte, la presión residual no debe ser mayor del 140% de la presión nominal.

Art 356. Todo sistema de bomba contra incendios contendrá las siguientes partes, las cuales deberán cumplir con las disposiciones:

- a) Fuente o Suministro de Agua
- b) Bomba Jockey o Sostenedora de Presión
- c) Bomba de incendios propiamente dicha
- d) Motor impulsor de la bomba
- e) Controlador del motor (National Fire Protection Association (2013) instalación de bombas estacionarias contra incendios obtenido de [http\\www.nfpa.org/codes-andstandards/do](http://www.nfpa.org/codes-andstandards/do)

Art. 257.- Todo establecimiento que tenga más de doscientos metros cuadrados (200 m²), debe contar con un plan de auto protección, mapa de riesgos, recursos y evacuación en caso de incendios, bajo la responsabilidad del representante legal con la constatación del Cuerpo de Bomberos de la jurisdicción (Ecuador, 2009, Reglamento de Prevención y Protección Contra Incendios, Quito, Reg. Oficial 114).

2.11.4 NTE - INEN 440 Colores de Tuberías




Los fluidos transportados por tuberías se dividen, para efectos de identificación, en diez categorías, a cada una de las cuales se le asigna un color específico y categoría (Ecuador 1984 INEN 440 Quito).



Tabla No. 2-4 Colores de identificación para tuberías

CONTENIDO DE LA TUBERÍA	CATEGORÍA	COLOR
Agua	1	VERDE
Vapor de agua	2	GRIS PLATA
Aire y oxígeno	3	AZUL
Gases Combustibles	4	AMARILLO OCRE
Gases no Combustibles	5	AMARILLO OCRE
Ácidos	6	Anaranjado
Alcalis	7	VIOLETA
Líquidos Combustibles	8	CAFÉ
Líquidos no Combustibles	9	NEGRO
Vacío	0	GRIS
Agua contra incendios	-	ROJO DE SEGURIDAD
GLP (gas licuado de petróleo)	-	BLANCO

NTE-INEN 439 Norma derogada por la INEN 3864 Símbolos Gráficos, Colores y Señales de Seguridad. (Ecuador 1980 INEN 440 Quito)

Tabla No. 2-5 Significado general de figuras geométricas y colores de seguridad

Color	Significado	Símbolo	Ejemplos de usos
ROJO	Equipo contra incendios		Pare Prevención y prevención. Prohibición Contra incendios.
AZUL	Obligación.		Uso obligatorio de elementos de protección personal. Acciones de mando.
AMARILLO	Precaución Cuidado peligro		Indicación de peligros (fuego, explosión, envenenamiento) Advertencia de obstáculos.

Color	Significado	Símbolo	Ejemplos de usos
VERDE	Condición segura		Señalización de vías y salidas de emergencia. Duchas de emergencia. Puestos de primeros auxilios.
ROJO	Prohibición		No fumar No beber agua No tocar

2.11.5 NTE INEN 22 66 Transporte, Almacenamiento y Manejo de materiales peligrosos

Sólidos inflamables. Sustancias que pueden experimentar combustión espontánea, sustancias que en contacto con el agua, desprenden gases inflamables.

Son sólidos que son fácilmente inflamados por fuentes externas como chispas o llamas y arden fácilmente como: Papel, plástico, algodón, almidón.

Almacenamiento. Los materiales peligrosos deben estar identificados y etiquetados de conformidad con la presente norma.

Compatibilidad. El almacenamiento y manejo de materiales peligrosos debe contar con los medios de prevención para evitar que se produzcan accidentes y daños que pudieran ocurrir como resultado de la negligencia en el manejo o mezcla de productos incompatibles (Ecuador (2013) INEN 22 66 Quito).

Localización. Las áreas destinadas para almacenamiento deben estar aisladas de fuentes de calor, señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los materiales, en lugares y formas visibles, acceso restringido, no expuesta a inundaciones, accesible para todos los vehículos de transporte, especialmente los de bomberos.

Tabla No. 2-6 Categorías de sólidos inflamables

SÓLIDOS INFLAMABLES				
Categoría 1	Categoría 2			Nota
				Colores del pictograma según las Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Reglamentación Modelo:
Peligro Sólido inflamable	Atención Sólido inflamable			
				Símbolo y cifra: negro. Fondo : blanco con siete franjas rojas verticales.

2.11.6 NFPA 13 (2007) Norma para la Instalación de Sistema de Rociadores.

Dimensiones del tanque alimentación. Según NFPA 13, la duración del suministro de agua, no debe ser menor de 60 min. El volumen que se necesita para que funcionen los rociadores y gabinetes será, 106 y 46 m³ respectivamente por lo tanto el tanque tendrá un volumen de 152 m³. (National Fire Protection Association (2013) Instalación de Sistema de Rociadores de [http\\www.nfpa.org/codes-andstandards/do](http://www.nfpa.org/codes-andstandards/do)

2.11.7 NFPA 14, (2007) Norma para la Instalación de Tubería Vertical y de Mangueras.

Tuberías. Una red de agua contra incendios, cuya tubería central o principal tenga un diámetro de 3 pulgadas (75 mm), construida de hierro galvanizado ASTM 120 cédula 40. (National Fire Protection Association (2013) Instalación de Tubería Vertical y de Mangueras de [http\\www.nfpa.org/codes-andstandards/do](http://www.nfpa.org/codes-andstandards/do).

NFPA 20, (2007) Norma de Instalación de Bombas Contra Incendios.

NFPA 25, (2002) Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Protección

Contra Incendios.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se aplicará es Descriptiva; ya que estudia, analiza o describe la realidad presente, actual, en cuanto a hechos, personas, situaciones, etc. (estudio de comunidades, costumbres, análisis de casos, estudios comparativos, etc.

La información y datos con los que se desarrollará esta investigación, se obtendrá de la observación directa, plasmando en fotografías y videos e inspección de seguridad en toda la planta industrial.

3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Definición del Método Descriptivo.- Consiste en describir y evaluar ciertas características de una situación particular en uno o más puntos del tiempo. es decir cómo se manifiesta el fenómeno a investigar, ya que éste busca especificar las propiedades importantes del problema en cuestión. Este método mide independientemente los conceptos y también pueden ofrecer la posibilidad de predicciones aunque sean muy rudimentarias.

También para esta investigación se utilizará la técnica de la observación in situ, grabaciones de video y fotografías para recolectar la información necesaria de la actividad industrial.

3.2.1 Variable Dependiente

Análisis de matriz legal de riesgos.

Modelo matemático de Gretener

Tipo de sistema de extinción de incendios a instalar

Los parámetros de esta variable dependiente, se han basado en; tecnología aplicable, exigencia legal primaria, factibilidad técnica y análisis financiero costo – beneficio.

Tecnología Aplicable.- El proceso industrial de ECUAPLASTEC, está basado en sistemas automáticos computarizado, que funcionan a electricidad con voltajes que van desde los 110 Voltios, 220V hasta 440 Voltios clasificándose como fuegos tipo C, con la proyección específica de utilizar agua en estado líquido a baja presión por ser conductor eléctrico y en caso de emergencia aumenta el riesgo para las personas y la propiedad

Factibilidad Técnica.- Las opciones que tendríamos son: Sistemas de inundación por CO2
Sistemas de agua nebulizada a alta presión (Hifoc), sistema de detección de incendios centralizado con sistema de extinción automático con BIES perimetrales.

Análisis de Costo Financiero.-

Sistemas de agua nebulizada a alta presión (Hifoc) costo 830.000

Sistemas de inundación por CO2 tiene un costo 650.000

Sistema de detección de incendios centralizado con BIES perimetrales 390.000

En relación al costo beneficio tomando en cuenta que hemos controlado los factores de seguridad, orden y limpieza, se ha seleccionado la opción de (Sistema de detección de

incendios centralizado con BIES perimetrales 390.000), sobre la base de que siempre existe personal operativo trabajando en jornadas de 24 horas los 365 días del año, los cuales han sido capacitados en los procesos y normas de seguridad.

3.2.2 Variable Independiente

Registro Oficial 114

Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios

Art 261.- En todo edificio destinado a labores industriales o fabriles contará con:

- a) Reserva de agua exclusiva contra incendios en un volumen mínimo de abastecimiento de 60 minutos, para la estimación del cálculo se considerará el empleo de dos (2) BIE de uso simultáneo.
- b) Sistema de presurización, con doble fuente energética, que asegure una presión mínima de 5Kg/cm².
- c) Una red de agua contra incendios, cuya tubería central o principal tenga un diámetro de 3 pulgadas (75 mm), construida de hierro galvanizado ASTM 120 cédula 40.
- d) Derivaciones hasta las “tomas de agua para incendios” o “salidas de incendios” terminadas es rosca del tipo macho NST y válvula de paso; y junto a las salidas de agua o unidad a ésta existirá un tramo de manguera de incendios de 1½ pulgadas (63.5mm) de diámetro por 15 m de largo y en su extremo un pitón o boquilla regulable (Ecuador, 2009, Reglamento de Prevención y Protección Contra Incendios, Quito, Reg. Oficial 114).

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

Población

La empresa dispone alrededor de 300 trabajadores distribuidos en diferentes puestos de trabajo y en tres jornadas laborales. Para la presente investigación se tomara el 100% de la nómina de empleados.

Muestra

ECUAPLASTEC cuenta con 50 puestos de trabajo. Para definir la muestra se ha tomado como muestra el 25% considerando los puestos de trabajo de mayor ponderación de riesgo, siendo estos (12 puestos) con un número de personas directamente relacionados de aproximadamente (80 personas) variando debido al turno laboral.

3.4 INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Los instrumentos que se estableció para la recopilación de datos de esta investigación son:

Observación.- Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis. La observación es un elemento fundamental de todo proceso investigativo; en ella se apoya el investigador para obtener el mayor número de datos.

Observación Directa. Es la inspección que se hace directamente a un fenómeno dentro del medio en que se presenta, a fin de contemplar todos los aspectos inherentes a su comportamiento y características dentro de ese campo a observar.¹

¹ https://www5.uva.es/guia_docente/uploads/2012/467/45607/1/Documento9.pdf

Cuestionario.- Es una técnica estructurada para recopilar datos, que consiste en una serie de preguntas escritas u orales que debe responder el entrevistado.

Videos.- es una tecnología utilizada para capturar, grabar, procesar, transmitir y reproducir una secuencia de imágenes representativas en movimiento.

Fotografías.- Otra de las herramientas de soporte que servirá para sustentar esta investigación son las fotografías tomadas de áreas más representativas y que representan un alto grado de riesgo de incendio para la industria.

3.5 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

3.5.1 3.5.1 Cuestionario

Se tomó como formato guía de Inspección de Seguridad Industrial de Cuerpo de Bomberos Quito, el mismo que fue adaptado a la realidad de ECUAPLASTEC, según el proceso de producción, características de la empresa, organización y tipo de combustibles que se utiliza.

El cuestionario cuenta con 27 preguntas distribuidas en 6 campos (sistema eléctrico, estructura y riesgo de incendio, almacenamiento, señalización, equipos contra incendios y seguridad humana) como se visualiza en: Anexo 3: Cuestionario para inspección de seguridad ²

3.5.2 Videos

² Tomado de Formato de Inspección de Seguridad Industrial de CBQ. 2013.

Para esta investigación se analizó el video de los procesos de producción la empresa como una herramienta de apoyo para la presente investigación que incluye: procesos, zonas de mayor riesgo, máquinas y equipos de la empresa.

3.5.3 Fotos

Otra de las herramientas de soporte que servirá para sustentar esta investigación son las fotografías tomadas de áreas más representativas y que representan un alto grado de riesgo de incendio para la industria como se ve en el Anexo 4: Archivo Fotográfico ECUAPLASTEC.

