



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**“PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA
CONTRA INCENDIOS EN CELEC-EP
TERMOESMERALDAS”**

**AGUIRRE BUSTOS JEANCARLOS
TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

**Riobamba – Ecuador
2014**

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2013-06-11

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

JEANCARLOS AGUIRRE BUSTOS

Titulada:

**“PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS
EN CELEC-EP TERMOESMERALDAS”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Marco Santillán Gallegos
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Angel Guamán Mendoza
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Marcelo Jácome Valdez
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: JEANCARLOS AGUIRRE BUSTOS

TÍTULO DE LA TESIS: “PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS CELEC-EP TERMOESMERALDAS”

Fecha de Examinación: 2014-11-17

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Carlos Santillán Mariño PRESIDENTE(A) TRIB. DEFENSA			
Ing. Ángel Guamán Mendoza DIRECTOR(A) DE TESIS			
Ing. Marcelo Jácome Valdez ASESOR(A)			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Carlos Santillán Mariño
PRESIDENTE (A) DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Jeancarlos Aguirre Bustos

DEDICATORIA

Gracias a Dios, a mi madre y hermanos que me brindaron siempre su amor y apoyo incondicional para lograr parte de mis objetivos en la vida y alcanzar una pequeña fracción de mis metas; a todas aquellas personas que con su granito de arena aportan en mi vida, enaltecen y colman mi espíritu de alegría, bondad y sabiduría. Para mis maestros que en este difícil andar de la vida supieron encaminarme con lecciones y experiencias. A todos ustedes mil gracias.

Jeancarlos Aguirre Bustos

AGRADECIMIENTOS

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Industrial, aprendí mucho, compartí poco pero me siento feliz de saber que guardare en mi mente lo mejor de ustedes, ese conocimiento que impartieron y lo actualizaré día a día como compromiso con mi noble alma mater. A mi tutor y asesor de tesis sin ustedes no estaría aquí celebrando esta meta gracias profesores de aula y vida.

Y en especial para todos los amigos, compañeros y personas que nos apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa de nuestras vidas.

Jeancarlos Aguirre Bustos

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
2. MARCO TEÓRICO	
2.1 Conceptos básicos.....	4
2.1.1 <i>Temperatura</i>	4
2.1.2 <i>Calor</i>	4
2.1.3 <i>Capacidad calorífica</i>	5
2.1.4 <i>Calor latente</i>	5
2.1.5 <i>Calor sensible</i>	5
2.1.6 <i>Incendio</i>	6
2.1.7 <i>Tetraedro que simboliza el incendio</i>	7
2.1.8 <i>Leyes fundamentales de la propagación del fuego</i>	8
2.1.9 <i>Etapas en el desarrollo del incendio</i>	9
2.1.10 <i>Productos de la combustión</i>	9
2.2 Control de incendios.....	10
2.2.1 <i>Clasificación de los incendios y métodos de extinción</i>	11
2.2.2 <i>Sistema de extensión portátiles</i>	14
2.2.3 <i>Simbología</i>	22
2.2.3.1 <i>Señales de fuego</i>	22
2.2.3.2 <i>Señales de extintores</i>	24
2.2.4 <i>Manejo básico de extintores</i>	26
2.2.4.1 <i>Pasos básicos para el uso del extintor</i>	27
2.3 Identificación de riesgos.....	29
2.3.1 <i>Identificación objetiva</i>	29
2.3.2 <i>Identificación subjetiva</i>	30
2.4 Evaluación de factores de riesgo de incendio.....	31
2.4.1 <i>Método de MESERI</i>	31
2.4.1.1 <i>Factores propios de las instalaciones</i>	31
2.4.1.2 <i>Factores de protección</i>	31
2.4.1.3 <i>Método de cálculo</i>	32
3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	
3.1 Información general de CELEC-EP TERMOESMERALDAS.....	33
3.1.1 <i>Reseña histórica</i>	33
3.1.2 <i>Localización</i>	34

3.1.3	<i>Valores de la empresa</i>	35
3.1.4	<i>Política integrada de SGS, SGA</i>	35
3.1.5	<i>Misión y Visión</i>	36
3.1.5.1	<i>Misión</i>	36
3.1.5.2	<i>Visión</i>	36
3.1.6	<i>Estructura administrativa</i>	36
3.1.7	<i>Información técnica de la central</i>	37
3.1.8	<i>Información eléctrica</i>	45
3.1.9	<i>Proceso de generación eléctrica</i>	46
3.1.9.1	<i>Esquema de funcionamiento de generación eléctrica</i>	47
3.2	<i>Evaluación del sistema contra incendios</i>	47
3.2.1	<i>Deficiencias detectadas en el sistema D.C.I actual</i>	51
3.3	<i>Evaluación de riesgos de incendio en CELEC-EP TERMOESMERALDAS</i>	51
3.3.1	<i>Análisis de riesgo por actividad en áreas de CELEC-EP TERMOESMERALDAS</i>	51
3.3.1.1	<i>Sistema de protección contra incendios fijos y móviles de la central</i> ...	52
3.3.1.2	<i>Evaluación de riesgos de incendio según MESERI</i>	56
3.3.1.3	<i>Método de cálculo</i>	56
3.3.1.4	<i>Evaluación cualitativa</i>	61
3.3.1.5	<i>Evaluación tácita</i>	62
3.3.1.6	<i>Evaluación de áreas</i>	62
3.3.1.7	<i>Carga de fuego</i>	63
3.4	<i>Conclusiones de resultados</i>	65
3.4.1	<i>Conclusión de la información investigativa</i>	65
3.4.2	<i>Conclusión de la información técnica</i>	66
4.	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS EN CELEC-EP TERMOESMERALDAS	
4.1	<i>Propuesta de estrategia D.C.I</i>	71
4.1.1	<i>Programa técnico</i>	71
4.1.1.1	<i>Determinación de extintores obsoletos</i>	71
4.1.1.2	<i>Selección de extintores</i>	73
4.1.1.3	<i>Selección y cantidad de extintores conforme a la norma NFPA10</i>	73
4.1.1.4	<i>Carga calorífica</i>	73
4.1.1.5	<i>Condiciones ambientales</i>	73
4.1.1.6	<i>Salud y seguridad operacional</i>	74
4.1.1.7	<i>Efectividad del extintor en el riesgo</i>	74
4.1.1.8	<i>Propuesta de selección, tamaño y número de los extintores en la empresa CELEC-EP TERMOESMERALDAS</i>	77
4.1.1.9	<i>Análisis de la propuesta</i>	83
4.1.1.10	<i>Colocación de los extintores portátiles según la norma NFPA 10</i>	83

4.1.1.11	<i>Altura de instalación</i>	84
4.1.1.12	<i>Soportes para la colocación de extintores</i>	85
4.1.1.13	<i>Propuesta de señalización de seguridad de los extintores</i>	87
4.1.1.14	<i>Prueba hidrostática</i>	90
4.1.2	<i>Programa de manejo y mantenimiento</i>	92
4.1.2.1	<i>Manual de instrucciones</i>	92
4.1.2.2	<i>Manual de procedimientos de inspección, mantenimiento y recarga de los extintores</i>	92
4.1.2.3	<i>Uso adecuado de los extintores</i>	93
4.1.2.4	<i>Procedimientos para el uso de los extintores</i>	93
4.1.2.5	<i>Manual básico de cada extintor</i>	93
4.1.2.6	<i>Técnicas para combatir fuegos incipientes</i>	94
4.1.2.7	<i>Propuesta para el mantenimiento de los extintores portátiles</i>	98
4.1.2.8	<i>Frecuencia de mantenimiento</i>	99
4.1.2.9	<i>Procedimientos de mantenimiento</i>	100
4.1.2.10	<i>Apariencia física del extintor</i>	101
4.1.2.11	<i>Partes de un extintor</i>	101
4.1.2.12	<i>Procedimientos de recarga de un extintor</i>	102
4.1.3	<i>Programa de inspección y registro</i>	103
4.1.3.1	<i>Identificación de contenidos</i>	103
4.1.3.2	<i>Propuesta para la inspección de los extintores portátiles</i>	104
4.1.3.3	<i>Acciones correctivas</i>	105
4.1.3.4	<i>Ficha de inspección</i>	105
4.1.3.5	<i>Ficha de recarga de extintores</i>	107
4.1.3.6	<i>Registro de recargas</i>	107
4.1.3.7	<i>Ficha de mantenimiento propuesta para el archivo de registro</i>	107
4.1.3.8	<i>Registro de prueba hidrostática</i>	108
4.1.3.9	<i>Conservación de registros</i>	109
4.1.4	<i>Programa de capacitación</i>	110
4.1.4.1	<i>Para qué sirve?</i>	110
4.1.4.2	<i>Por qué es importante la capacitación?</i>	110
4.1.4.3	<i>Beneficio de la capacitación</i>	111
4.1.4.4	<i>Beneficio de la capacitación al personal</i>	111
4.1.4.5	<i>Propuesta de un programa de capacitación para CELEC-EP TERMOESMERALDAS</i>	111
4.1.4.6	<i>Objetivos del programa de capacitación</i>	112
4.1.4.7	<i>Estrategias de capacitación</i>	112
4.1.4.8	<i>Grupos para la capacitación</i>	113
4.1.4.9	<i>Hora y tiempo de capacitación</i>	114
4.1.4.10	<i>Temas recomendados para la capacitación</i>	114
4.1.4.11	<i>Recursos necesarios para la capacitación</i>	114
4.1.5	<i>Plan de acción contra incendios</i>	115
4.1.5.1	<i>Métodos de detección de incendios con que cuenta CELEC-EP</i>	115

	<i>TERMOESMERALDAS</i>	
	<i>Métodos de extinción instalados en CELEC-EP</i>	
4.1.5.2	<i>TERMOESMERALDAS</i>	116
4.1.5.3	<i>Propuesta de plan de acción en un incendio</i>	116
4.2	Matriz legal.....	123
4.3	Inversión.....	124
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1	Conclusiones.....	126
5.2	Recomendaciones.....	126

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

PLANOS

LISTA DE TABLAS

		Pág.
1	Clases de incendios.....	13
2	Check list incendio y explosiones (NFPA 10).....	48
3	Evaluación cualitativa.....	61
4	Evaluación tacita.....	62
5	Resumen MESERI.....	62
6	Resumen de cargas térmicas.....	64
7	Estado actual de los extintores.....	65
8	Estado actual del sistema fijo contra incendios.....	66
9	Tamaño y emplazamiento de los extintores para fuegos clase A.....	77
10	Tamaño y emplazamiento de los extintores para fuegos clase B.....	78
11	Extintores habilitados.....	80
12	Extintores deshabilitados.....	81
13	Extintores complementarias del sistema D.C.I.....	82
14	Acción para los sistemas fijos contra incendios deshabilitados.....	82
15	Señales a implementar.....	90
16	Frecuencia de prueba hidrostática.....	91
17	Frecuencia de mantenimiento.....	99
18	Ficha de inspección.....	106
19	Ficha de recarga.....	107
20	Ficha de mantenimiento.....	108
21	Programa de capacitación.....	113
22	Acciones durante la emergencia (respuesta).....	120
23	Inversión para mantenimiento.....	124
24	Inversión para reposición.....	124
25	Inversión para reposición resumen.....	125

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
1	Combustible.....	6
2	Tetraedro de fuego.....	7
3	Incendio clase A.....	11
4	Extintor con presión directa.....	19
5	Extintor con presión indirecta.....	19
6	Extintor por reacción química.....	20
7	Extintor portátil.....	20
8	Extintor sobre ruedas.....	21
9	Extintores fijos.....	22
10	Señal de fuego clase A.....	22
11	Señal de fuego clase B.....	23
12	Señal de fuego clase C.....	23
13	Señal de fuego clase D.....	23
14	Señal de fuego clase K.....	24
15	Extintores de acuerdo al tipo de fuego.....	24
16	Señales para llegar a un extintor.....	25
17	Señales de acuerdo a su agente extintor.....	25
18	Extintores de acuerdo a su agente extintor y codificación.....	25
19	Lectura de instrucciones en el extintor.....	26
20	Paso básico 1.....	27
21	Paso básico 2.....	27
22	Paso básico 3.....	28
23	Paso básico 4.....	28
24	Ubicación geográfica de CELEC-EP TERMOESMERALDAS.....	35
25	Organigrama de CELEC-EP TERMOESMERALDAS.....	37
26	Generador.....	38
27	Transformador.....	38
28	Caldero.....	39
29	Turbina.....	40
30	Condensador.....	40
31	Sistema de enfriamiento.....	41
32	Chimenea.....	42
33	Tanque de almacenamiento JS S1.....	43
34	Tanque de almacenamiento JS S2 y S3.....	43
35	Torre de enfriamiento.....	44
36	Obra de toma.....	44
37	Subestación.....	45
38	Esquema de funcionamiento de generación eléctrica.....	47
39	Diagnóstico de medios D.C.I.....	50