3.5.4 Matriz Legal de Identificación de riesgos de incendios

Considerando la complejidad y extensión de ECUAPLASTEC se utilizó como instrumento de investigación la Matriz Legal de identificación de riesgos, tomada de Cuerpo de Bomberos Quito, y adaptada a la necesidad de esta investigación.

En ella se detallan parámetros legales, de algunos cuerpos legales que regula la seguridad industrial en nuestro país, como el instrumento andino de seguridad y salud en el trabajo. Decisión 584, Reglamento de Prevención y Mitigación Contra Incendios (Registro Oficial 114), Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del ambiente de trabajo (Registro Oficial 2393), Instituto Ecuatoriano de Normalización Normas INEN.

Los parámetros de cumplimiento para esta investigación son: rutas de evacuación, iluminación, incendios, sistema eléctrico, almacenamiento de Glp, manejo y almacenamiento de productos químicos, sistema de gestión. VER ANEXO 5: Matriz Legal de cumplimiento.

3.5.5 Aplicación del Método de Evaluación de Riesgos de Incendio

Gretener³, que permite evaluar cuantitativamente el riesgo de construcciones industriales a diferencia de otros métodos comunes que la evaluación es subjetiva.

Antes de aplicar el método se realizaron varias inspecciones internas de seguridad utilizando varios instrumentos de recopilación de información como la observación directa, aplicación de listas de chequeo y cuestionarios, con la información inicial obtenida se procedió aplicar el software a toda la planta.

Gretener cuenta con tablas con parámetros y valores ya establecidos, una vez ingresada la información, automáticamente el sistema determina el índice de seguridad contra incendios. Cuando el valor es ≥ 1 la seguridad contra incendios es suficiente y Cuando el valor es ≤ 1 la seguridad contra incendios es insuficiente. Es decir que no cumple no cumple con todas las medidas de seguridad y es urgente la necesidad de realizar la gestión de seguridad de incendios.

Datos para aplicación del método

ECUAPLASTEC industria plástica, cuya superficie total a desnivel de 13.100 m² y el área útil de trabajo 12.000 m². Con una población de 300 trabajadores, almacenamiento de 500.000 kg de polipropileno en estado sólido, el material de construcción es de hormigón armado y cubierta de Steel panel.

Cuenta con extintores, hidrantes externos, brigadistas capacitadas, Estación de bomberos a 1 km de distancia, iluminación de emergencia, pulsadores de alarmas manuales, detectores de humo en algunas áreas, cisterna de agua para uso del proceso industrial, plan de emergencia, pararrayos.

³ Software que permite detalle del Método de Evaluación de Riesgo de Incendio en instalaciones de Ecuaplastec, 2013.

Tabla No. 3-1 Datos para cálculo de índice de seguridad contra incendios

TIPO DE CONCEPTO		
q	Carga Térmica Mobiliaria	Q _m = 600
c	Combustibilidad	
r	Peligro de humos	
k	Peligro de corrosión	
i	Carga térmica inmobiliaria	
e	Nivel de la planta	
g	Superficie. del compartimiento	
P	PELIGRO POTENCIAL	qcrk . ieg
n1	Extintores portátiles	
n2	Hidrantes interiores BIE	
n3	Fuentes de agua - fiabilidad	
n4	Conductos transporte. Agua	
n5	Personal instruido. En extinción.	
N	MEDIDAS NORMALES	n1 ... n5
s1	Detección de fuego	
s2	Transmisión de alarma	
s3	Disponibilidad. de bomberos	
s4	Tiempo para intervención	
s5	Instalación de extinción	
s6	Instalación. evacuación de humo	
S	MEDIDAS ESPECIALES	s1 ... s6
f1	Estructura portante	
f2	Fachadas	
f3	Forjados	
	· Separación de plantas · Comunicaciones verticales	
f4	Dimensiones de las células	
	· Superficies vidriadas	
F	MEDIDAS EN LA CONSTRUCCIÓN	
B	Exposición al riesgo	
A	Peligro de activación	
R	RIESGO INCENDIO EFECTIVO	
Ph,e	Situación de peligro para las personas	
Ru	Riesgo de incendio aceptado	
γ	SEGURID. CONTRA INCENDIO	

Fuente: Índice de cálculo Método Gretener.

La exposición al riesgo de Incendio B, se define como el producto de todos los factores de peligro P, relacionados con el contenido del Edificio, divididos por el producto de todos los factores de protección M.

Formula base: $B = P/M$

Las medidas de protección se dividen en medidas normales (N), medidas especiales (S) y medidas de construcción (F). La fórmula pasa a

$$B = \frac{P}{M} = \frac{q \cdot c \cdot r \cdot k \cdot j \cdot e \cdot g}{N \cdot S \cdot F} = \frac{P}{N \cdot S \cdot F}$$

Calor Desprendido

Factor q= Carga de Incendio mobiliario (Qm) = $\frac{\text{Calor Desprendido}}{\text{Superficie suelo corta fuego}}$ (MJ/m²)

El peligro potencial se define como: $P = q \times c \times r \times k \times j \times e \times g$, siendo q la carga térmica de los materiales, c la combustibilidad, r peligro de humos, k toxicidad, corrosión de los productos, i carga térmica inmobiliaria, e altura del edificio y g superficie del sector de incendio estudiado.

Todos estos factores se traducen a números, mediante tablas elaboradas por Gretener, con este cálculo se obtiene el peligro potencial.

Las medidas de protección se calculan realizando el siguiente producto:

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

Medidas normales de protección; $N = n1 * n2 * n3 * n4 * n5$ valor máximo de $N = 1$

Siendo $n1$ existencia de extintores, $n2$ existencia de BIEs, $n3$ adecuación de abastecimiento de agua, $n4$ los medios de aporte de agua exterior y $n5$ la preparación del personal.

Medidas especiales de protección; $S = s1 \times s2 \times s3 \times s4 \times s5 \times s6$ valor máximo de $S = 7.93$

Siendo $s1$ los medios de detección automática o humana, $s2$ mecanismos de transmisión de alarma, $s3$ disponibilidad de bomberos, $s4$ tiempo para la intervención de bomberos, $s5$ instalaciones fijas y automáticas de extinción, $s6$ instalación de evacuación de humo.

Medidas de protección pasivas (Construcción), $F = f1 \times f2 \times f3 \times f4$, Val. máx. de $F = 2.72$

Donde $f1$ es la estabilidad al fuego de la estructura, $f2$ RF de cerramientos exteriores, $f3$ RF de las separaciones entre plantas, forjados, $f4$ dimensiones de las células cortafuegos superficies vidriadas.

El riesgo de incendio efectivo (R) es el resultado del valor de la exposición al riesgo (B) multiplicado por el factor A (peligro de Activación) que cuantifica la posibilidad de ocurrencia de un incendio. Se calcula para el compartimiento cortafuego más grande o peligroso del edificio.

Formula:

P

$R = B * A = \frac{N * S * F}{P} * A$

$N * S * F$

Riesgo de incendio aceptado; $R_u = R_n \cdot P_{HE}$

$R_n = 1.3$ riesgo de incendio normal definido por gretenner

P_{HE} = situación de peligro para las personas

Siendo R_n el riesgo normal de incendio. Si $R > R_n$ el riesgo es no admisible y hay que establecer correcciones, si $R < R_n$ el riesgo es admisible.

3.6 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

3.6.1 Cuestionario

La información que se obtiene del cuestionario también servirá para aplicar al software del método de evaluación de riesgo de incendio.

El Cuestionario de 27 preguntas fue aplicado a 20 puestos de trabajo de Ecuaplaster, el mismo que genera la siguiente información: Anexo 3.

	Cuestionario						
	Puestos de trabajo	Sistema eléctrico	Estructura y riesgo de incendio	Almacenamiento	Señalización	Red incendios	Seguridad humana
1	Gerencia	si	si	si	si	no	si
2	Financiero	si	si	si	si	no	si
3	Jurídico	si	si	si	si	no	si
4	Recursos Humanos	si	si	si	si	no	si

	Cuestionario						
	Puestos de trabajo	Sistema eléctrico	Estructura y riesgo de incendio	Almacenamiento	Señalización	Red incendios	Seguridad humana
5	Compras	si	si	si	si	no	si
6	Jefatura de planta	si	si	si	si	no	si
7	Control de Calidad	si	si	si	si	no	si
8	Producción	si	si	si	si	no	si
9	Mantenimiento	no	si	si	si	no	si
10	Mecánica	si	si	si	si	no	si
11	Capacitación	no	no	si	si	no	si
12	Ser. Medico	no	no	si	si	no	si
13	Bodega de producto terminado	no	si	si	si	no	si
14	Bodega de químicos	si	si	si	si	no	si
15	Área de molinos	si	si	si	si	no	si
16	Carpintería	si	si	si	si	no	si
17	Área de tableros eléctricos	si	si	si	si	no	si
18	Bodega materia prima y consumo	no	si	si	si	no	si
19	Área de GLP	na	si	si	si	no	si
20	Área de Diésel	na	si	si	si	no	si

Significado: si /si cumple / no /no cumple / na / no aplica

En los 20 puestos de trabajo evaluados se determina que:

En 5 puestos de trabajo el sistema eléctrico está en malas condiciones

En 18 puestos de trabajo cuenta con columnas y paredes de hormigón armado, resistentes al fuego.

En 18 puestos de trabajo existe la cultura de orden y limpieza

En 20 puestos de trabajo existe señalización acorde a Norma INEN 439

En 20 puestos de trabajo bajo existe extintores, pero no es suficiente para combatir un conato de incendio en caso de suscitarse

En 20 puestos de trabajo no existe un sistema contra incendios (Red Hídrica)

En 8 puestos de trabajo existen detectores de humo, temperatura y gas.

En 20 puestos de trabajo existe seguridad humana (plan de emergencias y brigadas capacitadas)

La información recopilada nos indica que en los 20 puestos de trabajo en el ítem de equipos contra incendios red hídrica, las 27 preguntas del cuestionario tienen una respuesta negativa por que no existe un sistema de combate de incendios que nos permita actuar de manera rápida y segura en el caso de presentarse una emergencia de incendios, por lo que es urgente la necesidad de implementar un sistema de red contra incendios en la industria.

3.6.2 Estudio de los equipos contra incendios existentes

Extintores

Cumpliendo con las disposiciones del Reglamento de Prevención y Mitigación de incendios, se cuenta con mapas de recursos de combate de incendios (extintores) cuyo número es de 58 extintores de Polvo Químico Seco (PQS), Dióxido de Carbono CO₂ y Agua H₂O, distribuidos en toda la planta de la siguiente manera:

Tabla No. 3-2 Detalle de extintores

Numero	Área	Extintores		
		Libras (PQS)	Libras (CO2)	Otros H2O
6	Oficinas Administrativas	10	5	
8	Corte y Metalizado	20	10	
7	Marshall Williams	20	10	
9	Deposito Industrial Materia Prima(DMT)	20		
3	Bodega de Producto Terminado	20	10	
2	Molinos	10		
3	Carpintería			2
11	Consumo Bodega de MP	20		
4	Tanques de Combustibles	100		
2	Mantenimiento	20		
3	Montacargas	10		
T:58	Total	1200 Lb	55 lb	2

Fuente: Tomado del archivo de Ecuaplastec.

Según la tabla, se determina que ciertas áreas cumplen con el requerimiento de mantener por cada 100 m² un extintor de 10 lb. o su equivalente.

La revisión de los equipos se realiza mediante inspecciones de seguridad internas, con una frecuencia mensual, por medio de la cual se verifica el adecuado funcionamiento de extintores, lampas de emergencia y señalización.

Iluminación de Emergencia

Como estipula el Reglamento de Prevención y Mitigación de Incendios Art. 23 La iluminación de emergencia proporciona un cobertura de sesenta (60) minutos en el caso de corte de energía eléctrica, existe una luminosidad inicial de 10 luxes. ECUAPLASTEC

cuenta con 25 lámparas de emergencia distribuidas en planta de producción, bodegas, rutas de emergencia, gradas y pasillos.

Tabla No. 3-3 Detalle de Lámparas

Áreas	Cantidad Lámparas de Emergencia
Oficinas Administrativas Planta Alta	2
Corte y Metalizado	3
Línea Marshall Williams	6
Línea DMT	4
Bodega de Producto Terminado	6
Área de Molinos	1
Bodega de Materia Prima	3
Total	25

Fuente: Archivo Ecuaplastec

Detectores de humo – Temperatura- Estaciones manuales

La industria cuenta con detectores de humo en bodegas de materia prima, producto terminado y oficinas, en la planta de producción se ubican sensores de temperatura debido a los procesos existentes que generan humo y en el área de GLP existe un detector de gas, de esta manera se pretende controlar posibles conatos de incendio.

Tabla No. 3-4 Detalle Detectores de humo – Temperatura y Estaciones manuales

Área	Equipo	Cantidad
Oficinas Administrativas Planta Alta	Detector de humo	3
Oficinas Administrativas Planta Baja	Detector de humo	1
Línea DMT	Sensor de Temperatura	1
Tanque de GLP	Detector de GLP	1
Bodega de Producto Terminado	Detector de humo	7
Área de Molinos	Sensor de Temperatura	1

Área	Equipo	Cantidad
Área de Carpintería	Detector de humo	1
Bodega de Materia Prima*	Detector de humo	23
DMT/Bodegas/Tanque de GLP	Estaciones manuales	3
Total		41

Fuente: Archivo Ecuaplastec

Ecuaplastec, cuenta con un plan de emergencias y contingencias como medida de prevención donde están conformadas brigadas de primeros auxilios, evacuación y contra incendios con 25 integrantes capacitados, existen mapas de riesgos, recursos y evacuación, la ubicación de la señalización cumple con la Norma INEN 439 y 440, y está cubierta toda la planta industrial de descargas eléctricas por un sistema pararrayos de tipo Ionizante.

3.6.3 Matriz Legal de Identificación de riesgos de incendios

Para los parámetros de cumplimiento de esta matriz, se consideran 94 ítems obtenidos de diferentes cuerpos legales vigentes, distribuidos en: rutas de evacuación, iluminación, incendios, sistema eléctrico, almacenamiento de Glp, manejo y almacenamiento de productos químicos y sistema de gestión como se visualiza en el anexo 5.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA Y DISEÑO DEL SISTEMA RED CONTRA INCENDIOS

4.1 OBJETIVO

Desarrollar el diseño de la red contra incendios para ECUAPLASTEC acorde a parámetros legal, enfocando los requisitos de cobertura, tipo de agente, presiones y presupuesto tentativo.

4.2 JUSTIFICACIÓN

Conscientes de la necesidad de proteger a nuestro capital que son las vidas humanas, las instalaciones y demás activos, consideramos, la necesidad de implementar un sistema fijo contra incendios ante posibles emergencias y cumpliendo la exigencia legal de Cuerpo de Bomberos Quito, para minimizar el riesgo de incendio.

Determinación técnica de factibilidad, selección de tecnología para el montaje de la red contra incendios, selección de caudal, presiones que deberá soportar la red contra incendios tanto como en su punto crítico como en su punto normal de funcionamiento.

La presencia de un Sistema de red hídrica, conjuntamente con elementos de alarmas, señalización y sistema de detección, permitiría reducir las primas de la Aseguradora de todo riesgo incluido incendio y explosiones.

Tabla No. 4-1 Descripción del proyecto

Ubicación: Carcelén	Jefatura Zonal: Carcelén
Actividad: Fabrica de Plástico Bopp	# Edificaciones: 2 Plantas a desnivel
Tipo de Construcción: Hormigón Armado	Área Total de Terreno: 13100 m2
Ocupación: Industrial	Área Útil de trabajo: 12000 m2
Cobertura de protección red contra incendios 7872. m2	Planta de Producción, Bodega de producto terminado: 3450 m2 Planta de Bodegas de Consumo y Materia prima: 4422 m2

4.3 PARÁMETRO LEGAL PARA RED CONTRA INCENDIOS

Art 261.- En todo edificio destinado a labores industriales o fabriles contará con:

- a) Reserva de agua exclusiva contra incendios en un volumen mínimo de abastecimiento de 60 minutos, para la estimación del cálculo se considerará el empleo de dos (2) BIE de uso simultáneo.
- b) Sistema de presurización, con doble fuente energética, que asegure una presión mínima de 5Kg/cm2.
- c) Una red de agua contra incendios, cuya tubería central o principal tenga un diámetro de 3 pulgadas (75 mm), construida de hierro galvanizado ASTM 120 cédula 40.

d) Derivaciones hasta las “tomas de agua para incendios” o “salidas de incendios” terminadas es rosca del tipo macho NST y válvula de paso; y Junto a las salidas de agua o unidad a ésta existirá un tramo de manguera de incendios de 1½ pulgadas (63.5mm) de diámetro por 15 m de largo y en su extremo un pitón o boquilla regulable.

4.4 PARÁMETRO TÉCNICO PARA RED CONTRA INCENDIOS.

Para una protección integral de toda la instalación de Ecuaplastec, se analizaron la Normativa Nacional vigente y referencia de las Normas NFPA 10 y 11 los agentes extintores y los tipos de componentes que pueden verse involucrados en un incendio dentro de la empresa.

Los principales componentes de un posible incendio en la planta serian: Madera (palets), chatarra, sacos de Polipropileno, alcohol industrial, cartón cores.

Partimos del análisis de 3 opciones de sistemas fijos de extinción de incendios, los tres sistemas cumplen con los parámetros legales vigentes en Ecuador y permiten minimizar el riesgo de incendio, pero el costo de instalación y mantenimiento varía según el agente extintor, siendo el más costoso el sistema de inundación por CO₂ y el más económico siendo el sistema de detección de incendios centralizado con sistema de extinción automático con BIES perimetrales.

4.4.1 Cálculos Abastecimiento de agua

El abastecimiento de agua para la planta industrial proviene del sistema de agua potable, en cuanto a la calidad se presenta el siguiente análisis.

Tabla No. 4-2 Características Físico - Químicas del agua

Parámetro analizado	Unidad	Valores Obtenidos
Alcalinidad	mg/l	192
Cloruros	mg/l	160
Aceites y grasas	mg/l	<0,2
Cianuro Total	mg/l	<0,01
Hidrocarburos Totales	mg/l	<0,3
Fenoles	mg/l	<0,02
Conductividad	μS/cm	554
DBQ 5	mg/l	6.3
DBO	mg/l	<30
Potencial Hidrogeno	Und.	9.72
Solidos Suspendidos	mg/l	61
Solidos Totales	mg/l	442
Dureza	mg/l	88
Fosforo Total	mg/l	<0,2
Calcio	mg/l	11,39

Fuente: Ecuaplastec.

El agua que será utilizada para la cisterna del sistema contra incendios, deberá ser analizada por su corrosividad, incluyendo PH, sales como cloruros, y gases dañinos como el dióxido de carbono (CO₂) o sulfato de hidrogeno (H₂S). Si el agua es corrosiva, la bomba deberá ser construida en un material apropiado resistente a la corrosión o cubierta con capas protectoras especiales de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. (National Fire Protection Association (2013) instalación de bombas estacionarias contra incendios obtenido de <http://www.nfpa.org/codes-andstandards/do>.

Art. 41.- En aquellas edificaciones donde el servicio de protección contra incendios requiera de instalación estacionaria de agua para este fin, se debe proveer del caudal y presión suficientes, aún en caso de suspensión del suministro energético o de agua de la red

general (municipal) por un período no menor a una hora. La reserva de agua para incendios estará, considerada un volumen mínimo de veinte y dos metros cúbicos (22.5 m³).

La reserva de agua para combate de incendios será de 2 Tanques con una capacidad de 79324 l c/u, que garantiza el caudal aún en ausencia de agua de la red general (municipal) por un periodo no menos a una hora la reserva de agua es exclusiva para incendios.

Reserva de agua Tanques (2) ----- Capacidad 158648 Lts o su equivalente 41749 galones 158.m³ con 648 cm³.

Caudal requerido.- Cantidad de agua que pasa a través de una sección de su curso en la unidad de tiempo. Se expresa en lt/s, lt/min, m³/h. Para el cálculo del caudal se estimara el funcionamiento simultáneo de dos gabinetes sabiendo que el caudal por gabinete es de 2.5 litros/ segundos.

Art. 37.- La presión mínima de descarga (pitón) requerida en el punto más desfavorable de la instalación de protección contra incendios para la industria es cinco kilogramos por centímetro cuadrado (5 Kg/cm²) (70 PSI). Este requerimiento podrá lograrse mediante el uso de un sistema adicional de presurización, el mismo que debe contar con una fuente de energía autónoma independiente a la red pública normal para lo cual se instalará un sistema de transferencia automática y manual. (Ecuador, 2009, Reglamento de Prevención y Protección Contra Incendios, Quito, Reg. Oficial 114).

Rango de presiones en sistema hidráulico contra incendios

Presión máxima de carga de agua en bomba	158 Psi.
Presión media de descarga	100 psi
Presión mínima en el punto más desfavorable	90 Psi.

4.4.2 Cálculos Diámetro de Tubería

Art. 39.- Las tuberías deben cumplir con las normas ASTM, puede ser de: hierro, acero o cobre sin costura. Deben resistir una presión de 12 kg/cm² (170 PSI) como máximo, su diámetro será de 2 a 6 pulgadas (red principal) de la misma manera todos accesorios deben ser normados por ASTM. (Ecuador, 2009, Reglamento de Prevención y Protección Contra Incendios, Quito, Reg. Oficial 114).

Tabla No. 4-3 Características de Tubería

Tubería	Características
Tubería de red principal	3" pulgadas
Tubería de columna	2 ½ "pulgadas
Tubería en ramal (bies)	1½ "pulgadas acometida a gabinete
Tubería para rociadores	1" pulgadas
Material	HG
Tipo	Peso estándar
Fabricación	Sin costura
Presión de trabajo	158 PSI
Especificación	ASTM A-120, Cédula 40
Espesor	75 mm
Certificación	UL / FM /CE

4.4.3 Cálculo Potencia de Bombas

Tabla No. 4-4 Cálculo de bombas contra incendio

PROYECTO: ECUAPLASTEC		
INGRESO DE DATOS		
1] ALTURA DE SUCCION:	1 m.	
2] ALTURA DE ELEVACION:	15 m.	
3] RECORRIDO HORIZONTAL:	2216 m.	
4] PRESION REQUERIDA :	80 P.S.I. (5,63 Kg/cm2.)	
5] EFICIENCIA DE LA BOMBA:	80 %	
6] CAUDAL NECESARIO :	5,50 l/s. (85,25 GPM)	
7] FACTOR DE ACCESORIOS:	0,02 [0.01<0.03]	
RESULTADOS		
DIAMETRO SUGERIDO:	2,1/2" (63,5 mm)	
VELOCIDAD MEDIA APROX:	1,74 m/s.	
DISTANCIA TOTAL:	##### m.	
PERDIDA DE CARGA APROX.:	108,02 m.	
NECESITA UNA BOMBA DE :	17,47 H.P.	
PRESION APROX. EN BOMBA:	158,36 P.S.I.	

De acuerdo a la cobertura de trabajo se considerará la instalación de 3 bombas.

Detalle de automatización hidráulico en el modo automático para que el sistema funcione existen dos bombas eléctricas una principal de 25 hp y una jokey de 5hp, para el funcionamiento la presión máxima que tendremos en bomba es de 158 psi siendo mantenida esta presión por la bomba jockey en el rango de 100 -158 psi, si la presión cae a menos de 100 psi se activara la bomba principal en un rango de 70 - 100 psi.