40	Fórmula.....	63
41	Extintores sin señalizar.....	67
42	Gabinetes de incendio y lugar de extintores vacíos y desuso.....	68
43	Hidrantes descompuestos.....	68
44	Extintores mal ubicados.....	69
45	Obstrucción de extintores.....	69
46	Señales direccionales de ubicación.....	83
47	Altura para extintores no excedan los 18kg.....	84
48	Altura mínima del suelo al extintor.....	84
49	Gancho hecho para el extintor.....	85
50	Soporte del fabricante.....	85
51	Soportes aprobados.....	86
52	Gabinetes para extintores.....	86
53	Recuadro de señalización.....	87
54	Número de identificación.....	88
55	Señal adicional.....	88
56	Ubicación adicional de la señal adicional del extintor.....	89
57	Señales del uso del extintor.....	89
58	Manejo de extintores.....	93
59	Extintor de CO2.....	94
60	Técnica a favor del viento.....	95
61	Técnica de ataque a la llama.....	95
62	Técnica de movimiento del extintor.....	95
63	Técnica de distancia con la llama.....	96
64	Técnicas de cañerías presurizada.....	96
65	Técnicas de verificación.....	97
66	Técnicas para líquidos inflamables.....	97
67	Técnica de precaución.....	97
68	Técnica(a) para fuego clase A.....	98
69	Técnica(b) para fuego clase A.....	98
70	Partes del extintor.....	101

LISTA DE ABREVIACIONES

kV	Kilo voltios
MVA	Mega Voltio Amperio (unidad de potencia)
UT1	Unidad de transformador 1
STO	Santo domingo
NFPA	National Fire Protection Association (Asociación Nacional contra Fuego)
MESERI	Método Simplificado de Evaluación de Riesgos de Incendio
kWh	Kilo vatio-hora
CELEC-EP	Corporación Eléctrica del Ecuador-Empresa Publica
MW	Mega watts (unidad de medida eléctrica)
AA1	Autotransformador 1
D.C.I	Defensa Contra Incendios
Check list	Lista de chequeo, hojas de verificación
JS-S1	Tanque de almacenamiento de combustible 1
P	Coefficiente de protección frente al incendio
Ra	Coefficiente adimensional, corrige grado de peligrosidad Coefficiente adimensional, pondera grado de peligrosidad de
Ci	cada combustible
Gi	Masa, en kg de cada uno de los combustibles en el área
Qs	Densidad de carga de fuego en MJ/m ² o Mcal/m ²
A	Área en m ²
Halón	Compuesto químico formado con sustancias halógenas.

ANEXOS

- A Check list incendio y explosiones
- B Análisis de riesgos método MESERI
- C Calculo de cargas térmicas
- D Ficha de inspección
- E Ficha de recarga
- F Ficha de mantenimiento
- G Programa de capacitación
- H Matriz legal

RESUMEN

La Propuesta de Mejoramiento del Sistema Contra Incendios en CELEC-EP TERMOESMERALDAS; tiene como objetivo fundamental realizar un análisis, evaluación y posterior diagnóstico del sistema D.C.I (Defensa Contra Incendios), con la finalidad de proponer mejoras, garantizando social y responsablemente la seguridad de la comunidad y del personal que ahí labora. Se emplearon métodos técnicos, científicos que la normativa y leyes ecuatorianas admiten en relación a determinar riesgos y niveles de riesgo de incendios. Estos son: Check list, NFPA10 (Asociación Nacional de Protección contra el Fuego), cálculo de cargas térmicas.

Los resultados permitieron identificar las falencias que presenta el sistema D.C.I, relacionándolos a problemas con elementos móviles de extinción de incendios (elementos de primera línea empleados en conatos de incendios), su mala ubicación, distribución y en casos ausencia de los mismos ponen en peligro la integridad física del capital humano y de la comunidad. Los valores del coeficiente P (factor de protección frente al incendio) en las diferentes áreas de la empresa reflejaron un valor de riesgo medio, considerado permisible por el tipo de actividad que ahí se realiza.

Como solución se propone lo siguiente: Un programa técnico, programa de manejo y mantenimiento, programa de inspección y registro, un programa de capacitación del personal, finalmente un plan de acción contra incendios. La propuesta logrará una correcta aplicación de normativas y ayudará a crear un ambiente de trabajo seguro. Además, que se proporciona de nuevos conocimientos al personal.

Se recomienda adquirir un cuerpo de bomberos equipado, crear un cuerpo de bomberos o brigadas contra incendios.

Palabras claves: Extinción, incendio, inspección, mantenimiento, sistema.

ABSTRACT

The improvement proposal of fire protection system in CELEC-EP TERMOESMERALDAS; has like main objective to realize an analysis, evaluation and posterior diagnosis of the system D.C.I (Firefighting Defense Systems) to propose improvements, ensuring social and responsibly the security of the community and the personnel working there. Were employed scientist and technique methods that the regulations and Ecuadorian laws admit in relation to determine risks and level of fire risks. These are: Check list, NFPA 10 (National Fire Protection Association) calculations of thermal loads.

The results allowed to identify the failures that present the D.C.I system relating them to problems with mobile elements of fire extinction (first line elements employed in the fire attempts), its wrong location, distribution and in cases of lack of the same endanger the physical integrity of human capital and community. The coefficient values P (factor of protection face to fire) in the different areas of the company reflected a, average value medium risk, considered permissible for the type of activity realized.

It is proposed the following: A technical program, program of handle and maintenance, a program of inspection and register, a training personnel program, finally, an action plan of fire prevention. The proposal will achieve a correct application of rules that will help to create a safe environment working.

Besides, the personnel acquire new knowledge.

It is recommended to acquire a firefighter truck equipped. To create a fire department or fire brigades rescue.

Key words: Extinction, fire, inspection, maintenance, system.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La Central Térmica Esmeraldas se encuentra ubicada en la Provincia de Esmeraldas, Cantón Esmeraldas, Parroquia Vuelta Larga, en una extensión aproximada de 205.617 m² y circunscrito bajo los siguientes linderos: Por el norte Carretera Esmeraldas-Atacames km 7 1/2, por el sur con el Río Teaone, por el este con la Subestación la Propicia de Emelesa y el canal de descarga de la Refinería y por el oeste con INDEGA (COCA COLA).

Eléctricamente la Central Térmica Esmeraldas se encuentra conectada al Sistema Nacional Interconectado en los siguientes niveles de voltaje: 138-69-13.8 kV, donde el nivel 138 kV, es a través de una línea de transmisión radial de 154 km, doble circuito de 138 kV con un límite térmico de 141 MVA, por circuito interconecta las Subestaciones de Sto. Domingo y Esmeraldas. Nivel 69 kV, para dar servicio a la Provincia de Esmeraldas se dispone de un autotransformador trifásico AA1 con una capacidad de 75/75/25 MVA y con los voltajes de 138/69/13.8 kV, el mismo que alimenta las barras de 69 kV de la Subestación Esmeraldas, de donde salen dos alimentadores para servir a EMELESA y REFINERÍA. Nivel 13.8 kV; siendo el nivel de generación de 13.8 kV, el generador se conecta al sistema a nivel de 138 kV, a través del transformador MT1 con una capacidad de 160 MVA., para la alimentación a los transformadores de servicios auxiliares UT1 y STO con una capacidad de 12 MVA y con una relación de voltaje 13,8/4,16 kV.

Estratégicamente localizada frente a la Refinería de Esmeraldas y a orillas del Río Teaone, le permite el abastecimiento de: combustible directamente de los tanques de almacenamiento de Refinería, y de agua para los diferentes usos de la Central respectivamente.

1.2 Justificación

CELEC EP TERMOESMERALDAS, anteriormente denominada INECCEL, se ha dedicado a la generación de electricidad a través de un proceso térmico, el riesgo inminente de incendio y explosión, debido al propio proceso de generación eléctrica y la gran utilización de recursos humanos, donde día a día desempeñan sus actividades laborales y sin duda la importancia del servicio eléctrico además como toda empresa responsable siempre ha contado con un sistema contra incendios, el mismo que con el pasar del tiempo debe ser revisado y en cierta medida ser reestructurado, modernizado; teniendo en cuenta las normas nacionales e internacionales de mitigación de incendios por ejemplo NFPA (National Fire Protection Association). Es por ello que se hace imprescindible hacer una mejora de dicho sistema y garantizar social y responsablemente la seguridad de la comunidad y del personal que labora en tan prestigiosa empresa.

Con este trabajo, se busca asegurar la vida y la salud de todos los empleados y trabajadores, velando siempre la integridad del ser humano durante el desempeño de sus actividades, además evitar un siniestro o paro de producción.

El estudio de investigación que propongo empieza con los fundamentos teóricos de funcionamiento en procesos de generación eléctrica y sistema de defensa contra incendios conceptos generales y componentes, luego el análisis de la situación actual de la empresa, donde se determina las áreas deficientes, y se finaliza con la propuesta de mejora.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general. Realizar la propuesta del mejoramiento del Sistema Contra Incendios en CELEC-EP TERMOESMERALDAS.*

1.3.2 *Objetivos específicos:*

Diagnosticar la situación actual del sistema contra incendios de CELEC-EP TERMOESMERALDAS.

Proponer un plan de manejo de emergencias.

Proponer la capacitación del personal.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Conceptos básicos

2.1.1 *Temperatura.* Se define como una magnitud escalar relacionada con la energía interna de un sistema termodinámico, definida por el principio cero de la termodinámica, más específicamente, está relacionada directamente con la parte de la energía interna conocida como «energía cinética», que es la energía asociada a los movimientos de las partículas del sistema, sea en un sentido traslacional, rotacional, o en forma de vibraciones.

Multitud de propiedades fisicoquímicas de los materiales o las sustancias varían en función de la temperatura a la que se encuentren, como por ejemplo su estado (sólido, líquido, gaseoso, plasma), su volumen, la solubilidad, la presión de vapor, su color o la conductividad eléctrica. Así mismo es uno de los factores que influyen en la velocidad a la que tienen lugar las reacciones químicas. (CENGEL, y otros)

2.1.2 *Calor.* Se define como la transferencia de energía que se da entre diferentes cuerpos o diferentes zonas de un mismo cuerpo que se encuentran a distintas temperaturas, sin embargo en termodinámica generalmente el término calor significa simplemente transferencia de energía. Este flujo de energía siempre ocurre desde el cuerpo de mayor temperatura hacia el cuerpo de menor temperatura, ocurriendo la transferencia hasta que ambos cuerpos se encuentren en equilibrio térmico.

La energía calórica o térmica puede ser transferida por diferentes mecanismos de transferencia, estos son la radiación, la conducción y la convección, aunque en la mayoría de los procesos reales todos se encuentran presentes en mayor o menor grado. Cabe resaltar que los cuerpos no tienen calor, sino energía térmica. (CENGEL, y otros)

2.1.3 *Capacidad calorífica.* Como regla general, y salvo algunas excepciones puntuales, la temperatura de un cuerpo aumenta cuando se le aporta energía en forma de calor. El cociente entre la energía calorífica Q de un cuerpo y el incremento de temperatura T obtenido recibe el nombre de capacidad calorífica del cuerpo. (hiru.com)

2.1.4 *Calor latente.* Es la energía requerida por una cantidad de sustancia para cambiar de fase, de sólido a líquido (calor de fusión) o de líquido a gaseoso (calor de vaporización). Se debe tener en cuenta que esta energía en forma de calor se invierte para el cambio de fase y no para un aumento de la temperatura, se usaba la expresión calor latente para referirse al calor de fusión o de vaporización.

Latente, en latín, quiere decir escondido, y se llamaba así porque, al no notarse un cambio de temperatura mientras se produce el cambio de fase (a pesar de añadir calor), éste se quedaba escondido. La idea proviene de la época en la que se creía que el calor era una sustancia fluida denominada calórica.

Tipos de calor latente:

- Calor latente de vaporización (Líquido a gas)
- Calor latente de fusión (Sólido a líquido)
- Calor latente de solidificación (Líquido a sólido)
- Calor latente de sublimación (Sólido a gas)
- Calor latente de condensación(Gas a líquido)

(CENGEL, y otros)

2.1.5 *Calor sensible.* Es aquel que recibe un cuerpo o un objeto y hace que aumente su temperatura sin afectar su estructura molecular y por lo tanto su estado. En general, se ha observado experimentalmente que la cantidad de calor necesaria para calentar o enfriar un cuerpo es directamente proporcional a la masa del cuerpo y a la diferencia de temperaturas. La constante de proporcionalidad recibe el nombre de calor específico.

El nombre proviene de la oposición a calor latente, que se refiere al calor "escondido", es decir que se suministra pero no "se nota" el efecto de aumento de temperatura, ya que por lo general la sustancia a la que se le aplica aumentará su temperatura en apenas un grado centígrado, como un cambio de fase de hielo a agua líquida y de ésta a vapor. Para aumentar la temperatura de un cuerpo hace falta aplicarle una cierta cantidad de calor (energía). La cantidad de calor aplicada en relación con la diferencia de temperatura que se logre depende del calor específico del cuerpo, que es distinto para cada sustancia. (Tippens, 1988) (Incropera, y otros, 2002)

2.1.6 Incendio. Un incendio es en realidad el calor y la luz (llamas) que se produce cuando un material se quema o pasa por el proceso de combustión. El proceso por el cual una sustancia se quema es una reacción química entre un material combustible y oxígeno, o sea combustión. En este proceso se libera energía en forma de calor.