En modo manual podemos trabajar con una capacidad real instalada con las 3 bombas prendidas siendo indispensable un técnico especializado en el puesto de bombas pudiendo obtener presión y caudal de bomba jockey, presión y caudal de bomba principal y presión y caudal de bomba a diésel, con una descarga en los 7 BIES abiertos el mismo tiempo de 150 psi a 100 galones por minuto, garantizando de esta manera un combate real al fuego con la capacidad de agua almacenada de 158 m³.

Bomba Diésel 40 Hp, con llave de control independiente

Bomba Eléctrica 25 Hp, (principal) con llave de control independiente

Bomba Eléctrica 5 Hp jockey, con llave de control independiente

Anexo 2: Ver ficha técnica de bombas.

Para garantizar la seguridad del sistema hídrico, en la salida del sistema, se plantea instalar tres válvulas para el control de la sobrepresión del sistema y para el corte del suministro de agua a baja presión.

4.4.4 Cobertura de Boca de Incendios Equipada (BIE)

Los elementos constitutivos de la Boca de Incendios Equipada (BIE) son:

Manguera de incendios.- Será de material resistente, de un diámetro de salida mínima de 1½ pulgadas (38 mm) por 15 metros de largo y que soporte 150 PSI de presión, en casos especiales se podrá optar por doble tramo de manguera, en uno de sus extremos existirá una boquilla o pitón regulable.

Boquilla o pitón.- Debe ser de un material resistente a los esfuerzos mecánicos así como a la corrosión, tendrá la posibilidad de accionamiento para permitir la salida de agua en forma de chorro o pulverizada.

Boca de incendio equipada (BIE): Es una instalación de extinción constituida por una serie de elementos acoplados entre si y conectados a la red de abastecimiento de agua que cumple las condiciones de presión y caudal necesarios.

Los elementos que componen la boca de incendios equipada estarán alojados en su interior, colocados a 1.20 metros de altura del piso acabado, a la base del gabinete empotrados en la pared y con la señalización correspondiente. Tendrá las siguientes dimensiones 0.80 x0.80 x 0.20 metros y un espesor de lámina metálica de 0.75 mm, con cerradura universal (triangular); el gabinete alojará además en su interior un extintor de 10 libras (4.5 kilos) de agente extintor, con su respectivo accesorio de identificación, una llave spanner, un hacha pico de cinco libras (5lbs), la que debe estar sujeta al gabinete; los vidrios de los gabinetes contra incendios tendrán un espesor de dos a tres milímetros (2 a 3 mm) y bajo ningún concepto debe ser instalados con masillas o cualquier tipo de pegamento al marco de la puerta del gabinete.

Se ubicará en sitios visibles en cada planta y accesibles sin obstaculizar las vías de evacuación a un máximo de treinta metros (30m) entre sí, como se visualiza en el Anexo 8: Plano de ubicación de (BIES). (Ecuador, 2009, Reglamento de Prevención y Protección Contra Incendios, Quito, Reg. Oficial 114).

Tabla No. 4-5 Distribución de (BIES)

Áreas de Cobertura	Ubicación y cantidad (Bies)
Oficinas administrativas	1
Planta de producción	3
Bodega PALETS terminados	1
Bodegas de consumo	1
Bodega depósito industrial	1
Total	7

4.4.5 Columna húmeda

La columna de agua es una instalación de uso exclusivo para el servicio de extinción de incendios, es una tubería dispuesta verticalmente con un diámetro mínimo de 2½ pulgadas dependiendo del cálculo hidráulico y el número de equipos instalados para mayores secciones, a éstas se acoplarán las salidas por piso en diámetro mínimo de 1½ pulgadas, será de hierro galvanizado o cualquier material resistente al fuego contemplado en norma INEN, Código Ecuatoriano de la construcción y con un RF-120, capaz de soportar como mínimo, una presión de 20 Kg/cm² (285 PSI). (Ecuador, 2009, Reglamento de Prevención y Protección Contra Incendios, Quito, Reg. Oficial 114).

En la base misma de la columna de agua para incendios entre la salida del equipo de presurización y la derivación hacia la boca de impulsión, existirá una válvula check a fin de evitar el retroceso del agua cuando se presurice la red desde la boca de impulsión para el caso de tanque de reserva bajo. Para el caso de reserva de tanque alto, la válvula check se colocará a la salida del tanque o del equipo de presurización de la red contra incendios.

Se dispondrá en la fachada, con el centro de sus bocas a 90 cm del suelo, en lugares accesibles al Servicio de Extinción de Incendios y lo más próximo posible a la columna. Caso de no estar situadas junto al acceso principal del edificio, en el mismo se señalizará su situación.

4.4.6 Rociadores Automáticos de agua (splinkers)

Sistema de Rociadores de Tubería Húmeda. Sistema que emplea rociadores automáticos conectados a una tubería que contiene agua y conectado a un suministro de agua de manera que el agua sale inmediatamente de los rociadores abiertos por el calor del incendio. (National Fire Protection Association (2013)

Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Protección Contra Incendios a Base de Agua obtenido de <http://www.nfpa.org/codes-andstandards/do>.

La instalación de rociadores automáticos estará condicionada y diseñada particularmente para cada caso. Deben colocarse en los sectores considerados de riesgo, previo un análisis técnico de la carga calorífica y la actividad a realizarse en ellos, como se visualiza en el Anexo 9: Plano de distribución de rociadores automáticos de agua.

Tabla No. 4-6 Características de los rociadores (splinkers)

Características	
Cobertura total	5166 m2
Cantidad de rociadores:	522 rociadores
Áreas de Cobertura	Bodega Producto terminado y carpintería Bodegas de consumo y depósito industrial
Tipo de rociador	Estándar
Ubicación altura	6.50 m sobre el nivel del piso
Distancia c/u	4.50 m x c/u...
Tubería para rociador 1"	Tubería para rociador 1"
Certificación	(CE o UL/FM)

4.4.7 Banco de Datos pruebas de verificación

Pruebas Estanquidad

Se debe revisar que la tubería Hg ASME con certificación (CE o UL), este bien empotrado, que garantice un funcionamiento adecuado evitando vibraciones o movimientos no necesarios.

Pruebas Hidrostáticas.

Se deben hacer pruebas cada 5 años a los sistemas de columna seca y las partes secas de los sistemas de columna húmeda a no menos de 13.8 bar (200 psi) de presión por 2 horas, o a 3.4 bar (50 psi) por encima de la presión máxima, cuando la presión máxima es mayor de 10.3 bar (150 psi). (National Fire Protection Association (2013) Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Protección Contra Incendios a Base de Agua obtenido de <http://www.nfpa.org/codes-andstandards/do>.

Se debe hacer pruebas hidrostáticas en los sistemas manuales de columna de acuerdo con o en cualquier sistema que haya sido modificado o reparado.

La presión de prueba hidrostática debe medirse en el punto bajo de elevación del sistema individual o zona que se está probando. La tubería interna de la columna no debe mostrar filtraciones.

Check list para Mantenimiento Predictivo, Preventivo y Correctivo de Red Hídrica

Tabla No. 4-7 Check list para revisión del sistema contra incendios

Detalle revisión sistema contra incendios	Observación
Tanque reserva agua para incendios capacidad 793241 Tanques 1 y 2	
Línea madre ingreso de agua de tanques A y B	
Junta flexible de línea madre ingreso (previene rotura por fricción o sismos)	
Ingreso de agua a bomba 1 (Bomba Diésel),	
Ingreso de agua a bomba 2 (Bomba Eléctrica 25 Hp	
Ingreso de agua a bomba 3 (Bomba Eléctrica 5 Hp	
Junta Flexible de línea madre salida (previene rotura por fricción o sismos)	
Control automático de presión presostato de Bomba 1	
Control automático de presión presostato de Bomba 2	
Válvula Check en salida de bomba 2 y 3	
Línea madre salida de agua a sistema de rociadores y BIES	
Llaves B1 en HG 21/2" control máster salida a sistema contra incendios	

Llaves B2 en HG 21/2" control máster salida a sistema tanque A y B (recirculación para pruebas y mantenimiento)	
Bomba 1 Diésel (respuesta, control y alimentación independientes)	
Rociadores automáticos de agua (Splinkers)	
BIES y Siamesa	

Tabla No. 4-8 Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Columna y Mangueras.

Item	Actividad referida	Frecuencia
Válvulas de control Dispositivos de control de presión Tuberías Conexiones de mangueras, Gabinetes Mangueras	Inspección Inspección Inspección Inspección Inspección Inspección	Semanal/mensual /Trimestral Trimestral Trimestral Anual Anual Anual
Dispositivo de alarma	Prueba	Trimestral
Boquilla de manguera Dispositivo de almacenamiento de mangueras	Prueba Prueba	Anual Anual
Manguera Válvula de control de presión	Prueba Prueba	5 años/3 años 5 años
válvula reductora de presión Prueba hidrostática	Prueba Prueba	5 años 5 años
Prueba de flujo	Prueba	5 años
Prueba de desagüe principal	Prueba	Anual
Conexiones de mangueras Válvulas (todos los tipos)	Mantenimiento Mantenimiento	Anual Anual/

(National Fire Protection Association (2013) Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Protección Contra Incendios a Base de Agua obtenido de <http://www.nfpa.org/codes-andstandards/do>.

4.5 MODELO DE CAPACITACIÓN PARA RED CONTRA INCENDIOS

Problemática de los incendios

Medidas de mitigación y/o prevención para evitar incendios

Clase de fuegos y extintores

Medios y métodos de extinción

Sistemas de comunicación y cadena de mando

Tipos y clases de equipos de contra-incendios (mangueras, gabinetes, etc.).

Equipos de protección personal para combatir el fuego.

Esquemas de ejercicios, formas de ataque.

Elaboración y aplicación de guías técnicas para identificar riesgos de incendios en instalaciones

Organización de seguridad contra incendios (Funciones y responsabilidades)

Prácticas.

4.6 AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA RED CONTRA INCENDIO

Procedimientos de encendido sistema de bombas Red Hídrica

Solo personal autorizado

Antes de empezar el funcionamiento revisar:

- 1.- Verificar nivel de agua en tanque A y B
- 2.- Compruebe la energía eléctrica en Tablero de bombas

- 3.- Compruebe alimentación de bomba a Diésel (1)
- 4.- Verificar combustible Bomba Diésel
- 5.- Llaves A1 y A2 deben estar abiertas

Funcionamiento

- 1.- Abra la llave de paso de agua A1 Y A2
- 2.- Abra la llave de ingreso de las bombas 1, 2 y 3

Condición de Trabajo

- 1.- La llave C1, color azul en posición cerrado
- 2.- La llave C2 color rojo, control máster del Sistema Contra Incendios en posición abierta.
- 3.- Tablero luz de indicación rojo Sistema Activado (parada / marcha)
- 4.- Bomba Jockey en marcha luz de indicación rojo
- 5.- Bomba Diésel en marcha luz de indicación rojo
- 6.- Bomba 2 y 3 (Eléctricas) debe estar el selector del tablero de mando en automático.

Condiciones de Prueba

- 1.- Llave E1 azul abierta
- 2.- Llave E2 control máster de incendio cerrado
- 3.- Bomba 1 (Diésel) no necesita calibración debe funcionar 30 minutos.
- 4.- Bomba 2 (Eléctrica) 25 Hp, en el tablero de mando deberá estar el selector en posición (Automático) debiendo funcionar durante 30 minutos.
- 5.- Bomba 3 (Eléctrica) 5 Hp, en el tablero de mando deberá estar el selector en posición (Automático) debiendo funcionar durante 30 minutos.

Presiones

- 1.- Bomba 1 (Diésel) mantendrá una presión mínima de 70 psi en el punto más desfavorable y 170 psi máxima en la red madre o principal variando en las redes secundarias.