Un incendio se produce por la presencia de cuatro elementos básicos: **calor o fuente de ignición, material combustible, una concentración apropiada de oxígeno y la reacción en cadena.**

El primero de estos factores necesarios, el combustible: puede ser cualquiera entre millares de materias: carbón, gasolina, madera. En sus estados normales, sólido o líquido, ninguno de estos materiales arde. Para que ardan necesitan convertirse antes en gas.

Figura 1. Combustible



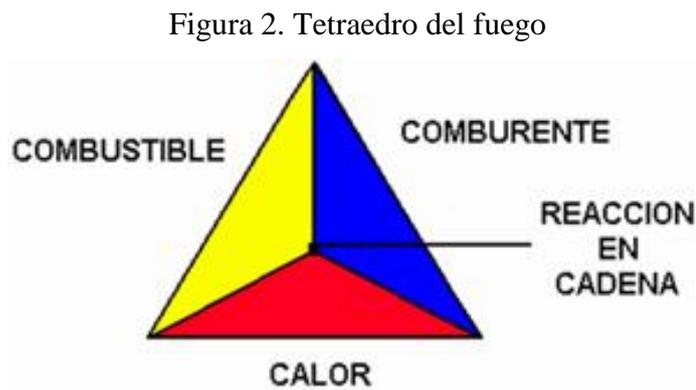
Fuente: <http://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-photos-fuel-canister-icon-image17326968>

El segundo factor esencial para que el fuego arda es el calor: este es el que nos da la temperatura necesaria para convertir en gas al combustible, de manera de arder.

El tercer factor para que el fuego arda, es el oxígeno: para provocar la ignición y comenzar a arder, el fuego necesita oxígeno.

El último factor para que el fuego arda es una fuente de ignición: cualquier instrumento que desencadene el fuego.

2.1.7 Tetraedro que simboliza el incendio. Si uno de estos elementos no existe o se elimina, no hay o se termina el incendio. Este principio se utiliza para la extinción de incendios:



Fuente: <http://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-photos-fuel-canister-icon-image17326968>

Enfríe el incendio: El agente común es el agua. Se aplica comúnmente en forma de torrente sólido, ducha fina u orada a espuma.

Elimine el oxígeno: el material que se está quemando con una manta, con una tapa, tierra, espuma o con Cuando utiliza un extintor lo que normalmente hace es cubrir el área del incendio de un gas más pesado que él.

Elimine el material combustible: Aleje el material combustible o cierre la fuente, siempre y cuando esto no ponga en peligro su vida o la de los demás.

Interrumpa la reacción en cadena: En el desarrollo del incendio, al llegar a esta etapa se forman radicales libres, vitales para que se sostenga el incendio. Los compuestos químicos en los extintores capturan radicales libres e interrumpe la reacción en cadena. Otros el dióxido de carbono reacciona en ligeros.

2.1.8 *Leyes fundamentales de la propagación del fuego:*

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. Ciertos números de leyes naturales de la física se encuentran involucrados en la transmisión del calor. Una de ellas es llamada la *Ley del Flujo del Calor*, que especifica que el calor tiene la tendencia de fluir desde una sustancia caliente a una sustancia fría. El más frío de los dos cuerpos en contacto absorberá calor hasta que ambos objetos estén a la misma temperatura.

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 a través del cual el calor está pasando. No todos los materiales tienen la misma conductividad de calor.

Convección. La convección es la transferencia de calor debido al movimiento de aire o de líquido. Cuando el agua es calentada en un recipiente de vidrio, se puede observar el movimiento dentro del recipiente. Si se añade cierta cantidad de arena, el movimiento se hace más aparente. A medida que el agua es calentada, se expande y se hace ligera, produciendo el movimiento hacia arriba. De la misma manera, el aire se calienta cerca del radiador de vapor por conducción. A medida que el aire calentado se mueve hacia arriba, el aire frío toma su lugar en la parte inferior. 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. El aire caliente en una edificación se expandirá y elevará. Por esta razón, el fuego que se propaga por convección, lo hace

mayormente en dirección ascendente, aunque las corrientes de aire pueden llevar calor en cualquier dirección.

Radiación. El calor del sol se siente tan pronto como aparece. Cuando el sol se oculta, la tierra comienza a enfriarse con una rapidez similar. Nosotros llevamos una sombrilla para protegernos del calor del sol. Un chorro de neblina interpuesto entre el bombero y el fuego minimizará el calor que recibe el bombero. Aunque el aire es un deficiente conductor, resulta obvio que el calor puede viajar donde la materia no existe. Este fenómeno de transmisión del calor se conoce como *radiación* de las ondas de calor.

2.1.9 *Etapas en el desarrollo del incendio.* No todos los incendios se desarrollan de la misma forma, aunque todos pueden pasar por cuatro etapas de desarrollo, si no se interrumpe a tiempo.

Etapa incipiente: Se caracteriza porque no hay llamas, hay poco humo, la temperatura es baja; se genera gran cantidad de partículas de combustión. Estas partículas son invisibles y se comportan como gases, subiéndose hacia el techo. Esta etapa puede durar días, semanas y años.

Etapa latente: Aún no hay llama o calor significativo; comienza a aumentar la cantidad de partículas hasta hacerse visibles; ahora las partículas se llaman humo. La duración de esta etapa también es variable.

Etapa de llama: Según se desarrolla el incendio, se alcanza el punto de ignición y comienzan las llamas. Baja la cantidad de humo y aumenta el calor. Su duración puede variar, pero generalmente se desarrolla la cuarta etapa en cuestión de segundos.

Etapa de calor. En esta etapa se genera gran cantidad de calor, llamas, humo y gases tóxicos.

Productos de la combustión. Cuando un material (combustible) se enciende, el mismo experimenta un cambio químico. Ninguno de los elementos que constituyen el material son destruidos en el proceso, pero toda la materia es transformada en otra forma o estado. Aun cuando se encuentren dispersos, los productos de la combustión son iguales en peso

y volumen a aquellas de combustible de la combustión. Cuando un combustible se incendia se generan cuatro productos de combustión: gases, llama, calor y humo.

Un combustible incendiando genera nuevos y numerosos productos de combustión. El calor es una forma de energía que es medida en grados de temperatura para significar su intensidad. En este sentido, el calor es el producto de la combustión responsable por la propagación del incendio.

La llama es lo visible, el cuerpo luminoso de un gas en combustión. Cuando un gas en combustión se combina con la adecuada cantidad de oxígeno, la llama se hace más caliente y menos luminosa. Esta pérdida de luminosidad se debe a la completa combustión del carbón. Por estas razones, la llama es considerada como producto de la combustión. El calor, el humo y el gas sin embargo, pueden generar cierto tipo de incendios latentes sin la evidencia de llama.

2.2 Control de los Incendios

Teoría de la extinción del fuego. La extinción del fuego está basada en la interrupción de uno o más factores de los elementos esenciales del proceso de combustión. La combustión con llama puede ser extinguida reduciendo la temperatura, eliminando el combustible, oxígeno, o deteniendo la reacción química en cadena. Si el fuego se encuentra en su etapa latente, solamente existen tres opciones para la extinción: reducción de la temperatura, eliminación del combustible, y dilución del oxígeno.

Extinción por reducción de temperatura. Uno de los métodos más comunes de extinción es por enfriamiento con agua. El proceso de extinción por enfriamiento depende del enfriamiento del combustible hasta el punto donde no se produzcan vapores suficientes que se puedan encender. Si observamos los tipos de combustibles y la producción de vapor, encontraremos que los combustibles sólidos y líquidos, y gases inflamables con un bajo punto de ignición no pueden ser extinguidos por enfriamiento con agua debido a que la producción de vapor no puede ser reducida significativamente.

Extinción por eliminación del combustible. En algunos casos, un incendio puede ser extinguido eficientemente con la remoción de la fuente de combustible. Esto se puede lograr deteniendo el flujo de un combustible líquido o gaseoso, o removiendo el

combustible sólido del área del gaseoso del incendio. Otro método de remoción del combustible es el permitir que el incendio continúe hasta que el combustible sea consumido.

Extinción por dilución de oxígeno. El método de extinción por dilución del oxígeno es la reducción de la concentración de oxígeno dentro del área de incendio. Esto se puede lograr se introduciendo un gas inerte dentro del incendio o separando el oxígeno del combustible, este método de extinción no será efectivo en materiales auto-oxidantes o en ciertos metales que sean oxidados por efectos del bióxido de carbono o nitrógeno, dos de los más comunes agentes extintores.

Extinción por inhibición química de la llama. Algunos agentes extintores, tales como el polvo químico seco y el halon, interrumpen la producción de llama en la reacción química, resultando en una rápida extinción. Este método de extinción es efectivo sólo en combustibles líquidos y gases ya que ellos no pueden arder en la forma de fuego latente.

2.2.1 Clasificación de los incendios y métodos de extinción

Incendios clase A: Incendios donde se involucran materiales combustibles ordinarios tales como madera, ropa, papel, goma y algunos plásticos. El agua es utilizada para efectos del enfriamiento a fin de reducir la temperatura de los materiales incendiados por debajo de su temperatura de ignición.

Figura 3. Incendio clase A



Fuente: <http://www.extintoresnumancia.com/fuegoA.html>

Incendios clase B: Incendios que involucran líquidos inflamables, grasas y gases. El efecto de sofocación por exclusión del oxígeno es el más efectivo. Otro método de extinción incluye la remoción del combustible y reducción de la temperatura.

Incendios clase C: Incendios que involucran equipos eléctricos energizados. Este tipo de incendios pueden ser controlados por medio de un agente extintor no conductor. El procedimiento de seguridad es el de tratar de desenergizar los circuitos de alto voltaje y tratarlo como un incendio clase A o B, dependiendo del combustible involucrado.

Incendios clase D: Incendios que involucran metales combustibles, tales como magnesio, titanio, circonio, sodio y potasio. Las altas temperaturas de algunos metales en combustión hacen que el agua y otros agentes extintores comunes resulten ineficientes. No hay disponible un agente que efectivamente controle incendios en todo tipo de metales combustibles. Existen agentes extintores especiales para el control de incendios para cada uno de los metales y son identificados específicamente para ese metal.

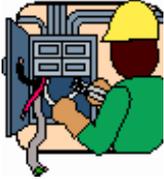
Incendios clase K: Son los fuegos derivados de la utilización de aceites para cocinar. Las altas temperaturas de los aceites en un incendio se exceden con mucho las de otros líquidos inflamables, haciendo inefectivos los agentes de extinción normales. Por definición, la Clase K es una subclase de la Clase B.

La presente clasificación de incendios presentada por el Instituto Ecuatoriano de normalización INEN del Código Ecuatoriano de la Construcción Protección Contra Incendios se basa en normativa internacional y adaptada a nuestro país (NFPA 10).

Para planificar las acciones en cuanto a prevención de incendios, se tomará en cuenta tres aspectos fundamentales los mismos que son:

- a) Riesgo Personal. Es la posibilidad de daño a la salud o a la vida de las personas.
- b) Riesgo Interno Es la posibilidad de estallido y propagación de un incendio en el interior del edificio, ejerce influencia en el riesgo personal.
- c) Riesgo de Exposición. Es la posibilidad de propagación del incendio desde el exterior al interior del edificio.

Tabla 1. Clases de incendios

Incendio	Tipos de Materiales	Método de Extinción
<p>Clase A</p> 	<p>Combustibles ordinarios como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Madera • Ropa • Papel • Goma • Algunos plásticos 	<ul style="list-style-type: none"> • El agua es utilizada para efectos del enfriamiento.
<p>Clase B</p> 	<p>Incendios que involucran:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Líquidos Inflamables • Grasas • Gases 	<ul style="list-style-type: none"> • Efecto de sofocación por exclusión del oxígeno.
<p>Clase C</p> 	<p>Incendios que involucran:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Equipos eléctricos • Equipos Energizados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Agentes extintores no conductores.
<p>Clase D</p> 	<p>Incendios que involucran metales combustibles tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Magnesio • Titanio • Zirconio • Sodio • Potasio. 	<ul style="list-style-type: none"> • No hay disponible un agente que efectivamente controle incendios en todo tipo de metales combustibles. • Existen agentes extintores especiales para el control de incendios para cada uno de los metales y son identificados específicamente para ese metal.

Fuente: <http://www.extintoresnumancia.com/fuegos.html>

2.2.2 *Sistemas de extinción portátiles.* Los sistemas de extinción portátiles son aquellos que pueden ser transportados con facilidad como son los extintores, en función a la posibilidad de que pueda ocurrir un incendio en las instalaciones de los laboratorios y sus respectivas bodegas y oficinas.

Tipos de extintores. Los extintores usados más comúnmente en el combate al fuego son de los siguientes tipos:

- Agua
- Espuma
- Bióxido de Carbono
- Polvo Químico Seco
- Halón
- Clase K

Extintores de agua. El agua como sabemos es el agente extintor más empleado por el método más común de extinción de incendios que es el de enfriamiento, es el mejor agente que actúa bajo este principio. Normalmente es el más disponible y puede ser utilizado por un tiempo largo.

Fuegos de la clase “A”. Son recomendados para combatir fuegos producidos en combustibles comunes como papel, madera, tejidos, etc., donde es necesaria la acción de enfriamiento y humedad. No son recomendables para los demás tipos de incendios.