- 2.- Bomba (Eléctrica 25 hp) mantendrá una presión mínima de 90 psi y 100 psi máxima en la red madre o principal variando en las redes secundarias.
- 3.- Bomba (Eléctrica 5 hp) mantendrá una presión mínima de 60 psi y 80 psi máxima en la red madre o principal variando en las redes secundarias.

Mantenimiento

- 1.- Operación de todo el sistema cada 2 semanas durante un mínimo de 30 minutos habilitando la llave de paso color azul (recirculación).
- 2.- La Bomba a Diésel revisar de manera bimestral el nivel de diésel en tanque y nivel de aceite en el motor y carga de batería, de acuerdo a las instrucciones de manual.
- 3.- Bombas Eléctricas (Principal y Jockey) verificar sistema eléctrico.

Recomendaciones

- 1.- Realizar la recirculación del agua sistema de bombas.
- 2.- Poner aditivo para disminuir la dureza del agua de los tanques de almacenamiento
- 3.- Recuerde que una vez accionado el sistema de bomba diésel, la única manera de detener el proceso de operación es presionando el botón de emergencias.
- 4.- Nunca active el sistema cuando exista falta de agua en la red hídrica o los tanques
- 5.- Cualquier inquietud revisar manual de Bombas o llame al técnico respectivo.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA

ECUAPLASTEC, cuya actividad industrial es la fabricación de láminas de plástico biorientado, utiliza como materia prima (POLIPROPILENO) considerado como un sólido inflamable, el proceso para la fabricación de la película de plástico implica la utilización de energía en grandes cantidades.

Para sus procesos cuenta con un tanque de GLP de 10.000 kg esto en atención que el 90% del proceso se realiza en caliente, que al someter la materia prima (polipropileno en estado sólido) a un proceso de calor se obtiene una película madre de aproximadamente 60 cm de ancho por 5 milímetros de espesor la cual ingresa a un proceso de cinta transformadora, pasando por otro proceso térmico, que permiten estirar de 60 cm de ancho por 0.1 milímetros pasando por un proceso de enfriamiento transformándose en (Película de polipropileno biorientado), en una cantidad promedio de 4 toneladas por día, para luego ser metalizados y transportados hacia las maquinas cortadoras y pesados en la balanza digital en bobinas de 200 y 2.000 Kg de capacidad utilizados para empaques de alimentos, tejidos, equipo de laboratorio y flores en el mercado Nacional e Internacional.

5.2 RESULTADOS MATRIZ LEGAL DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Ver Anexo: 5

5.3 ANÁLISIS DE EVALUACIÓN DE RIESGO DE INCENDIOS

De acuerdo a la descripción del método dice que una vez ingresada la información, automáticamente el sistema determina el índice de seguridad contra incendios. Cuando el valor es ≥ 1 la seguridad contra incendios es suficiente y cuando el valor es ≤ 1 la seguridad contra incendios **es insuficiente**.

Según los valores generados por el software del método, el mismo que se registra en la segunda hoja cuyo valor es menor ≤ 1 lo que significa que la seguridad contra incendios de ECUAPLASTEC es insuficiente, no cumple con todas las medidas de seguridad y es urgente la necesidad de tomar medidas correctoras.

Tabla No. 5-1 Especificaciones de evaluación de Riesgo de incendio (Hoja 1)

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO			
INFORMACIÓN GENERAL			
Edificio:	ECUAPLASTEC		
Lugar:	QUINTO ECUADOR		
Dirección:	AV. JARRE RODRIGOS AGUILERA		
Parte del edificio:	PLANTA ECUAPLASTEC		
INFORMACIÓN DE LA ESTRUCTURA			
Tipo de Construcción:	Media (Resistencia al fuego definida)		
Tipo de Compartimientos:	Conjunto del edificio, varias plantas unidas		
Tipo de edificio:	Grandes Volúmenes (V)		
Estructura portante:	Hormigón, ladrillo, acero, otros materiales (Incombustible)		
Elementos de fachadas/techo:	Hormigón, Ladrillos - Metá (Incombustible)		
Número de plantas en el edificio:	3		
Número de plantas que se evalúan:	3 (Aplica en construcciones tipo V, en donde la comunicación entre las plantas es abierta, afecta al área a evaluar)		
Planta que se evalúa:	Planta 3		
Cantidad de sótanos que se evalúan:	1		
Longitud del local (mts):	100		
Ancho del local (mts):	80		
Área a evaluar (calculada):	24.000,0		
Área total a evaluar (mts²):	240.000		
Altura útil del local (mts):	6		
INFORMACIÓN SOBRE LA ACTIVIDAD			
Actividad de Fabricación/Venta:	Sacos plásticos		
Actividad de Almacenamiento:	Sacos plásticos		
Como regla general, para locales cuyo uso sea de difícil definición, se tomará la actividad que corresponda al tipo de uso o al almacenaje cuyo riesgo de activación sea el mayor.			
La actividad se considera disminutamente definida cuando el uso está bien delimitado y el tipo de materiales depositados es uniforme. Si se trata de usos indeterminados o de materiales diversos, almacenados, deberá dejarse esta casilla en blanco (con marca) e indicar el grado de combustibilidad de la materia más combustible que represente al menos el 10% del conjunto de la carga de incendio.			
<input checked="" type="checkbox"/> La actividad está claramente: Grado de combustibilidad según C.B.I. Grupo 4			
<input checked="" type="checkbox"/> Existen materiales fuertemente inflamables y su carga de fuego es menor al 10% del total.			
Peligro de fuego:	Grande		
Si lo deja en blanco se tomará el valor recomendado para la actividad seleccionada.			
<input checked="" type="checkbox"/> Existen materiales que presentan un gran peligro de corrosión o toxicidad y su carga es inferior al 50% del total.			
Peligro de corrosión o toxicidad:	Medio		
Si lo deja en blanco se tomará el valor recomendado para la actividad seleccionada.			
CLASIFICACIÓN DEL RIESGO			
ALTO: Los edificios antiguos o históricos, grandes almacenes, depósitos de mercancías, explotaciones industriales y artesanales particularmente expuestas al riesgo de incendio (pintura, trabajo de la madera y de las materias sintéticas, hoteles y hospitales mal compartimentados, asilos para personas de edad, etc).			
MEDIO: Los edificios administrativos, bloques de casas de vivienda, empresas artesanales, edificios agrícolas, etc.			
BAJO: Las naves industriales de un único nivel, talleres de carpintería, las instalaciones deportivas, los edificios pequeños de vivienda y las casas unifamiliares, etc.			
Seleccione la clasificación del riesgo que corresponde al caso en estudio: Medio			
MEDIDAS DE PREVENCIÓN NORMALES			
<input checked="" type="checkbox"/> Hay extintores portátiles y con suficiente: <input checked="" type="checkbox"/> Hay hidrantes interiores y con suficiente: <input checked="" type="checkbox"/> Hay extintores personal disponible e incluido en el plan de evacuación.			
Cantidad de la aportación de agua (l/s m³):	92		
Reserva de agua (mts):	40		
Tipo de Reserva de agua:	Agua potable con sistema de impulsión		
Distancia entre el hidrante y la entrada al edificio (mts):	100		
Presión del hidrante (bars):	3		
<input checked="" type="checkbox"/> Se estima suficiente.			
MEDIDAS DE PREVENCIÓN ESPECIALES			
Notificación al fuego:	Vigilancia al menos 2 veces durante la noche y los días festivos		
<input type="checkbox"/> Notificación de alarma			
<input type="checkbox"/> Notificación de:			
Transmisión de la alarma:	Desde su puesto ocupado personalmente (de noche al menos 2 personas) y teléfono		
Intervención:			
Cuerpo de bomberos oficiales (SPE):	SPE profesional		
Bomberos de la empresa (SPE):	SPE		
Esiones de intervención:	Intervención en menos de 15 min. a menos de 5 km.		
Instalación de extinción:	Ninguna de las anteriores		
<input checked="" type="checkbox"/> Instalación de evacuación de humos (ROP) (automática o manual)			
MEDIDAS EN LA CONSTRUCCIÓN			
Estructura portante (elementos portantes: paredes, dinteles, pilares):	P90 y más		
Fachadas (altura de las ventanas menor o igual a 2/3 de la altura de la planta):	P90 y más		
Separación horizontal entre niveles:	< P30		
Aberturas verticales:	Protegidas		
Superficie aislada (mts²):	500		
<input checked="" type="checkbox"/> No existen compartimentos			
PELIGRO DE ACTIVACIÓN			
DEBIL: Museos			
NORMAL: Apartamentos, hoteles, fabricación de papel.			
MEDIO: Fabricación de maquinaria y aparatos.			
ALTO: Laboratorios químicos, talleres de pintura.			
MUY ELEVADO: Fabricación de fuegos artificiales, fabricación de bancos y pinturas.			
Seleccione el peligro de activación que corresponde al caso en estudio: Medio			
Si lo deja en blanco se tomará el valor recomendado para la actividad seleccionada.			
EXPOSICIÓN AL RIESGO DE LAS PERSONAS			
Número de personas admitidas en el compartimento considerado:	1		
Categoría de la exposición al riesgo:	Riesgo de las personas		

Tabla No. 5-2 Cálculo del índice de seguridad contra incendio 4(hoja 2)

CALCULO DEL INDICE DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS			
Edificio:	ECUAPLASTEC		
Lugar:	QUITO ECUADOR		
Dirección:	AV. JAIME ROLDOS AGUILERA		
Parte del edificio:	PLANTA ECUAPLASTEC		
Compartimiento:	I= 100,00	b= 40,00	
Tipo de Edificio:	Grandes Volúmenes (V)	AB= 24000,00	Vb= 3:1
TIPO DE CONCEPTO			
q	Carga Térmica Mobiliaria	Qm= 600	1,30
c	Combustibilidad		1,20
r	Peligro de humos		1,10
k	Peligro de corrosión		1,10
i	Carga térmica inmobiliaria		1,00
e	Nivel de la planta		1,00
g	Superf. del compartimiento		4,40
P	PELIGRO POTENCIAL	qcrk . ieg	8,31
n1	Extintores portátiles		1,00
n2	Hidrantes interiores BIE		1,00
n3	Fuentes de agua - fiabilidad		0,60
n4	Conductos transp. Agua		0,95
n5	Personal Instr. En extinc.		1,00
N	MEDIDAS NORMALES	n1 ... n5	0,57
s1	Detección de fuego		1,05
s2	Transmisión de alarma		1,10
s3	Disponib. de bomberos		1,60
s4	Tiempo para intervención		1,00
s5	Instalación de extinción		1,00
s6	Instal. evacuación de humo		1,20
S	MEDIDAS ESPECIALES	s1 ... s6	2,22
f1	Estructura portante		1,30
f2	Fachadas		1,15
f3	Forjados		1,05
	- Separación de plantas		
	- Comunicaciones verticales		
f4	Dimensiones de las células		1,00
	- Superficies vidriadas		
F	MEDIDAS EN LA CONSTRUCCION		1,57
B	Exposición al riesgo		4,19
A	Peligro de activación		1,20
R	RIESGO INCENDIO EFECTIVO		5,02
Ph,e	Situación de peligro para las personas		0,40
Ru	Riesgo de incendio aceptado		0,52
Y	SEGURID. CONTRA INCENDIO		0,10
LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS ES INSUFICIENTE			

⁴ Software Resultados de la Evaluación de riesgo de incendio, Método Gretener (Hoja 2)

Tabla No. 5-3 Resultados de método de evaluación contra incendio (hoja 3)

Tipo de Construcción:		1
Tipo de compartimientos:		6
Tipo de edificio:	Grandes Volúmenes (V)	
Estructura portante:		1
Elementos de fachadas/tejadós:		1
Número de plantas en el edificio:		3
Número de plantas que se evalúan:		3
Planta que se evalúa:		6
Cantidad de sótanos:		1
Longitud del local (mts):		100
Plantas sobre la superficie:		2
Ancho del local (mts):		80
Área a evaluar (calculada):		24 000,00
Área total a evaluar (mts ²):		24000
Altura útil del local (mts):		6
Relación l:b	1:1	
Actividad de Fabricación/Venta:		500
Actividad de Almacenamiento:		500
La actividad está claramente definida:	VERDADERO	
Grado de combustibilidad CEA:		5
Existen materias fuertemente fumígenas:	VERDADERO	
Peligro de humo:		4
Existen materias fuertemente corrosivas o tóxicas:	VERDADERO	
Peligro de corrosión o toxicidad:		3
Clasificación del riesgo:		2
Hay extintores portátiles y son suficientes:	VERDADERO	
Hay hidrantes interiores y son suficientes:	VERDADERO	
Hay suficiente personal disponible e instruido en materia de extinción:	VERDADERO	
Caudal de la aportación de agua (l.p.m):		50
Reserva de agua (m ³):		40
Tipo de Reserva de agua:		6
Distancia entre el hidrante y la entrada al edificio (mts):		100
Presión del hidrante (bar):		3
Detección del fuego:		1
Instalación de detección automática:	FALSO	
Instalación de rociadores:	FALSO	
Transmisión de la alarma:		2
Intervención:		
Cuerpo de bomberos oficiales (SP):		7
Bomberos de la empresa (SPE):		5
Escalones de intervención:		1
Instalación de extinción:		4
Instalación de evacuación de humos (ECF) (automática o manual):	VERDADERO	
Estructura portante (elementos portantes: paredes, dinteles, pilares):		1
Fachadas (altura de las ventanas menor o igual a 2/3 de la altura de la planta):		1
Separación horizontal entre niveles:		3
Aberturas verticales:		2

Superficie vidriada (m2):	500
Seleccione el peligro de activación que corresponde al caso en estudio:	4
NO existen compartimientos celulares	VERDADERO
Número de personas admitidas en el compartimiento considerado:	1
Categoría de la exposición al riesgo:	4

Calculo de P (peligro potencial)	8,30544
Carga de incendio mobiliario Qm	600
Factor q	1,3
Factor c	1,2
Factor r	1,1
Factor k	1,1
Factor i	1
Factor e	1
Factor g	4,4
Calculo de N (medidas normales)	0,57
Factor n1	1,00
Factor n2	1,00
Factor n3	0,60
Factor n4	0,95
Factor n5	1,00
Calculo de S (medidas especiales)	2,2176
Factor s1	1,05
Factor s2	1,10
Factor s3	1,60
Factor s4	1,00
Factor s5	1,00
Factor s6	1,2
Calculo de F (resistencia al fuego)	1,56975
Factor f1	1,30
Factor f2	1,15
Factor f3	1,05
Factor f4	1,00
Calculo de B (Exposición al riesgo) $B = P/(N \cdot S \cdot F)$	4,1857577
Riesgo de activación (Factor A)	1,2
Calculo de R (Riesgo de incendio efectivo) $R = B \cdot A$	5,02290924
Factor de corrección Ph,e	0,40
Riesgo de incendio aceptado $R_u = 1,3 \cdot Ph,e$	0,52

Anexo 10: Tablas de Material de apoyo (Gretener)

5.4 PLANTEAMIENTO DE MEDIDAS DE CONTROL DE RIESGO DE INCENDIO

Implementar sistema de detección automático de incendio centralizado con monitoreo permanente y ronda cada dos horas.

Implementar programa de capacitación permanente en:

Programa sol (seguridad, orden y limpieza)

Brigada contra incendios

Brigada de primeros auxilios

Brigada de evacuación

Identificación de peligros y evaluación de riesgos

Sistema de gestión de seguridad Modelo Ecuador

5.5 SISTEMA DE RED CONTRA INCENDIOS

Implementar el sistema de extinción de incendios automático en base a los parámetros del presente estudio, aplicando buenas prácticas de montaje industrial acorde a los Códigos ASME (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos) y manteniendo la inspección de dicho sistema por la Norma NFPA 25.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

La implementación del “Sistema Integral de Protección Contra Incendios (detección y extinción), permitirá un incremento en la competitividad al mejorar los factores de seguridad acorde a exigencias Nacionales y estándares Internacionales.

Se favorecerá las calificaciones para la obtención de permiso de exportación.

Se podrá establecer una disminución de la prima del seguro al ser el presente proyecto desarrollado sobre bases científicas reconocidas Internacionalmente como son: el modelo matemático de evaluación de riesgo Gretener, las Normas NFPA, los estándares ASME y la certificación de equipos UI (Underwriters Laboratories Inc.), CE (Comunidad Europea) y FM (Factory mutual).

La implementación de este proyecto nos permitirá cumplir con todos los parámetros exigidos en las Leyes Vigentes en la República del Ecuador.

6.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda establecer un proceso de fiscalización al sistema de montaje y puesta en marcha del presente proyecto, verificando la utilización de buenas prácticas, normas de seguridad y calidad de los productos instalados en especial accesorios.

Se recomienda el mantener un programa exhaustivo de mantenimiento preventivo y predictivo del Sistema de protección contra incendios.

BIBLIOGRAFÍA

ANTONIO CREUS SOLE (2012) Técnicas para la Prevención de Riesgos Laborales, España.

ASFAHL C RAY. (2000) “Seguridad Industrial y Salud”. 4ta Edición. Editorial assistant: Meg Weist. México.

BARQUEO OCHOA DE RETANA M. (1998.) Sistema de Detección y Alarma Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid.

BESTRATEN BELLOVI M. (1990) Seguridad en el Trabajo Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid.

CAN (2006). Resolución 957 Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, Lima.

CEPREVEN (1988) Evaluación de Riesgo de Incendio, Método Gretener.

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR (2008) Aprobada en referendo del 28 de Septiembre, Quito.

Fred W Billmeyer, Ciencia de los Polímeros, 2004, 2 edición, Barcelona.

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. INEN 440 (colores de tuberías) INEN 439 (señales y símbolos de seguridad).Ecuador.

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. INEN 3864, 2013, Símbolos Gráficos, Colores y Señales de Seguridad, Resolución No 13076, Ecuador.

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. INEN 22 66 Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos, Ecuador.

INSHT, NTP 40: Detección de incendios. España.

JUAN CARLOS RUBIO ROMERO, (2004) Edición Díaz de Santos, Métodos de evaluación de riesgos laborales Madrid.

MAPFRE (1980), 1era Reedición, Manual de protección contra incendios, Madrid.

Matriz de Cuerpo Legal, Norma o Regulación, Quito.

NFPA 10, (2007) Norma para extintores portátiles contra incendios.

NFPA 13, (2007) Norma para la Instalación de Sistema de Rociadores.

NFPA 14, (2007) Norma para la Instalación de Tubería Vertical y de Mangueras.

NFPA 20, (2007) Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias Contra Incendios.

NFPA 25, (2002) Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Protección Contra Incendios.

NFPA 101(2000) (Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego), Código de Seguridad Humana Contra Incendios en Edificios y Estructuras.

NICHOLSON, J.W. (2006) La Química de los Polímeros.

NILO SILES GONZALES, (2005) Evaluación de Riesgos Planificación de la Acción Preventiva, 1era Edición, España.

REGISTRO OFICIAL N° 114. (2009), Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios, Ecuador.

RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA No. 36 SG- CD-DMQ (2009), Formato Planes de Emergencia, Quito.

VILLANUEVA MUÑOZ J.L. (1980) Prevención y Protección Contra Incendios Servicio Social de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid.

VILLANUEVA MUÑOZ J.L. (1983) NTP 36 Y 37 Riesgo Intrínseco de Incendio Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo.

<http://www.monografias.com/trabajos32/procesamiento-plasticos/procesamiento-plasticos.shtml>

https://www5.uva.es/guia_docente/uploads/2012/467/45607/1/Documento9.pdf

www.masterprl.es/files/Método%20Gretener_2.pdf

[www2.uca.es/área. conocimiento/medicina.../EvaRincendio.pdf](http://www2.uca.es/área_conocimiento/medicina.../EvaRincendio.pdf)

ANEXOS

Anexo No. 1 Máquinas para la Producción que pueden producir incendios o explosiones.

Proceso Extrusión	Máquinas y Equipos			
	A electricidad	A vapor saturado	A gas	A combustión
Extrusor Principal	x			
Extrusores satélites 1 y 2	x			
MDO (Orientación en dirección Máquina)	x			
TDO (Orientación en dirección Transversal)	x			
Caldero de Aceite Térmico	x			250 gal/día
Extrusor Principal 4.5	x			
Extrusores satélites 2,5 y 1.75	x			
MDO (Orientación en dirección Máquina)	x			
TDO (Orientación en dirección Transversal)				x 500 Kg/día (GLP)
Máquina Cortadora 1	x			
Máquina Cortadora 2	x			
Máquina Cortadora 3	x			
Máquina Cortadora 4	x			
Metalizado	x			
Molino Erema	x			
Molino 2	x			
Molino 3	x			

Fuente: Ecuaplastec

Anexo No. 2 Materia prima Utilizada en la Producción

Consumo	Materia prima							
	Polipropileno	Cartón Cores	Madera en Paletas	Hostata	JC-30	AB10T B	Pigmento Azul	Croda
Diario	30000 Kg	600 Kg	66 Kg	31.6 Kg	3 Kg	10 Kg	2.49 Kg	19 Kg
Mensual	800000 Kg	18000 Kg	2000 Kg	950 Kg	92 Kg	300 Kg	74.73 Kg	570 Kg

Químicos usados en el proceso

Nombre químico	Cantidad (kg)	Proceso
Polipropileno	800000 kg	Extrusión
RimalKan*	20Lts.	Producción de Bopp DMT/M&W
Hostastat	2450 gls.	Producción de Bopp DMT/M&W
Alcohol industrial	55 gal	Producción de Bopp DMT/M&W
6147U	60Kg	
Unibron	30 Kg	
DC-EN 1603	20kg	
DC 3L	30kg	
Continiun AEC3110	3Kg	
GLP (1) (m3)	10000 Kg.	
Diésel (1) (gal)	3500 gal	

Fuente: Ecuaplastec

Anexo No. 3 Cuestionario para Inspección de Seguridad Industrial

CUESTIONARIO					
TEMA: IDENTIFICACION DE FACTORES DE RIESGO DE INCENDIO					
PUESTO DE TRABAJO.....		FECHA:			
Responsable					
	SISTEMAS ELECTRICOS	SI	NO	NA	OBSERVACIONES
1.	Posee sistemas eléctricos externos en buenas condiciones (Reporte de Mantenimiento)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.	Se tiene dispositivos apropiados para cortar el flujo de corriente eléctrica en lugares de fácil acceso e identificables	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.	Las áreas de mayor riesgo de incendio cuenta con iluminación antiexplosión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.	La edificación dispone de Sistema Pararrayos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ESTRUCTURA Y RIESGOS DE INCENDIOS					
5.	La edificación cuenta con paredes cortafuego que garantizan un RF de 120 en las zonas de mayor riesgo de incendio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.	Cuenta con sistemas de extracción para evitar la acumulación de partículas combustibles o vapores inflamables	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7.	Las áreas que presentan mayor riesgo de incendio se encuentran alejadas de focos de ignición	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ALMACENAMIENTO					
8.	El almacenamiento de materia prima tiene un orden y limpieza de acuerdo a la actividad comercial.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9.	Los tanques de almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles cuentan con diques de contención	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.	Las grasas, aceites o sustancias combustibles están almacenados en recipientes metálicos y herméticos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11.	Se dispone de las hojas técnicas de seguridad (MSDS) de los productos químicos peligrosos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SEÑALIZACION					
12.	Los materiales peligrosos cuentan con señalización bajo norma INEN 2266	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13.	Existe señalización adecuada en tuberías de acuerdo a la norma INEN 440	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14.	Los accesos, vías de evacuación y puertas de emergencia están señalizadas e iluminados bajo norma INEN 439	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
EQUIPOS CONTRA INCENDIOS					
15.	La edificación cuenta con Red Hidrica contra incendios en	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16.	Existen BIES gabinetes contra incendios se encuentran visibles, accesibles e identificables	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17.	La Edificación posee sistemas de detección automatico de incendios conectados a un panel de monitores.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18.	La edificación cuenta pulsadores de alarma y difusores de sonido adecuados para la transmisión audible de alarmas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19.	Los extintores se encuentran en buen estado, cargados y operables y a una altura de 1,50m como máximo del piso al extintor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20.	Los extintores se encuentran libres de obstáculos, accesibles e identificables	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21.	Los vehículos de carga y tanqueros de la empresa cuenta con arrestallamas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
22.	Presenta documentación de registro de inspecciones y mantenimiento de los equipos contra incendio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
23.	Presenta documentación de registro de mantenimiento de los tanques estacionarios de GLP.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SEGURIDAD HUMANA					
24.	Dispone de ventilación segura y funcional que evite acumulación de temperatura y gases.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
25.	Existen conformadas brigadas y estan debidamente adiestradas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
26.	Tiene Plán de autoprotección para emergencias y el personal de la empresa conoce	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
27.	Las vías de evacuación, medios de egreso, gradas y puertas de emergencia poseen iluminación de emergencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Fuentes: Tomado del formato de Inspeccion de CBQ.					