Extintores de espuma. El extintor de espuma es de extraordinario valor en la extinción de incendios de clase B (líquidos inflamables derivados del petróleo). En estos tipos de incendio la espuma extingue por ahogamiento, pues siendo más leve que el combustible en combustión, debido al gas carbónico contenido en las partículas de espuma, forma una capa espesa que aparta la superficie en llamas.

La espuma no es recomendable en la extinción de incendios móviles (donde los líquidos están en movimiento), porque el desplazamiento la dispersa impidiendo así la formación de una capa compacta, ciertos líquidos inflamables, tales como los alcoholes y otros que se mezclan con el agua, hacen que la espuma se destruya.

Es de los tipos de extintores más antiguos y su espuma es producida por una reacción química entre dos soluciones A y B, colocadas en las cámaras interna y externa, respectivamente, como vemos, este extintor se compone de dos cámaras: en la mayor, o sea la externa (B), se almacena cerca de 2 ½ galones de agua en la que se disuelve el bicarbonato de sodio y el agente estabilizador que forma la espuma (alcazuz). En la cámara interior (A) se coloca el sulfato de aluminio disuelto en dos litros ¼ de agua normal. Al invertirse el aparato, cuyo volumen es de 10 veces el volumen del extintor, por lo tanto es forzado a salir con fuerza el aparato.

Extintores de anhídrido carbónico. El Anhídrido Carbónico es uno de los agentes más indicados en la extinción de fuegos en equipos eléctricos en carga. El anhídrido carbónico es un gas inerte por lo tanto no es inflamable y no es conductor de la electricidad. El extintor se compone esencialmente de un cilindro de acero, una válvula, un pitón, una manguera y una manija protectora.

El gas es introducido en los cilindros en forma líquida, lo que se consigue sometiendo a presión de 850 libras por pulgada cuadrada. Al ser bruscamente liberado de la compresión en que se encuentra se vaporiza, y la rápida velocidad con que se expande al escapar del cilindro, baja violentamente la temperatura saliendo por el pitón aplicador

en forma de nieve carbónica, constituida por pequeñas partículas sólidas conocidas como hielo seco.

La válvula es montada en la parte superior y comprende un dispositivo con un disco de obturación y un sistema de percusión, o un sistema de abrir y cerrar con un gatillo (acción rápida). De un modo general, los extintores de CO₂ sirven para la extinción de cualquier clase de incendios. Pero tiene su mayor eficacia en incendios de la clase B y C. En los incendios de la clase A.

Para operar estos aparatos se procede de la siguiente manera:

- a) Se transporta el aparato hasta la proximidad del incendio.
- b) Se retira la argolla o pasador de seguridad
- c) Con una mano se toma el extintor de la manija, la misma que aprieta la válvula de descarga, y la otra dirige la manguera hacia la base de las llamas.

Extintores de polvo químico seco. Los extintores de polvo químico seco, semejantes en construcción y presentación a los extintores de CO₂, son de dos tipos:

- a) Extintores de presión permanente
- b) Extintores de presión inyectada

Los extintores de presión permanente, constan de un cilindro único en el que el polvo está comprimido regularmente con nitrógeno. Este tipo de aparato posee un manómetro indicador de presión interna que debe ser observada periódicamente para conocer sus condiciones de funcionamiento.

Los extintores de presión inyectada, constan de dos recipientes, uno que contiene el agente extintor y el otro que contiene el agente presurizado que generalmente es el CO₂ (Puede emplearse también el nitrógeno como agente presurizado). En el momento de la utilización se abre la válvula del cilindro de gas, provocando la presurización del polvo que es expedido en forma de chorro por la manguera de descarga, o se golpea el percutor y se rompe el sello de la cápsula de CO₂. El extintor de polvo tiene por finalidad crear sobre la superficie en llamas una nube que elimine el oxígeno, nube que inicialmente se constituye únicamente de polvo, pero debido a la quema de éste,

posteriormente se integra el CO₂ y el vapor de agua que auxilian en el combate de incendios, dándoles mayor eficiencia.

Uso. Es recomendado para la extinción de incendios en líquidos inflamables, incluyendo a los que se queman sobre los 120 grados centígrados, incendios en equipo eléctrico, también es recomendable para incendios superficiales en fibras textiles (algodón, lana, etc.) en los almacenamientos de llantas, etc.

Extintores de halón. Los extintores de halón se emplean principalmente para combatir los incendios de la clase “B” y “C”. Consiste generalmente en un cilindro muy similar a los extintores de polvo químico seco, con manómetro y manguera de descarga. El agente extinguidor se encuentra contenido en el cilindro, en estado líquido y a presión. Aunque ya de por sí el agente tiene presión media de vapor de unos 3 kg. /cm² a 21 grados, el cilindro se mantiene a alta presión por medio de nitrógeno para mejorar su funcionamiento. Al operar el extintor, la presión de vapor hace que el agente se expanda

de tal manera que el chorro de descarga contenga una mezcla de gotas de líquido y de vapor. Tiene un alcanza de 3 a 6 metros que es una ventaja sobre los extintores de CO₂ ya que la acción del viento no les afecta.

Extintores tipo k (grasas vegetales). Definición de la nueva clasificación de Fuegos de la "clase K". Se define como fuego de clase K a los producidos por aceites y grasas animales o vegetales dentro de los ámbitos de cocinas.

El crecimiento de esta actividad, los equipos de cocina desarrollados últimamente más el uso de aceites vegetales no saturados, requieren de un agente extintor y su aplicación específica no solo por la extinción y sus características de agente limpio sino que debe lograr el efecto de enfriamiento. Los extinguidores de esta clase son aptos para restaurantes, freidoras, parrillas, planchas, asadores a carbón, piedra volcánica, eléctricos a gas, etc.

Extintores para fuegos Clase K (a base de de Acetato de Potasio) (K). Estos extintores contienen una solución acuosa a base de acetato de potasio, para ser utilizados en la extinción de fuegos de aceites vegetales o grasas animales, no saturados, para los que se requiere un agente extintor que produzca un agente refrigerante y que reaccione con el aceite produciendo un efecto de saponificación que aísla la superficie del oxígeno del aire.

La fina nube vaporizada que sale del extintor, previene que el aceite salpique o salte encendido, atacando solamente la superficie del fuego.

Por su aplicabilidad. Se pueden clasificar en:

Agua: Por su abundancia resulta el más común en las operaciones de extinción de incendios. Su acción extinguidora está fundamentada en el enfriamiento de la materia en combustión. Se aplica bajo la forma de un chorro a presión, o también como un rocío muy fino sobre toda la superficie encendida. Es bien, en grandes cantidades arrojadas a través de mangueras o rociadores sobre cantidades de aceite relativamente pequeñas. Este agente extinguidor sólo puede ser aplicado en los fuegos CLASE "A", y en algunos

casos en fuegos CLASES "B", como los incendios de petróleo, donde se debe aplicar en la forma descrita. Nunca deben usarse en los fuegos CLASE "C", y menos aún en los fuegos CLASE "D".

Espuma: La espuma se puede producir mezclando una solución de sulfato de aluminio con otra de bicarbonato de Sodio y agregándole un estabilizador. En los equipos portátiles la espuma es producida por la reacción de las dos soluciones señaladas, originándose una presión interna como consecuencia de la generación de gas carbónico, capaz de impeler la espuma a una distancia de siete (7) metros. La espuma eliminará el oxígeno al formar una capa que impide el paso del aire, y además, enfría un poco. Se aplica en forma de una capa que cubra la superficie del líquido en combustión. Sin embargo, en muchos casos, los vapores que se desprenden de las sustancias en combustión atraviesan la capa de espuma, y si su concentración es suficiente, arderán encima de ella. Es especialmente útil en la extinción de los fuegos CLASE B, y en los que el efecto de sofocación del agente extinguidor es de gran importancia. Ciertos solventes (alcoholes, acetona, etc.) deshacen la espuma, por lo que no es conveniente emplearla en incendios de estas sustancias. Por ser conductora de electricidad nunca

debe emplearse en fuegos CLASE C. También está contraindicada para los fuegos CLASE D.

Dióxido de Carbono CO₂: Este gas puede almacenarse bajo presión en los extintores portátiles y descargarse a través de una boquilla especial en el sitio donde se necesita. La característica extinguidora del gas carbónico, es su efecto de sofocación acompañado de un ligero enfriamiento. No debe usarse en áreas cerradas o de escasa ventilación, ya que el usuario puede ser objeto de asfixia mecánica por insuficiencia de oxígeno, Es adecuado para fuegos CLASE B y CLASE C.

Polvo Químico Seco: Lo constituyen mezclas incombustibles de productos finamente pulverizados, tales como Carbonatos de Sodio, Bicarbonato de Sodio, Sulfato de Sodio, Silicato de Sodio, Bentonita, etc. Actúa por ahogamiento ya que se aplica procurando formar una capa sobre la materia en combustión. En los equipos portátiles este agente extinguidor es expulsado por la presión liberada por una cápsula de nitrógeno, ubicada

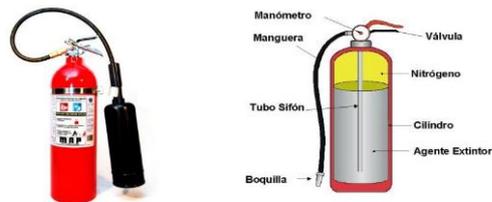
en el interior del extintor y la cual es rota en el momento de su uso. De acuerdo a la composición de la mezcla, el polvo químico es adecuado para los fuegos CLASE A, B, y C. No he adecuado para los fuegos CLASE D. (Martínez Ferreira)

Extintores portátiles. Los extintores portátiles son aparatos de accionamiento manual que permiten proyectar y dirigir un agente extintor sobre un fuego. Se diferencian unos de otros en atención de una serie de características como agente extintor contenido, sistemas de funcionamiento, eficacia, tiempo de descarga y alcance.

Según la forma de impulsión.

- Presión directa o interna

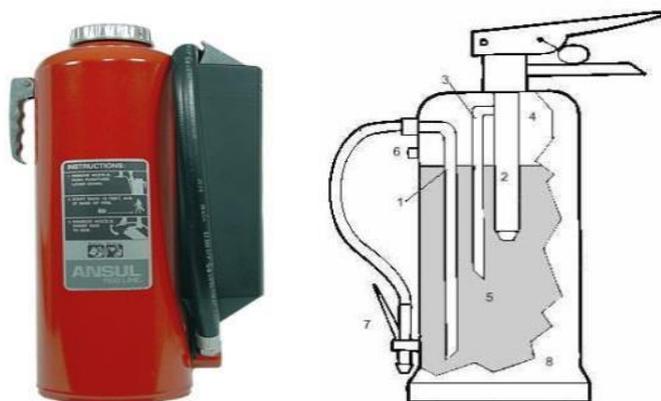
Figura 4. Extintor con presión directa



Fuente: http://gmnmaster.blogspot.com/2011_02_01_archive.html

- Presión indirecta o exterior:

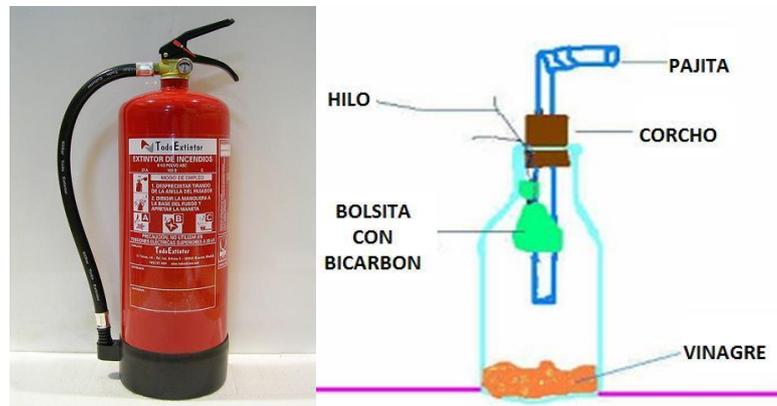
Figura 5. Extintor con presión indirecta



Fuente: <http://www.proteccioncivil.org/catalogo/carpeta2/carpeta24/vademecum12/vdm033.html>

- Por reacción química:

Figura 6. Extintor por reacción química



Fuente: <http://cb2b32008.blogspot.com/>

Según su forma de transporte:

Portátiles. Es aquel que podrá ser usado por un operador llevándolo suspendido de la mano y cuyo peso no excede los 25 Kg.

Figura 7. Extintor portátil



Fuente: <http://www.ventaextintoresweb.com>

Sobre ruedas.- es aquél que por tener un peso superior a los 25 kg. es llevado sobre ruedas para su desplazamiento.

Figura 8. Extintor sobre ruedas



Fuente: <http://www.exain.com.mx/artilleria.html>

Fijos. Se encuentran instalados en forma permanente en el edificio y pueden funcionar mediante detectores automáticos. Se pueden mencionar las instalaciones:

Sistemas de inundación completa: Actúan mediante la dilución de la concentración de oxígeno en los locales mediante la descarga del anhídrido carbónico o inhibidores de la reacción química como el halón 1211 o halón 1301.

Sistemas de rociadores a base de niebla de agua: Utilizando rociadores adecuadamente distribuidos, con cañerías de agua a presión, de acuerdo a su aplicación.

Sistemas de proyección de agua: mediante tanques de incendio, con redes de cañerías, bocas o hidrantes y mangueras con lanza y boquilla.

Sistemas a base de espuma: mediante la formación de burbujas con una red de cañerías que transporta agua y un agente emulsificador que origina la espuma.

Los extintores portátiles se designarán:

- Por la clase (s) de incendio (s) a que se destinan (A, B, C, D o K).
- masa o volumen del agente extinguidor,
- por el índice de servicio (NTE INEN 738),
- agente extinguidor,
- sistema de propulsión.

Figura 9. Extintores fijos



Fuente: <http://www.puntoseguridad.com/hemeroteca/noticia/?num=3706>

Según su forma de extinción:

- Por sofocación
- Por enfriamiento
- Por exclusión de oxígeno
- Por separación de los radicales libres

2.2.3 Simbología. Los medios de protección contra incendios deben señalizarse, especialmente si no son claramente visibles desde todos los puntos de la zona que protegen.

2.2.3.1 Señales de fuego:

- Fuego clase A

Figura 10. Señal de fuego clase A



Fuente: <http://newprevencionriegos.galeon.com/enlaces2393662.html>

- Fuego clase B

Figura 11. Señal de fuego clase B



Fuente: <http://newprevencionriegos.galeon.com/enlaces2393662.html>

- Fuego clase C

Figura 12. Señal de fuego clase C



Fuente: <http://newprevencionriegos.galeon.com/enlaces2393662.html>

- Fuego clase D

Figura 13. Señal de fuego clase D



Fuente: <http://newprevencionriegos.galeon.com/enlaces2393662.html>

- Fuego clase K

Figura 14. Señal de fuego clase K



Fuente: <http://newprevencionriegos.galeon.com/enlaces2393662.html>

2.2.3.2 Señales de extintores. Para señalar la ubicación de un matafuego se debe colocar una chapa baliza, tal como lo muestra la figura siguiente. Esta es una superficie con franjas inclinadas en 45° respecto de la horizontal blancas y rojas de 10 cm de ancho. La parte superior de la chapa deber estar ubicada a 1,20 a 1,50 metros respecto del nivel de piso.

- Extintores de acuerdo al tipo de fuego

Figura 15. Extintores de acuerdo al tipo de fuego



Fuente: <http://www.seton.es/senalizacion-consignas-extintores-senalizacion-consignas-extintores.html>

El agente extintor utilizado en cada caso habrá de ser el más adecuado a la clase de fuego que haya que combatir o en su defecto lo determinará el Cuerpo de Bomberos de acuerdo a las necesidades y las demás que se indiquen en el Art. 159 del decreto 2393. Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, Seguro General de Riesgos del Trabajo, su reglamento de Prevención de Incendios.

- Señales para llegar a un extintor

Figura 16. Señales para llegar a un extintor



Fuente: [http://www.incotex.es/prohibicion-contraincendio-malaga.html#prettyPhoto\[pp_gallery\]/0/](http://www.incotex.es/prohibicion-contraincendio-malaga.html#prettyPhoto[pp_gallery]/0/)

- Señales de acuerdo a su agente extintor.

Figura 17. Señales de acuerdo a su agente extintor.



Fuente:

http://www.treballo.com/catalogo/senalizacion/senalizacion_fotoluminiscente/senalizacion_contra_incendios/cod40521.jpg

- Señales para llegar a un extintor de acuerdo a su agente extintor y codificación.

Figura 18. Extintores de acuerdo a su agente extintor y codificación.



Fuente:

http://www.treballo.com/catalogo/senalizacion/senalizacion_fotoluminiscente/senalizacion_contra_incendios/cod40521.jpg

2.2.4 Manejo básico de extintores. Es importante saber los tipos de extintores y donde se localizan en su lugar de trabajo antes de necesitarlos. Los extintores de fuego pueden ser pesados, es buena idea practicar levantando y manejando uno

para tener una idea del peso. Tómese el tiempo para leer las instrucciones de operación que se encuentran en la etiqueta del extintor. No todos los extintores son parecidos.

Figura 19. Lectura de instrucciones en el extintor.



Fuente: <http://www.vmcreatives.com/incendios.html>

No jale el seguro ni apriete la palanca. Esto quebraría el sello y causaría pérdida de presión del extintor.

2.2.4.1 Pasos básicos para el uso del extintor

Paso 1.- Retire el extintor del lugar donde se encuentra ubicado.

Figura 20. Paso básico 1



Fuente: <http://talent.paperblog.com/aprende-a-usar-un-extintor-emergencias-1819125/>

Paso 2.- Acérquese al siniestro tanto como se lo permita el calor, asegurándose de no poner en riesgo su integridad física. Mantenga el extintor en posición vertical.

Figura 21. Paso básico 2



Fuente: <http://talent.paperblog.com/aprende-a-usar-un-extintor-emergencias-1819125/>

Paso 3.- Descargue el agente extintor de un lado a otro en forma de abanico, hasta que el fuego este apagado. Muévase hacia adelante o alrededor del área mientras el fuego disminuye. Observe el área en caso de que haya re-ignición.

Figura 22. Paso básico 3



Fuente: <http://talent.paperblog.com/aprende-a-usar-un-extintor-emergencias-1819125/>

Paso 4.- Una vez utilizado el extintor procure de entregarlo a los responsables de recargarlo de inmediato, aunque no se haya vaciado completamente, ya que éste no sólo perderá la presión, sino que en otra emergencia la carga, al ser residual, podría no ser suficiente.

Figura 23. Paso básico 4



Fuente: <http://talent.paperblog.com/aprende-a-usar-un-extintor-emergencias-1819125/>

Los extintores se colocaran en las proximidades de los sitios de mayor riesgo o peligro de preferencia junto a las salidas y en lugares fácilmente identificables, accesibles y visibles desde cualquier punto del local.

2.3 Identificación de riesgos

Se refiere al reconocimiento de los riesgos para lo cual se utiliza los siguientes métodos:

2.3.1 Identificación objetiva. Es el diagnóstico establecido e individualización de los factores de riesgo de la organización o empresa con sus respectivas interrelaciones, que mediante la utilización de métodos estadísticos y modelos matemáticos cuantifica la probabilidad de ocurrencia de un evento que entrañe riesgo. (SANTOS, 2008)

Identificación cualitativa: Son técnicas estandarizadas que facilitan la identificación de riesgos mediante la recopilación de datos a través de la técnica de entrevista, de campo y la generación de mapas preliminares de riesgo.

Diversas técnicas estandarizadas que facilitan la identificación del riesgo tales como:

- a) Análisis Preliminar de Peligros
- b) Que ocurriría Sí (What If)
- c) Listas de Comprobación (Check List)
- d) Análisis de Seguridad en el trabajo (AST)
- e) Análisis de peligros y operatividad (AOSPP)
- f) Análisis de modos de fallos, efectos y criticidad (AMFEC)
- g) Mapa de Riesgos

Identificación cuantitativa: Son técnicas estandarizadas intensivas por naturaleza y que por lo común requieren de un compromiso importante de tiempo y recursos, que buscan proporcionar estimaciones detalladas de equipos o instalaciones que han sido identificadas con requerimiento de este nivel de análisis. Sus elementos básicos son la identificación del peligro, su cuantificación a través del análisis de consecuencias y estimación de probabilidades o frecuencias y la determinación del reporte de los riesgos.

El primer paso es analizarlo bajo la evaluación cualitativa de peligros y riesgos, el segundo paso es el análisis de las consecuencias basados en los enfoque de modelado matemático para estimar los peligros de un incidente como su extensión, severidad y duración; por lo tanto los modelos cualitativos y cuantitativos no se excluyen mutuamente sino que se utilizan en conjunto en los nuevos modelos de administración de seguridad.

Técnicas estandarizadas de Identificación:

- a) Árbol de fallos
- b) Árbol de efectos
- c) Análisis de fiabilidad humana
- d) Mapa de riesgos
- e) Otras

Además según la identificación cuantitativa se valoran los diferentes riesgos mediante evaluaciones ambientales, biológicas y psicológicas comparándolas con leyes y regulaciones nacionales e internacionales determinando su cumplimiento o no cumplimiento conforme a los resultados obtenidos en estas evaluaciones. Según el tipo de riesgo los modelos recomendados por la Dirección de Riesgos de Trabajo de la República del Ecuador, la Organización Internacional de Trabajo y el Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo (España) son:

- Factores de riesgo mecánico, método de William Fine
- Factores de riesgo de contra incendio y explosión, Messeri, método NFPA o método de Índice de fuego y explosión de Gretener.
- Factor de riesgo Psicosocial, método DIANA, PSICOTOX.
- Factores de riesgo ergonómico, método NIOSH, RULA y OWAS.
- Factor de riesgo físico, químico y biológico, mediante la utilización de aparatos de lectura directa activos (fonómetro, luxómetro, detectores de compuestos químicos, etc.) y aparatos de lectura pasivos (basados en el principio de absorción y adsorción).

2.3.2 *Identificación subjetiva.* Tablas de probabilidad de ocurrencia, realizadas en base a número de eventos en un tiempo determinado:

- a) Observaciones e interrogatorios
- b) Otras

2.4 Evaluación de los factores de riesgo de incendio

2.4.1 Método de Meseri. Este es un método simplificado que nos permite realizar la evaluación de riesgo en instituciones, industrias, empresas de servicios, es ágil y de fácil comprensión, este método permite al evaluador realizar una evaluación rápida durante la inspección y efectuar, de forma casi instantánea, las recomendaciones oportunas para disminuir la peligrosidad del riesgo de incendio.

Contempla dos bloques diferenciados de factores para la evaluación:

2.4.1.1 Factores propios de las instalaciones:

- Construcción.
- Situación.
- Procesos.
- Concentración.
- Propagabilidad.
- Destructibilidad.

2.4.1.2 Factores de protección:

- Extintores (EXT).
- Bocas de Incendio Equipadas (BIE).
- Columnas Hidrantes Exteriores (CHE).
- Detectores automáticos de Incendios (DET).
- Rociadores automáticos (ROC).
- Instalaciones fijas especiales (IFE).

Cada uno de los factores del riesgo se subdivide a su vez teniendo en cuenta los aspectos más importantes a considerar. A cada uno de ellos se le aplica un coeficiente dependiendo de que propicien o no el riesgo de incendio, desde cero en el caso más desfavorable, hasta diez en el caso más favorable.

2.4.1.3 Método de cálculo. Una vez complementado el correspondiente cuestionario de Evaluación del Riesgo de Incendio se efectuara el cálculo numérico, siguiendo las siguientes pautas:

Subtotal X. Suma de todos los coeficientes correspondientes a los 18 primeros factores en los que aún no se han considerado los medios de protección.

Subtotal Y. Suma de los coeficientes correspondientes a los medios de protección existentes.

El coeficiente de protección frente al incendio (P), se calculara aplicando la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} & \text{MESSERI} \\ & P=5x/120+5y/22+1(BCI) \end{aligned} \quad (1)$$

Fuente: <http://issuu.com/julianrivas/docs/meseri>

En caso de existir Brigada Contra Incendio (BCI) se le sumara un punto al resultado obtenido anteriormente.

El riesgo se considera aceptable cuando $P \geq 5$.

En aquellos casos en que el resultado de la clasificación del riesgo sea malo o muy malo (entre 0 y 5), significa que la seguridad frente al riesgo de incendios de la actividad es habrá que tomar las medidas correctoras necesarias para mejorar la seguridad.

Estas medidas pueden consistir en aumentar los factores propios de la y las instalaciones o aumentar los factores de DCI. Ambas estrategias tendrán a aumentar el valor P (factor de protección frente al incendio), mejorando con ello la clasificación del riesgo. Como conclusión podemos decir que es un método de fácil aplicación

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1 Información general de CELEC-EP TERMOESMERALDAS

3.1.1 *Reseña histórica.* Por varios años en el Ecuador las condiciones climáticas, determinaban la estabilidad eléctrica, situación que incluso obligó a cambiar el horario habitual de actividades para aprovechar la luz solar, pues en horario nocturno no era posible laborar ante la falta de energía eléctrica, provocada por los estiajes.

La visión de desarrollo llevó a implementar el Plan Nacional de Electrificación y Soberanía Energética, que contempla la construcción de centrales termoeléctricas, hidroeléctricas y eólicas en varios sectores del país, con claros objetivos:

- Implementar nuevas fuentes de generación térmica eficiente que utilice un combustible de producción nacional.
- Reducir importación de combustible diésel, reemplazándolo por fuel oil N°6 de producción nacional disponible más barato.
- Cubrir la demanda energética nacional del 2014 y 2015.
- Mantener adecuados niveles de reserva en el mercado eléctrico nacional.
- Contribuir con producción eléctrica de unos 600 GWh, anuales a un costo de 0.06 centavos de dólar el kWh incluyendo los costos financieros y de inversión y
- Generar empleo local y nacional.