Tomado: Formato de Inspección de Seguridad Industrial de CBQ.

Anexo No. 4 Archivo Fotográfico Ecuaplastec

Fachada planta industrial



Planta de producción



Bodegas de Materia prima y Carpintería



Áreas de Diésel y GLP



Anexo No. 5 Matriz Legal de Cumplimiento

Anexo No. 6 Cálculo y Ficha Técnica de Equipos y Materiales

COSTOS DE MATERIALES PARA SISTEMA CONTRA INCENDIOS RED HÍDRICA					
TUBERÍA Y ACCESORIOS TIPO RANURADOS - CON CERTIFICACIÓN (UL /FM)					
	MATERIAL	UNID	CANTIDA D	COST O /U	Costo Total
1	Tubería HG de 3" ASTM 120 Cedula 40	m	818,8	75	61410
2	Tubería HG de 2 1/2" ASTM 120 Cedula 40	m	130	68	8840
3	Tubería HG de 1" ASTM 120 Cedula 40	m	1.963	62	121706
4	Tubería HG de 1/2" ASTM 120 Cedula 40	m	89	57	5073
5	Codo de 3"	unidad	30	48,2	1446
6	Codo de 2 1/2"	unidad	20	44,6	892
7	Tee de HG de 2 1/2"	unidad	6	45,3	271,8
8	Reducción de 2 1/2" a 1"	unidad	90	43,1	3879
9	Tee de 1"	unidad	88	21,5	1892
10	Reducción de 1" a 1/2"	unidad	520	20,4	10608
11	Uniones de 3"	unidad	30	48,2	1446
12	Uniones de 2 1/2"	unidad	60	44,7	2682
13	Uniones de 1/2"	unidad	400	19,5	7800
14	Bridas	unidad	4	150	600
15	Válvulas CHECK HEL VERT VERT BR 3"	unidad	4	189	756
16	Junta de EXP/EPDM /caucho 3 "	unidad	14	135	1890
17	Manómetros de 170 psi	unidad	3	150	450
18	Rociador automático (4,5 mts diám. de cobertura)	unidad	522	16	8352
19	Bomba 1 Diésel 40 hp	unidad	1	42000	42000
20	Bomba Eléctrica principal 25 Hp	unidad	1	25000	25000
21	Bomba Eléctrica Jockey MCA ITT 5 Hp	unidad	1	5500	5500
22	Calibraciones de bombas		1	4200	4200
23	Pruebas de estanquidad e hidrostática		1	3800	3800
24	Tratamiento de agua y red		1	4600	4600
25	Gabinetes completos	unidad	7	800	5600
26	Siamesa	unidad	1	650	650
27	Tablero de control eléctrico bomba diésel	unidad	1	2443	2443
28	Tablero de control eléctrico bomba principal	unidad	1	1825	1825

29	Soportería para tubería tipo anclaje	unidad	200	20	4000
30	Planos de implantación red contra incendios		1	1500	1500
31	Otros		1	5000	5000
32	Mano de obra		1	42720	42720
33	Dirección técnica		1	10000	10000
	COSTO GENERAL				398831,8

Accesorios ranurados en hierro dúctil diseñados para protección contra incendios

Certificación UL / FM

De 1" a 3"

Uniones, codos, tee, reducciones, tee mecánicas, etc.



Anexo No. 7 Ficha Técnica Bombas

Anexo No. 8 Plano de Ubicación de Bocas de Incendio Equipadas (Bies)

Anexo No. 9 Plano de Distribución de Rociadores Automáticos de agua

Anexo No. 10 Cálculos de Pérdida de Presión de Tubería según NFPA 14

$$p_m := 6.05 \left(\frac{Q_m^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d_m^{4.87}} \right) \cdot 10^5 \quad \text{Fórmula 8.3.31.2 NFPA 14}$$

$$p_m = 0.0078 \quad \text{bar} \quad \text{Por metro de tubería}$$

Cálculos por accesorios en tubería

Val := 6	Número de válvulas de compuerta
eVal := 3	Equivalencia a distancia en tubería en plg
C90 := 13	Número de codos de 90 grados
eC90 := 14	Equivalencia a distancia en tubería en plg
C45 := 3	Número de codos de 45 grados
eC45 := 7	Equivalencia a distancia en tubería en plg
T := 25	Número de T
eT := 30	Equivalencia a distancia en tubería en plg

$$p_{acc} := Val \cdot eVal + C90 \cdot eC90 + C45 \cdot eC45 + T \cdot eT$$

$$p_{acc} = 971 \quad \text{pies}$$

$$p_{ac} := \frac{p_{acc}}{3.28}$$

$$p_{ac} = 296.037 \quad \text{m}$$

Anexo No. 11 Material de Apoyo para Evaluación de Riesgo de Incendio Gretener

[Ver especificaciones](#)

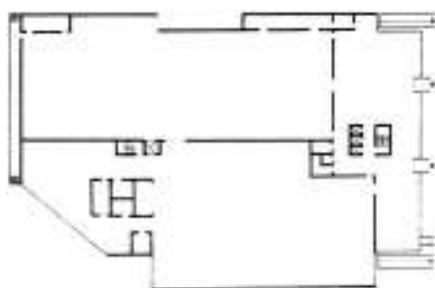
[Ver calculo Gretener](#)

MATERIAL DE APOYO

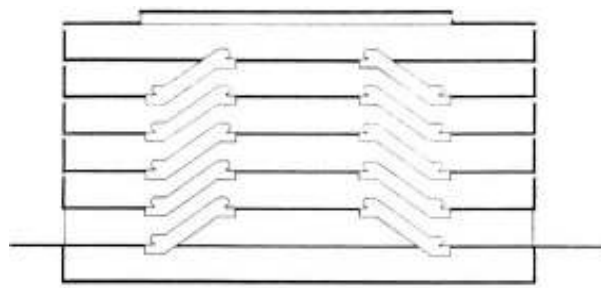
- 1.- CUADRO PARA DETERMINAR EL TIPO DE CONSTRUCCIÓN
- 2.- DETERMINACIÓN DEL FACTOR q EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE INCENDIO MOBILIARIO Q_m
- 3.- DETERMINACIÓN DEL GRADO DE COMBUSTIBILIDAD (Factor c)
- 4.- DETERMINACIÓN DEL PELIGRO DE HUMO (Factor r)
- 5.- DETERMINACIÓN DEL PELIGRO DE CORROSIÓN O TOXICIDAD (Factor k)
- 6.- DETERMINACIÓN DE LA CARGA TÉRMICA INMOBILIARIA (Factor i)
- 7.- DETERMINACIÓN DE LA ALTURA ÚTIL DEL LOCAL (Factor e)
- 8.- CUADRO PARA DETERMINAR EL TAMAÑO DEL COMPARTIMIENTO CORTAFUEGO (Factor g)
- 9.- DETERMINACIÓN DE MEDIDAS NORMALES (Factor N)
- 10.- DETERMINACIÓN DE MEDIDAS ESPECIALES (Factor S)
- 11.- DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA AL FUEGO (Factor F)
- 12.- DETERMINACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL RIESGO DE LAS PERSONAS (Factor de corrección Ph,e)

Cuadro para Determinar el Tipo de Construcción

CUADRO PARA DETERMINAR EL TIPO DE CONSTRUCCIÓN			
TIPO DE COMPARTIMENTOS	TIPO DE CONSTRUCCIÓN		
	Maciza	Mixta	Combustible
Locales de 30 a 200 m ² con separaciones entre células y plantas resistentes al fuego	Z	Z	V
Locales de 30 a 200 m ² con separaciones entre plantas resistentes al fuego, entre células insuficientemente resistentes al fuego	Z	G	V
Locales de 30 a 200 m ² con separaciones entre células y plantas insuficientemente resistentes al fuego	Z	V	V
Plantas separadas entre ellas y > 200 m ² con separaciones entre plantas resistentes al fuego, entre células insuficientemente resistentes al fuego	G	G	V
Plantas separadas entre ellas y > 200 m ² con separaciones entre células y plantas insuficientemente resistentes al fuego	G	V	V
Conjunto del edificio, varias plantas unidas	V	V	V



Construcción tipo G



Construcción tipo V 105

Determinación de la Carga Térmica Mobiliaria (factor q)

DETERMINACIÓN DEL FACTOR q EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE INCENDIO MOBILIARIO Qm

Qm (MJ/m2)q			Qm (MJ/m2)q			Qm (MJ/m2)q		
0	50	0,6	401	600	1,3	5.001	7.000	2,0
51	75	0,7	601	800	1,4	7.001	10.000	2,1
76	100	0,8	801	1.200	1,5	10.001	14.000	2,2
101	150	0,9	1.201	1.700	1,6	14.001	20.000	2,3
151	200	1,0	1.701	2.500	1,7	20.001	28.000	2,4
201	300	1,1	2.501	3.500	1,8	28.001		2,5
301	400	1,2	3.501	5.000	1,9			

Determinación del Grado de Combustibilidad (factor c)

DETERMINACIÓN DEL GRADO DE COMBUSTIBILIDAD	
Grado de combustibilidad según CEA	c
1	1,6
2	1,4
3	1,2
4	1,0
5	1,0
6	1,0

Determinación del Peligro de Humo (factor r)

DETERMINACIÓN DEL PELIGRO DE HUMO		
Grado	Peligro de humo	c
3	Normal	1,0
2	Medio	1,1
1	Grande	1,2

Determinación del Peligro de Corrosión o Toxicidad (factor k)

DETERMINACIÓN DEL PELIGRO DE CORROSIÓN O TOXICIDAD

Peligro de corrosión o toxicidad	k
Normal	1,0
Medio	1,1
Grande	1,2

Determinación de la Altura útil de la Planta (factor e)

DETERMINACIÓN DE LA ALTURA ÚTIL DEL LOCAL (factor e)			
Edificios de un solo nivel			
Altura útil del local	Qm pequeño ≤ 200 MJ/m2	Qm mediano ≤ 1.000 MJ/m2	Qm grande > 1.000 MJ/m2
Normal	1,0	1,3	1,5
Medio	1,0	1,2	1,3
Grande	1,0	1,0	1,0
Edificios de varias plantas			
Planta	Altura	e	
Cuarto sótano y restantes	- 12m	3,00	
Tercer sótano	- 9m	2,60	
Segundo sótano	- 6m	1,90	
Primer sótano	- 3m	1,00	
Planta baja		1,00	
Planta 1	≤ 4m	1,00	
Planta 2	≤ 7m	1,30	
Planta 3	≤ 10m	1,50	
Planta 4	≤ 13m	1,65	
Planta 5	≤ 16m	1,75	
Planta 6	≤ 19m	1,80	
Planta 7	≤ 22m	1,85	
Plantas 8, 9 y 10	≤ 25m	1,90	
Planta 11 y superiores	≤ 34m	2,00	