Dentro de estos proyectos se encuentra la: CENTRAL TÉRMICA ESMERALDAS II. En el 2011, La Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP, contrata a la empresa China HARBIN ELECTRIC INTERNATIONAL CO. LTD; para implementar la Central Térmica Esmeraldas II de 96MW, con una inversión de US\$ 101.400.000,00 (ciento un millones, cuatrocientos mil dólares americanos); y un plazo para entregar la

obra de 730 días, el Gerente General de CELEC EP, delega a la Unidad de Negocio TERMOESMERALDAS el Gerenciamiento del Proyecto y designa el Administrador del Contrato, la nueva central está ubicada en los terrenos del campamento contiguo a Termo Esmeraldas I. Esta central tiene la ventaja de ubicarse a pocos metros de la fuente de combustible abaratando los costos.

TERMOESMERALDAS es una Unidad de Negocio, cuyo objetivo principal es el de generar energía eléctrica para abastecer la demanda a nivel nacional, de forma eficiente y confiable. Es una central a vapor, con una capacidad de 132.5 MW, evacúa su generación al Sistema Nacional Interconectado a nivel de 138 kV, a través de la Subestación Esmeraldas.

En aplicación a la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, el 17 de noviembre de 1998, el Instituto Ecuatoriano de Electrificación, INECEL en proceso de liquidación, resuelve constituir la Compañía de Generación Termoeléctrica Esmeraldas. - TERMOESMERALDAS S. A.

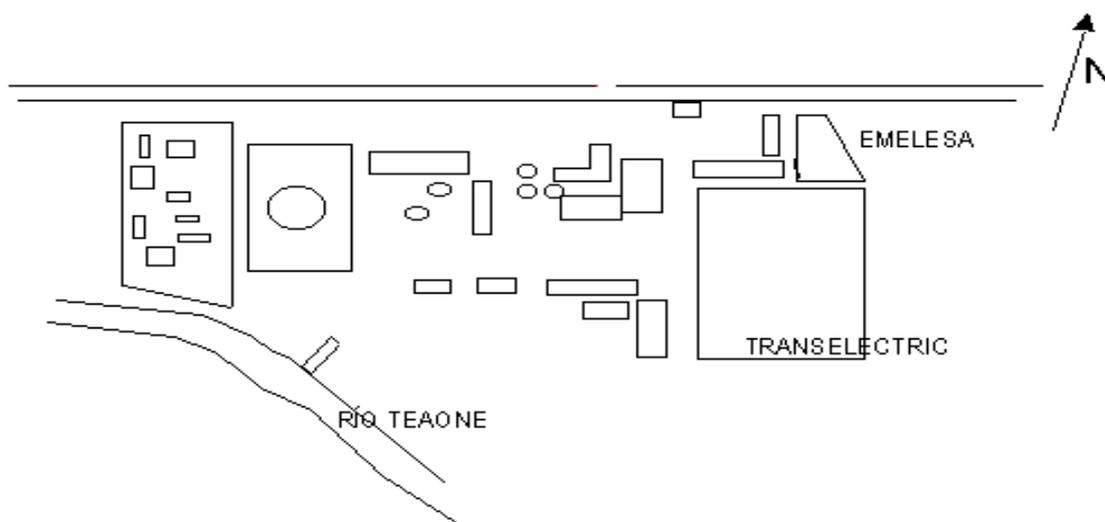
La Compañía TERMOESMERALDAS S.A. fue constituida con escritura pública celebrada el 16 de diciembre de 1998, ante el Notario Público Vigésimo del Cantón Quito, Doctor Guillermo Buendía, resolución de la Superintendencia de Compañías N° 98.1.1.1.03236 del 29 de diciembre de 1998 y registrada con el número 01 en el Registro Mercantil del mismo cantón, el 29 de enero de 1999.

TERMOESMERALDAS S.A. inicia formalmente sus actividades comerciales a cargo de INECEL el 1 de agosto de 1982. Las actividades de producción se desarrollaron como uno de los objetivos de la política energética gubernamental de ese entonces.

3.1.2 Localización. La Central Térmica Esmeraldas se encuentra ubicada en la Provincia de Esmeraldas, Cantón Esmeraldas, Parroquia Vuelta Larga, en una extensión aproximada de 205.617 m² y circunscrito bajo los siguientes linderos:

Norte Carretera Esmeraldas-Atacames km 7 1/2, Sur con el Río Teaone, Este con la Subestación la Propicia de Emelesa y la subestación Esmeraldas perteneciente a TRANSELECTRIC S.A., Oeste con INDEGA (COCA COLA).

Figura 24. Ubicación geográfica de CELEC-EP TERMOESMERALDAS



Fuente: Plan de seguridad de CELEC-EP TERMOESMERALDAS

3.1.3 *Valores de la empresa CELEC-EP TERMOESMERALDAS.* Como política integral se busca desarrollar y fomentar los siguientes valores corporativos.

- Compromiso
- Transparencia
- Trabajo en equipo
- Integridad
- Respeto
- Responsabilidad social
- Profesionalismo
- Pasión por la excelencia
- Proactividad
- Orientación por resultados

3.1.4 *Política integrada de SGS, SGA.* Alcanzar la satisfacción de nuestros clientes mediante la generación y entrega confiable de energía eléctrica, contribuyendo al cuidado y desarrollo sustentable del ambiente, a través del mejoramiento continuo y eficacia de nuestros procesos, con personal comprometido y de elevada competencia.

Los beneficios de integrar la variable ambiental a la gestión global han sido: integrar consideraciones ambientales durante las etapas de planificación y proyecto; prevenir y mitigar impactos ambientales negativos y ahorrar y racionalizar recursos; evitar y/o disminuir conflictos con la sociedad; evitar y/o disminuir multas, sanciones o demandas; permitir una visualización externa positiva.

El tema de medio ambiente y seguridad en el trabajo están relacionados porque muchas veces la "contaminación interna" se convierte en "contaminación externa". TERMOESMERALDAS cuenta con una sólida forma de trabajo sustentada en las competencias adquiridas por sus empleados y que se manifiestan en los siguientes puntos fuertes.

- Predisposición del personal al trabajo
- Trabajo en equipo apegado al proceso
- Capacidad de contratación eventual de competencias especializadas
- Conocimiento y experiencia en las tareas normales
- Incremento continuo de competencias en planificación y control por parte del Staff
- Muy buena relación con los fabricantes

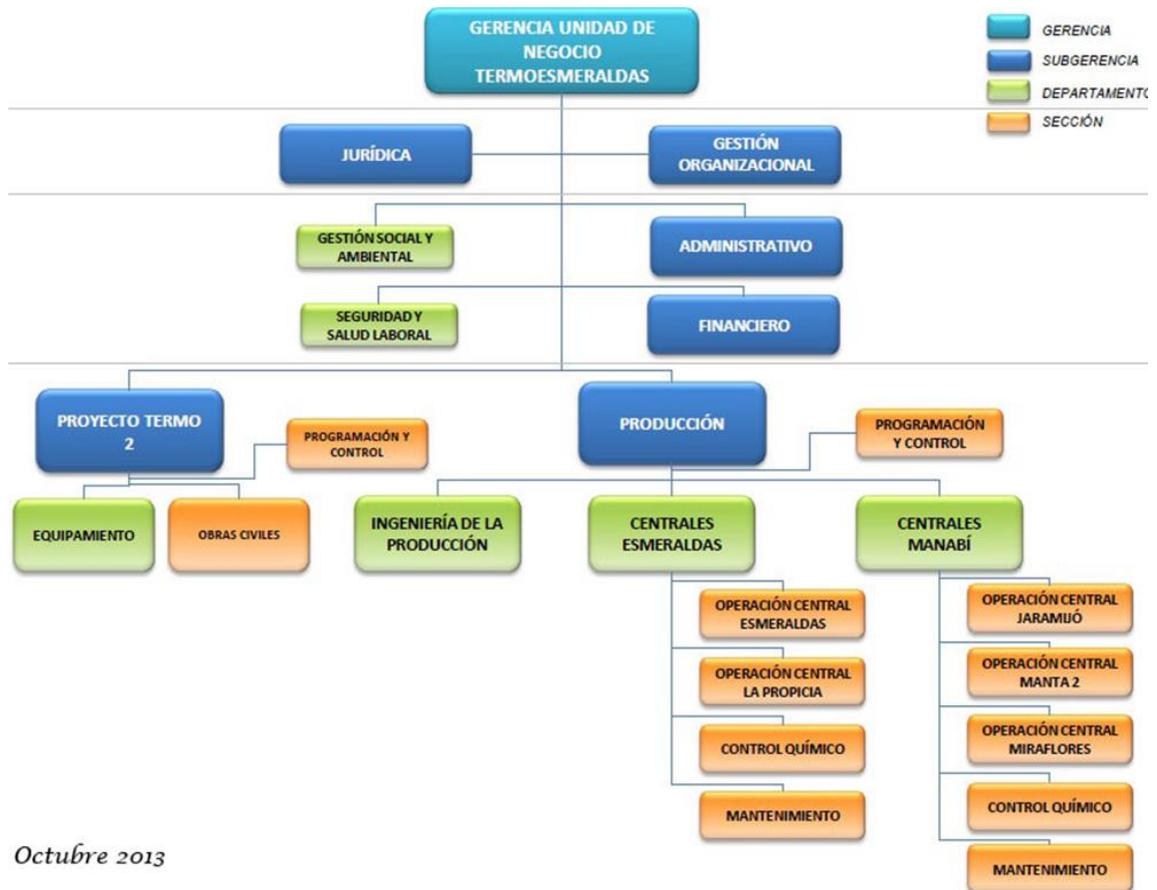
3.1.5 *Misión y visión*

3.1.5.1 *Misión.* Generamos bienestar y desarrollo nacional, mediante la producción de energía termoeléctrica con altos estándares de eficiencia, eficacia y calidad, con el aporte de su talento humano comprometido y competente, actuando con responsabilidad social.

3.1.5.2 *Visión.* Ser la empresa pública líder que garantiza la soberanía eléctrica e impulsa el desarrollo del Ecuador.

3.1.6 *Estructura administrativa.* La estructura administrativa de CELEC-EP TERMOESMERALDAS se presenta a continuación en el siguiente organigrama estructural. *Ver la figura 25.*

Figura 25. Organigrama de CELEC – EP TERMOESMERALDAS



Fuente: Plan de seguridad de CELEC-EP TERMOESMERALDAS

3.1.7 Información técnica de la Central Termoeléctrica Esmeraldas. Es una Central Térmica a vapor con una potencia de diseño de 132 MW, está ubicada en la provincia de Esmeraldas e inició sus operaciones el 1 de agosto de 1982 y hasta la fecha, genera energía termoeléctrica por medio de la combustión de fuel Oil No. 6 suministrado por la Refinería de Esmeraldas, obteniendo actualmente una potencia máxima de 130MW, está constituida por los siguientes componentes: ver Plano 1: Plano general

Generador

- Fabricante: MARELLI
- Capacidad continua de generación 155.882 kVA
- f.p.= 0.85 y 2.1 kg/cm² Presión de H₂
- Voltaje 13.800 V
- Voltaje nominal de campo 215 V

Figura 26. Generador



Fuente: Autor

Transformador de la Unidad (MT1)

- Fabricante: ITALTRAFO
- Voltaje nominales:
- Primario 13.800 V
- Secundario: 155.000 V 5
- Capacidad nominal continua 120/160 MVA

Figura 27. Transformador MT1



Fuente: Autor

Caldero

- Fabricante: FRANCO TOSI (Licencia Combustión Engineering).
- Máxima evaporación continua: 432.000 kg/h

- Presión máxima de diseño 162 kg/cm²
- Temperatura de vapor sobrecalentado: 540° C
- Temperatura de agua de alimento: 245° C
- Combustible fuel oil N.6.