Tamaño del Compartimiento Cortafuego (factor g)

TAMAÑO DEL COMPARTIMIENTO CORTAFUEGO

l:b Relación longitud/anchura del compartimiento cortafuego								Factor
8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	g
800	770	730	680	630	580	500	400	0,4
1.200	1.150	1.090	1.030	950	870	760	600	0,5
1.600	1.530	1.450	1.370	1.270	1.150	1.010	800	0,6
2.000	1.900	1.800	1.700	1.600	1.450	1.250	1.000	0,8
2.400	2.300	2.200	2.050	1.900	1.750	1.500	1.200	1,0
4.000	3.800	3.600	3.400	3.200	2.900	2.500	2.000	1,2
6.000	5.700	5.500	5.100	4.800	4.300	3.800	3.000	1,4
8.000	7.700	7.300	6.800	6.300	5.800	5.000	4.000	1,6
10.000	9.600	9.100	8.500	7.900	7.200	6.300	5.000	1,8
12.000	11.500	10.900	10.300	9.500	8.700	7.600	6.000	2,0
14.000	13.400	12.700	12.000	11.100	10.100	8.800	7.000	2,2
16.000	15.300	14.500	13.700	12.700	11.500	10.100	8.000	2,4
18.000	17.200	16.400	15.400	14.300	13.000	11.300	9.000	2,6
20.000	19.100	18.200	17.100	15.900	14.400	12.600	10.000	2,8
22.000	21.000	20.000	18.800	17.500	15.900	13.900	11.000	3,0
24.000	23.000	21.800	20.500	19.000	17.300	15.100	12.000	3,2
26.000	24.900	23.600	22.200	20.600	18.700	16.400	13.000	3,4
28.000	26.800	25.400	23.900	22.200	20.200	17.600	14.000	3,6
32.000	30.600	29.100	27.400	25.400	23.100	20.200	16.000	3,8
36.000	34.400	32.700	30.800	28.600	26.000	22.700	18.000	4,0
40.000	38.300	36.300	35.300	31.700	28.800	25.200	20.000	4,2
44.000	42.100	40.000	37.600	34.900	31.700	27.700	22.000	4,4
52.000	49.800	47.200	44.500	41.300	37.500	32.800	26.000	4,6
60.000	57.400	54.500	51.300	47.600	43.300	37.800	30.000	4,8
68.000	65.000	61.800	58.100	54.000	49.000	42.800	34.000	5,0

Determinación de Medidas Normales (factor N)

MEDIDAS NORMALES (Factor N)			
Extintores portátiles según RT2-EXT (n1)			
Suficientes			1,00
Insuficientes o inexistentes			0,90
Hidrantes interiores (BIE) según RT2-BIE (n2)			
Suficientes			1,00
Insuficientes o inexistentes			0,80
Fiabilidad de la aportación de agua (n3)			
	Presión - Hidrante		
	menos de 2 bar	más de 2 bar	más de 4 bar
Depósito elevado con reserva de agua para extinción	0,70	0,85	1,00
Depósito con bombeo de aguas subterráneas independiente de la red eléctrica con reserva de agua para extinción	0,70	0,85	1,00
Depósito elevado sin reserva de agua para extinción, con bombeo de aguas subterráneas independiente de la red eléctrica	0,65	0,75	0,90
Bomba de capa subterránea independiente de la red eléctrica, sin reserva	0,60	0,70	0,85
Bomba de capa subterránea dependiente de la red eléctrica, sin reserva	0,50	0,60	0,70
Aguas naturales con sistema de impulsión	0,50	0,55	0,60
Longitud de la manguera de aportación de agua (n4)			
(distancia entre el hidrante y la entrada al edificio)			
Longitud del conducto < 70 m			1,00
Longitud del conducto de 70 a 100 m			0,95
Longitud del conducto > 100 m			0,90
Personal instruido (n5)			
Disponible y formado			1,00
Inexistente			0,80

Determinación de Medidas Especiales (factor S)

MEDIDAS ESPECIALES (Factor S)						
Detección del Fuego (s1)						
Vigilancia: al menos 2 rondas durante la noche y los días festivos					1,05	
Vigilancia: rondas cada dos horas					1,10	
Instalación de detección automática (según RT3-DET)					1,45	
Instalación de rociadores automáticos (según RT1-ROC)					1,20	
Transmisión de la alarma al puesto de alarma contra el fuego (s2)						
Desde un puesto ocupado permanentemente (ej. Portería) y teléfono					1,05	
Desde un puesto ocupado permanentemente (de noche al menos 2 personas) y teléfono					1,10	
Transmisión de la alarma automática por central de detección o por rociadores a puesto de alarma contra el fuego mediante un teletransmisor					1,10	
Transmisión de la alarma automática por central de detección o sprinkler a puesto de alarma contra el fuego mediante línea telefonica vigilada permanentemente (línea reservada o TUS)					1,20	
Intervención: Cuerpo de bomberos oficiales (SP) y de empresa (SPE) (s3)						
Oficiales SP	SPE					
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	sin SPE	
Cuerpos SP	1,20	1,30	1,40	1,50	1,00	
SP+alarma simultanea	1,30	1,40	1,50	1,60	1,15	
SP+alarma simultanea+TP	1,40	1,50	1,60	1,70	1,30	
Centro B*	1,45	1,55	1,65	1,75	1,35	
Centro A*	1,50	1,60	1,70	1,80	1,40	
Centro A+retén	1,55	1,65	1,75	1,85	1,45	
SP Profesional	1,70	1,75	1,80	1,90	1,60	
* o un cuerpo local de bomberos equipado y formado de la misma manera						
Estaciones de intervención de los cuerpos locales de bomberos (s4)						
Escalon: tiempo : distancia	Instalación sprinkler		SPE			
	cl.1	cl.2	Nivel 1+2	Nivel 3	Nivel 4	sin SPE
E1: <15 min. : < 5 Km.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E2: <30 min. : > 5 Km.	1,00	0,95	0,90	0,95	1,00	0,80
E3: >30 min.	0,95	0,90	0,75	0,90	0,95	0,60
Instalaciones de extinción (s5)						
Sprinkler cl. 1 (abastecimiento doble)					2,00	
Sprinkler cl. 2 (abastecimiento sencillo o superior) o instalación de agua pulverizada					1,70	
Protección automática de extinción por gas (protección de local), etc.					1,35	
Instalaciones de evacuación de humos (s6)						
Instalación de evacuación de humos (ECF) (automática o manual)					1,20	

Determinación de Medidas Especiales (factor f)

RESISTENCIA AL FUEGO (Factor F)				
Estructura portante (elementos portantes: paredes, dinteles, pilares) (f1)				
F90 y más				1,30
F30 / F60				1,20
< F30				1,00
Fachadas: Altura de las ventanas $\leq 2/3$ de la altura de la planta (f2)				
F90 y más				1,15
F30 / F60				1,10
< F30				1,00
Suelos y techos (no validos para las cubiertas) (f3)				
Oficiales SP	Número de pisos	Aberturas verticales		
		Z + G	V	V
		Ninguna u obturadas	Protegidas (*)	no protegidas
F90	≤ 2	1,20	1,10	1,00
F90	> 2	1,30	1,15	1,00
F30 / F60	≤ 2	1,15	1,05	1,00
F30 / F60	> 2	1,20	1,10	1,00
< F30	≤ 2	1,50	1,00	1,00
< F30	> 2	1,10	1,05	1,00
* Aberturas protegidas en su contorno por una instalación de sprinkler reforzada o por una instalación de diluvio				
Superficie de células (f4)				
Relación de las superficies AF/AZ		Cortafuegos provistas de tabiques F30, puertas costafuegos T30.		
		$\geq 10 \%$	$< 10 \%$	$< 5 \%$
AZ < 50 m2		1,40	1,30	1,20
AZ < 100 m2		1,30	1,20	1,10
AZ ≤ 200 m2		1,20	1,10	1,00

Exposición al Riesgo de las Personas (Ph, e)

EXPOSICIÓN AL RIESGO DE LAS PERSONAS Ph,e												
Categoría 1				Categoría 2				Categoría 3				Valor de Ph,e
Situación del compartimiento corta fuego considerado				Situación del compartimiento corta fuego considerado				Situación del compartimiento corta fuego considerado				
Planta baja + 1er piso	Pisos 2-4	Pisos 5-7	Pisos 8 y sup.	Planta baja + 1er piso	Pisos 2-4	Pisos 5-7	Pisos 8 y sup.	Planta baja + 1er piso	Pisos 2-4	Pisos 5-7	Pisos 8 y sup.	
> 1000	≤ 30			> 1000				> 1000				1,00
	≤ 100				≤ 30							0,95
	≤ 300				≤ 100							0,90
	≤ 1000	≤ 30			≤ 300				≤ 30			0,85
	> 1000	≤ 100			≤ 1000	≤ 30			≤ 100			0,80
		≤ 300			> 1000	≤ 100			≤ 300			0,75
		≤ 1000	≤ 30			≤ 300			≤ 1000	≤ 30		0,70
		> 1000	≤ 100			≤ 1000	≤ 30		> 1000	≤ 100		0,65
			≤ 300			> 1000	≤ 100			≤ 300		0,60
			≤ 1000				≤ 300			≤ 1000	≤ 30	0,55
			> 1000				≤ 1000			> 1000	≤ 100	0,50
							> 1000				≤ 300	0,45
											≤ 1000	0,45
											> 1000	0,40

Cargas Térmicas Mobiliarias y Factores de Influencia

CARGAS TERMICAS MOBILIARIAS Y FACTORES DE INFLUENCIA													
	ACTIVIDAD	FABRICACION / VENTA						P	ALMACENAMIENTOS				
		Qm (MJ/m2)	q	c	r	k	A	cat	Qm (MJ/m2)	c	r	k	A
492	Resinas sintéticas, placas de	800	1,4	1,2	1,2	1	1,2		3400	1	1,2	1	0,9
493	Restaurantes	300	1,1	1,2	1	1	1	1					
494	Revestimiento de suelos combust.	500	1,3	1,2	1,2	1	1		6000	1	1,2	1	0,9
495	Revestimiento de suelos combust.,												
496	venta	1000	1,5	1,2	1,2	1	0,85						
497	Rodamiento o cojinetes de bolas	200	1	1	1	1,2	1						
498	Sacos de papel	800	1,4	1,2	1	1	1		12600	1,2	1	1	0,9
499	Sacos de yute	500	1,3	1,2	1,2	1	1		800	1,2	1	1	0,9
500	Sacos plásticos	600	1,3	1,2	1,2	1	1,45		25200	1,2	1,2	1	0,9
501	Salas de juego	100	0,8	1	1	1	1	1					
502	Salinas, productos de	80	0,8	1	1	1	0,85						
503	Servicios de mesa	200	1	1	1	1	1						
504	Silos				1,2	1	1,2						
505	Skíes	400	1,2	1,2	1,2	1	1,45		1700	1,2	1,2	1	0,9
506	Sombrererías	500	1,3	1,2	1	1	1						
507	Sosa	40	0,6	1,2	1	1	1						
508	Sótanos / bodegas de casas reside	900	1,5	1,2	1	1	1						
509	Tabaco en bruto								1700	1,2	1,2	1	0,9
510	Tabacos, artículos de	200	1	1,2	1,2	1	1		2100	1,2	1,2	1	0,9
511	Tabacos, ventas de artículos	500	1,3	1,2	1,2	1	0,85						
512	Talco	40	0,6	1	1	1	0,85						