Figura 28. Caldero



Fuente: Plan de seguridad de CELEC-EP TERMOESMERALDAS programa dinámico

Turbina

- Fabricante: FRANCO TOSI (Licencia Westinghouse)
- Tipo: Impulso-reacción, dos cilindros Tandem-Compound
- Velocidad : 3.600 rpm
- Presión Entrada Turbina AP: 140 kg/cm²
- Temperatura de Entrada Turbina AP: 538 ° C
- Temperatura Recalentado: 538 ° C

Figura 29. Turbina



Fuente: Autor

Condensador

- Superficie de cambio térmico: 7.920 m²
- Cantidad de vapor condensado: 277.402 kg/h
- Cantidad de agua de enfriamiento: 5.033 m³ /s.
- Presión de condensación: 0,0803 atm. abs.
- Temperatura de condensación: 42,23 °C
- Temperatura entrada agua enfriamiento: 30 °C
- Temperatura salida agua enfriamiento: 38,1 °C

Figura 30. Condensador

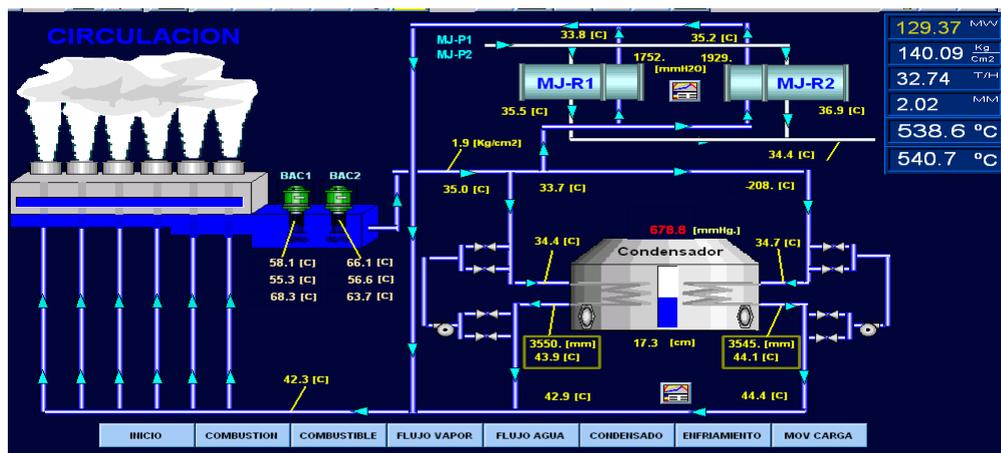


Fuente: Autor

Sistema de enfriamiento

- Torres de enfriamiento tiro inducido
- Flujo de agua de circulación 5,56 m³/s.
- Temperatura de bulbo húmedo 24 °C
- Temperatura del agua de enfriamiento 30 °C

Figura 31. Sistema de enfriamiento



Fuente: Plan de seguridad de CELEC-EP TERMOESMERALDAS programa dinámico

Sistemas auxiliares

- Sistema de calentamiento de condensado
- Almacenamiento y Distribución de combustible
- Sistema de limpieza del condensador
- Sistema de agua de circulación
- Estructura de toma del agua de río
- Planta de pre-tratamiento de agua
- Sistema de desmineralizado del agua
- Sistema de aire comprimido
- Planta de generación de hidrógeno
- Laboratorio químico
- Taller
- Aire acondicionado y ventilador
- Sistema de Control electro-neumático.

Obras civiles

Las obras civiles principales de la Central Térmica Esmeraldas son las siguientes: Casa de máquinas, estructura de caldero, edificio eléctrico, chimenea, torre de enfriamiento, tanques de almacenamiento, obra de toma, edificios menores y subestaciones.

Casa de máquinas

Es un edificio de estructura metálica de 44,00 x 25,00 m y 27 m. de alto. Las fundaciones son de hormigón armado, interiormente se han proyectado tres niveles de pisos + 3,60, + 5,00 y + 10,00; estos pisos son de tipo metálicos y de hormigón armado; adicionalmente se tiene la estructura del turbogenerador, la misma que es de hormigón armado en su totalidad.

Caldera

Es la estructura metálica más esbelta de la Central, y soporta carga muy altas debidas a los equipos que en ella se apoyan. La estructura del Caldero tiene 41,0 m de altura.

Edificio eléctrico

Es también de estructura metálica, sus dimensiones son 32 x 18,00 y 13,00 m de altura, aloja en su interior diferentes tipos de equipos ubicados en los niveles 0,00 + 3.70 +7.40 y + 10,00 sus cimentaciones son también del tipo directo, es decir zapatas de fundación.

Chimenea

Es una estructura de hormigón armado, de sección circular de 6,00m de diámetro y 60,00m de altura, su fundación es de hormigón armado y del tipo de losa de fundición.

Figura 32. Chimenea



Fuente: Autor

Tanques de almacenamiento

Se tienen tres tanques para almacenamiento de fuel oil y uno para diésel oil, el más importante de estos, es el tanque de 10.000 m³, cuyo diámetro es 36,00 m y su altura 12,00, la cimentación del mismo es un anillo de hormigón armado que en su interior aloja un relleno compactado. Perimetralmente se encuentra en muro de hormigón armado que forma un dique de contención para un posible derramamiento de combustible del tanque de 10.000 m³, la altura de este muro es 2,20 m y un perímetro de 280,00 m.

Figura 33. Tanque de almacenamiento 1



Fuente: Autor

Figura 34. Tanques de almacenamientos 2 y 3



Fuente: Autor

Torre de enfriamiento

Es una estructura mixta, constituida en su parte superior por una celosía especial de madera y en su parte inferior por un reservorio de hormigón armado, sus dimensiones son 60,00 x 18,00 y 14,00m de altura.

Figura 35. Torre de enfriamiento



Fuente: Autor

Obra de toma

Es una estructura de hormigón armado que permite la captación de agua del Río Teaone, que se utilizará en la operación de la Planta, en su parte superior tiene un puente grúa para el montaje y mantenimiento de las bombas.

Figura 36. Obra de toma



Fuente: Autor

Edificios menores

Se tiene diferentes edificios complementarios como los edificios de oficinas y comedores, bodegas, edificio de tratamiento de agua, planta de hidrógeno, subestación y obra de toma.

Subestación

Para la distribución de la energía producida por la Central se dispone de dos subestaciones: una de 69 kV para servir a la ciudad de Esmeraldas y otra de 138 kV para el Sistema Nacional Interconectado.

Figura 37. Subestación



Fuente: Autor

3.1.8 Información eléctrica. Eléctricamente la Central Térmica Esmeraldas I, se encuentra conectada al Sistema Nacional Interconectado en los siguientes niveles de voltaje: 138-69-13.8 kV.

Nivel 138 kV. A través de una línea de transmisión radial de 154 km, doble circuito de 138 kV con un límite térmico de 141 MVA por circuito interconecta las Subestaciones de Sto. Domingo y Esmeraldas.

Nivel 69 kV. Para dar servicio a la Provincia de Esmeraldas se dispone de dos autotransformadores trifásicos (AA1 y AA2) con una capacidad de 75/75/25 MVA c/u y con los voltajes de 138/69/13.8 kV, los mismos que alimentan las barras de 69 kV de la Subestación Esmeraldas, de donde salen dos alimentadores para servir a Emelesa y a la Refinería de Esmeraldas.

Nivel 13.8 kV. Siendo el nivel de generación de 13.8 kV, el generador se conecta al sistema a nivel de 138 kV, a través del transformador MT1 con una capacidad de 160 MVA. Para la alimentación a los transformadores de servicios auxiliares UT1 y STO con una capacidad de 12 MVA y con una relación de voltaje 13,8/4,16 kV se toma de:

- Salida del generador para el UT1.
- Salida del terciario del autotransformador AA1 para el STO

3.1.9 *Proceso de generación eléctrica.* En la generación eléctrica se describen las siguientes fases de producción.

Fase 1: El fuel Oil N°6 ingresa con vapor en porcentajes idóneos, la idea es atomizar el fuel oil y hacerlo menos viscoso y más fácil de quemar, ingresan al hogar del caldero.

Fase 2: La combustión de la mezcla aire-combustible tiene lugar en los quemadores de bajo NOx. Los ventiladores de tiro forzado aportan el aire necesario para completar la combustión.

Fase 3: La energía liberada hace vaporizarse el agua en los tubos de la caldera y produce vapor que se sobrecalienta para obtener el mayor rendimiento posible.

Fase 4: Este vapor a elevada presión y temperatura se dirige a través de un sistema de tuberías hacia la turbina, que consta de dos cuerpos, uno de alta-media presión y otro de baja presión, para aprovechar al máximo la energía del vapor. El vapor de agua a presión hace girar la turbina generando energía mecánica, que se transforma en energía eléctrica en el alternador.

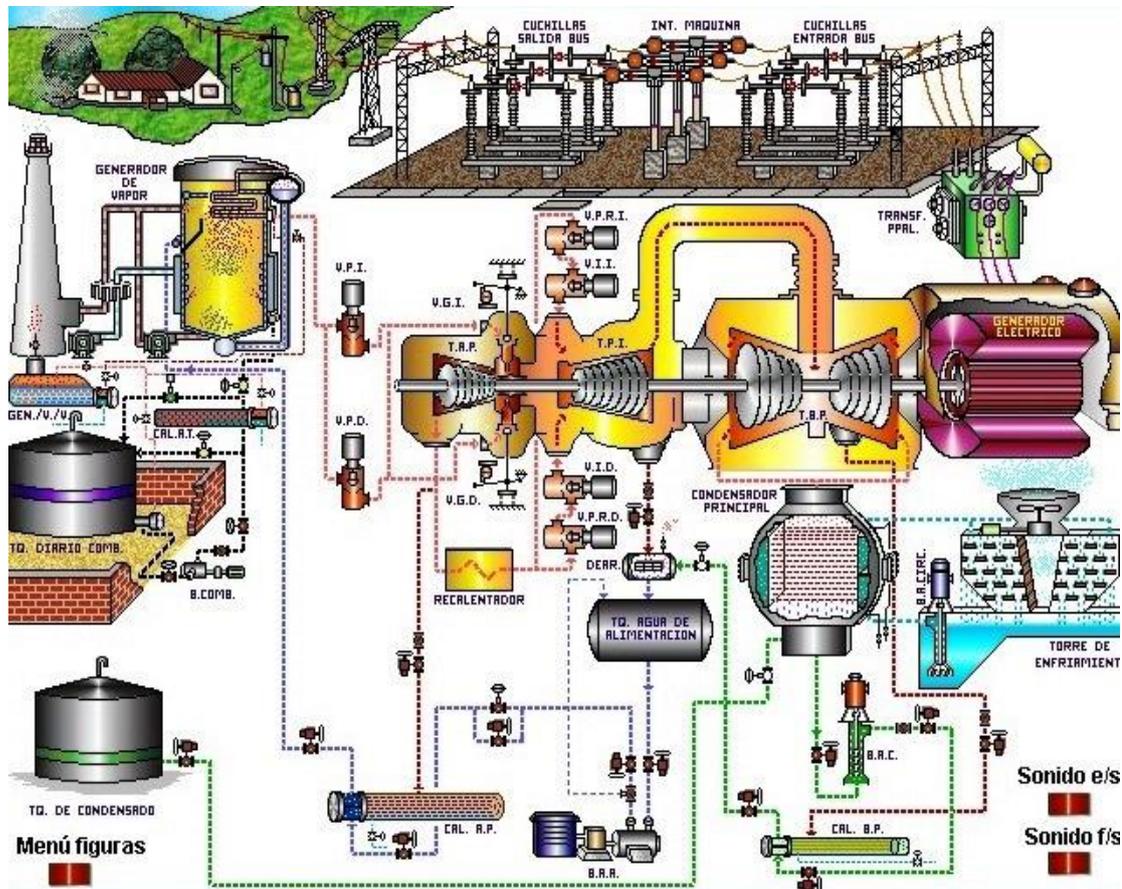
Fase 5: El vapor, con el calor residual no aprovechable, pasa de la turbina al condensador donde a muy baja presión y temperatura se transforma en agua, que se bombea de nuevo a la caldera para reiniciar el ciclo productivo. El calor latente de condensación del vapor es absorbido por el agua de circulación o de refrigeración, que lo entrega al aire exterior en las torres de refrigeración, dando lugar a una llamativa columna de vapor de agua.

Fase 6: Por su parte, los gases procedentes de la combustión son impulsados por los ventiladores de tiro inducido a través del precipitador electrostático, donde se recogen las partículas de ceniza, posteriormente se envían a la planta de desulfuración donde se recogen los óxidos de azufre y, por último, se expulsan al exterior por la chimenea.

Fase 7: La energía eléctrica generada se transforma para ser entregada a la red eléctrica en la subestación.

3.1.9.1 Esquema de funcionamiento de generación eléctrica.

Figura 38. Esquema de funcionamiento de Generación eléctrica



Fuente: Plan de seguridad de CELEC-EP TERMOESMERALDAS programa dinámico.

3.2 Evaluación del sistema de defensa contra incendio.

Para poder hacernos una idea del estado actual de los medios de defensa contra incendios dentro de la Termo Eléctrica Esmeraldas se ha procedido a realizar dicha evaluación con la ayuda de cuestionarios de condiciones de seguridad apropiados para cada situación. Ver Plano 2: Mapa de riesgos.

La evaluación de los medios D.C.I que se la realizó utilizando las fichas correspondientes a **incendios y explosiones (Norma NFPA 10)**, cuya valoración generó como resultado: Ver Anexo A: Check list incendio y explosiones. Aunque se

enfatisa que estás son solo ejemplos y no deben interpretarse como la única manera para determinarse.

Tabla 2. Check list incendio y explosiones

Incendios y explosiones			
PREGUNTAS DE INSPECCIÓN			
<i>Cuestionario para inspeccionar la situación de los extintores portátiles en cada una de las áreas</i>		SI	NO
1	¿El extintor lleva marcado la identificación de la organización que concede el rotulo, la prueba de fuego y la prueba de desempeño?	X	
2	¿El extintor lleva fijado claramente la identificación de contenidos?	X	
3	¿El extintor cuenta con un manual de instrucciones proporcionado por el dueño o representante?		X
4	¿Se encuentran al frente, visibles y claras las instrucciones de operación del extintor?	X	
5	¿El extintor esta seleccionado correctamente conforme al tipo y el tamaño de fuego que pueda ocurrir más frecuentemente en el área?	X	
6	¿El extintor esta seleccionado correctamente conforme a las condiciones ambientales de temperatura en el área?		X
7	¿Los extintores para clase A y B cuentan con un número que preceda a la letra de clasificación que indique la efectividad del extintor?		X
8	¿Con cuántos extintores portátiles cuenta el área?		X
9	¿Dispone el área de extintores adicionales para proveer más protección?		X
10	¿Se encuentra el extintor siempre cargado y en condiciones de operación?		X
11	¿Se encuentran los extintores colocados en el recorrido de las salidas de emergencia?		X
12	¿Se encuentra el extintor bloqueado visualmente?	X	
13	¿Se encuentra el extintor instalado en el soporte adecuado?		X
14	¿Está el soporte del extintor sólidamente fijado de tal manera que el equipo esté muy bien apoyado?		X
15	¿El extintor sobre ruedas se encuentra en su lugar designado?		X
16	¿Los extintores instalados en condiciones donde estén sueltos cuentan con el respectivo soporte con correa?		X
17	¿Se encuentra el extintor instalado a la altura adecuada?	X	

1 de3

Incendios y explosiones			
PREGUNTAS DE INSPECCIÓN			
<i>Cuestionario para inspeccionar la situación de los extintores portátiles en cada una de las áreas</i>		SI	NO
18	¿Se encuentra el extintor colocado a la distancia recomendada por la norma NFPA 10?		X
19	¿Se encuentran correctamente ubicadas las etiquetas o rótulos de inspecciones, mantenimiento y recargas en los extintores?		X
20	¿Está el extintor limpio y bien cuidado?		X
21	¿Está el extintor fuera de daño físico obvio, corrosión, fugas o tapones?		X
22	¿Está correctamente cargado e hidrostáticamente probado de acuerdo al periodo descrito en la norma y se muestra marcada la fecha de la prueba?	X	
23	Si el extintor dispone de sello o seguro. (En los equipos en los que ese seguro sea requerido); ¿está el sello o seguro intacto?	X	
24	¿Está el orificio de descarga del agente extintor limpio y sin obstrucciones?		X
25	¿Está el indicador de presión de la tapa del extintor (pitón, filamento, hilo metálico etc.) corroído?		X
26	¿Está el cilindro del extintor corroído, averiado, con abolladuras; de tal manera que se evidencie posible debilidad en el cuerpo del mismo?		X
27	¿Se encuentran aseguradas las correcciones entre la manguera, el cilindro y la boquilla?	X	
28	Si el extintor es del tipo operado por bomba; ¿está el asa de operación de la bomba libre?	X	
29	¿Está el sitio de ubicación del extintor fácilmente accesible y la señalización de su ubicación es sencilla y está visible a distancia?		X
30	Si el extintor es del tipo sujeto a congelamiento, ¿está el extintor protegido?	X	
31	¿Está la localización del extintor ubicada de tal forma que resulta estar demasiado cerca del riesgo, lo cual involucra que cuando se presente el incendio impida alcanzar el extintor, y/o el equipo apaga fuego puede ser alcanzado fácil e inmediatamente por el fuego?		X
32	¿El extintor se encuentra en el lugar designado?		X

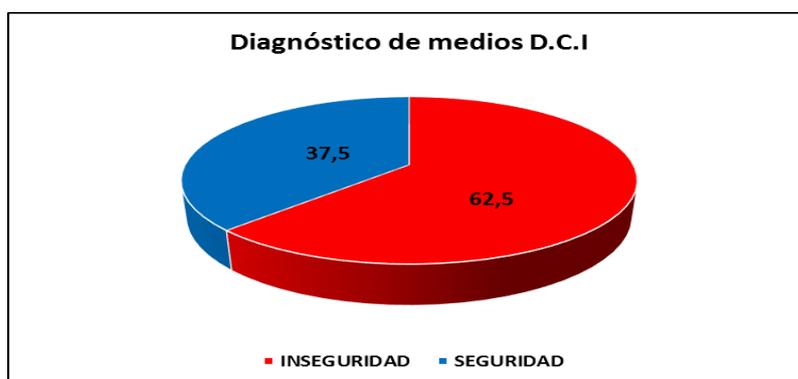
2 de 3

Tabla 3. (CONTINUACIÓN)

Incendios y explosiones			
PREGUNTAS DE INSPECCIÓN			
<i>Cuestionario para inspeccionar la situación de los extintores portátiles en cada una de las áreas</i>		SI	NO
33	Para extintores con presión interna. ¿Las lecturas de los manómetros de presión se encuentran en un rango operable?	X	
34	¿Cuenta el extintor con la debida etiqueta de inspección adherida a él?	X	
35	¿El conjunto de mangueras de los extintores de CO2 cuenta con la debida etiqueta donde indica haber pasado la prueba de conductividad?		X
36	¿La etiqueta de prueba de conductividad cuenta con la información necesaria?		X
37	¿Cuenta el extintor con la debida etiqueta de mantenimiento adherida a él?	X	
38	¿La etiqueta de mantenimiento contiene la información necesaria?		X
39	Para extintores específicos. ¿Cuenta el extintor con un collar de verificación de servicio?		X
40	¿El collar de verificación contiene la información necesaria?		X
			3 de3

Fuente: NFPA 10

Figura 39. Diagnóstico de medios D.C.I



Fuente: Autor

Donde el 37,5% nos da como positivos en seguridad y podemos concluir que el grado de seguridad con respecto a los medios de D.C.I es **DEFICIENTE** en **CELEC TERMO ELÉCTRICA ESMERALDAS**, frente a una **inseguridad** del **62,5%**.

3.2.1 *Deficiencias detectadas en el sistema D .C. I actual.* Con la ayuda de los check list y mediante el método de observación se puede determinar las siguientes deficiencias: Ver Plano 3: Plano D.C.I actual

- No existen extintores en todas las zonas de riesgos.
- Los extintores se encuentran incorrectamente ubicado, incumpliendo de esta forma con la norma referente a la altura, y señalización con la que deben cumplir.
- No existe una planificación debidamente registrada de mantenimiento y recarga de los extintores.
- Existen varios obstáculos impidiendo así la facilidad de salir en caso de emergencia.
- No se cuenta con un plan de emergencia completo que indiquen cómo se debería actuar en caso de incendio y el manejo adecuado del extintor, el existente está caduco, obsoleto sin actualizar.
- No cuenta con la norma HAPA en cada extintor
- Las ubicaciones de los extintores no están normalizadas.

3.3 Evaluación de riesgos de incendio en CELEC Termo Eléctrica Esmeraldas.

Por medio del método de Messeri para riesgos de incendios como nos sugiere la Dirección de Riesgos de Trabajo de la República del Ecuador, la Organización Internacional de Trabajo y el Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo, con el objetivo de disminuir riesgos de explosión y reducir la peligrosidad de la exposición a estos riesgos se desarrolla el método de Messeri. Ver Anexo B: Análisis de riesgos método de Messeri.

3.3.1 *Análisis de riesgo por actividad en áreas de CELEC-EP TERMOESMERALDAS.* Dentro del complejo industrial de la Empresa Celec-Ep Termo Esmeraldas existen diferentes áreas de riesgo, muchas de las cuales son determinadas

como áreas de mayor riesgo tales como: Área de procesos, área de almacenamiento de combustible y equipos de procesos, las cuales pueden generar daños severamente altos.

También tenemos otras áreas de riesgo como: departamentos administrativos, cuartos de almacenamiento, talleres, salas de bombas, plantas de servicio, generación eléctrica, etc., los cuales en caso de producirse un conato de incendio se deberán proteger mediante agentes limpios.

Se debe tener en cuenta que los sistemas fijos y móviles instalados en la empresa como parte del DCI deberán estar operables y funcionales, en caso de producirse un conato de incendio, estos actuarán de manera efectiva e inmediata en teoría. Los extintores se consideran un medio primario de defensa para controlar incendios de tamaño limitado en primera instancia.

3.3.1.1 *Sistemas de protección contra incendios, fijos y móviles de la central.* Dado la capacidad de la empresa se encuentran instalados varios sistemas contra incendio enlistaremos los sistemas ya instalados para prevención de incendios

Listado de equipos de protección contra incendios fijos.

- Sistema agua pulverizada para protección tanque fuel oil JS-S1.

Volumen tanque	10.000 m ³
Área del tanque	1056 m ²
Reveladores de llama	36.
Pulverizadores agua	155
Fluoroproteína al 6%	6000 lt.

- Sistema agua pulverizada para protección tanque fuel oil JS-S2.

Volumen tanque	1.100 m ³
Área del tanque	89.6 m ²
Reveladores de llama	16.
Pulverizadores agua	29
Fluoroproteína al 6%	2000 lt.

- Sistema agua pulverizada para protección tanque fuel oíl JS-S3.

Volumen tanque	1.100 m3
Área del tanque	89.6 m2
Reveladores de llama	16.
Pulverizadores agua	29

- Sistema agua pulverizada para protección tanque fuel oíl JS-S4.

Volumen tanque	45 m3
Área del tanque	7,35 m2.
Reveladores de llama	8.
Pulverizadores agua	6.

- Sistema agua pulverizada para protección planta de hidrógeno

Área del proyecto.	64 m2
Capacidad de agua	700ltrs/min.
Rociadores	9 x F950 SSP-2
Válvula de diluvio.	GEM FLOODING B DN 2”.
Presión a válvula.	450 Kpa.

- Sistema agua pulverizada para protección transformadores para instalaciones auxiliares.

Relación en vacío	4160/480 V
Área del proyecto.	16 m2
Capacidad de agua	184ltrs/min.
Proyectores	10 x S-I50-12
Detectores	6 x F950 SSUS
Válvula de diluvio.	GEM A-B DN 2 “.
Presión a válvula.	450 Kpa.

- Sistema agua pulverizada para protección tuberías turboalternador lado Sur.

Capacidad de agua	1280 ltrs/min.
Rociadores	14 x F950-SSP-2.
Detectores de Humo	5 x Mod.NH-241

Válvula de diluvio. GEM A-4 DN 4 “.
Presión a válvula. 450 Kpa.

- Sistema agua pulverizada para protección tuberías turboalternador lado Norte.

Capacidad de agua 1470 ltrs/min.
Rociadores 14 x F950-SSP-2.
Detectores de Humo 5 x Mod.NH-241
Válvula de diluvio. GEM A-4 DN 4 “.
Presión a válvula. 450 Kpa.

- Sistema agua pulverizada para protección equipo del aceite de estancamiento.

Capacidad de agua 550 ltrs/min.
Rociadores 6 x F950-SSP-2.
Detectores de Humo 4 x Mod.NH-241
Válvula de diluvio. GEM FLOODING B DN 2”.
Presión a válvula. 450 Kpa

- Sistema agua pulverizada para protección tanque de aceite y reserva turbina.

Capacidad de agua 2000 ltrs/min.
Rociadores 6 x F950-SSP-2.
Detectores de Humo 4 x Mod.NH-241
Válvula de diluvio. GEM A-4 DN 4”.
Presión a válvula. 450 Kpa

- Sistema agua pulverizada para protección transformador de arranque.

Relación en vacío 13200/4160 V
Área del proyecto. 60 m2
Capacidad de agua 690ltrs/min.
Proyectoros 22 x S-I50-12
Detectores 12 x F950 SSUS-3
Válvula de diluvio. GEM A-4 DN 4 “.
Presión a válvula. 450 Kpa.

- Sistema agua pulverizada para protección transformador servicios auxiliares de unidad.

Relación en vacío	13200/4160 V
Área del proyecto.	60 m ²
Capacidad de agua	690ltrs/min.
Proyectores	22 x S-I50-12
Detectores	12 x F950 SSUS-3
Válvula de diluvio.	GEM A-4 DN 4 “.
Presión a válvula.	450 Kpa.

- Sistema agua pulverizada para protección transformador de principal.

Relación en vacío	147500/13800 V
Área del proyecto.	220 m ²
Capacidad de agua	2530 ltrs/min.
Proyectores	74 x S-I50-12
Detectores	24 x F950 SSUS-3
Válvula de diluvio.	GEM A-4 DN 6 “.
Presión a válvula.	450 Kpa.

- Sistema agua pulverizada para protección sala de bombas – calentadores.

Área del proyecto.	79 m ²
Capacidad de agua	1100 ltrs/min.
Rociadores	12 x F950 SSP-2
Válvula de diluvio.	GEM A-4-DN 4”.
Presión a válvula.	450 Kpa.

Listado de equipos de protección contra incendios móviles.

- Una carretilla de espuma al 3% de proporcionamiento
- Catorce mangueras de 2 ½” de diámetro.
- Quince mangueras de 1 ½” de diámetro.
- Seis trajes de bomberos profesionales completos.
- Dos trajes de protección térmica.

- Quince pitones de 1 ½” de diámetro.
- Cuatro pitones de 2 ½” de diámetro.
- Setenta y siete extintores de polvo químico y CO2.
- Dos equipos de respiración autónoma.

3.3.1.2 *Evaluación de riesgos de incendio según MESSERI.* Como primer paso es analizar y listar los peligros asociados con los elementos del sistema, seleccionando aquellos con mayor posibilidad de afectación, para luego determinar causas, efectos y consecuencias, la matriz demanda el análisis por áreas de riesgo primario determinadas de la siguiente manera:

- Tanque de almacenamiento JSS1
- Tanque de almacenamiento JSS2
- Tanque de almacenamiento JSS3
- Tanque de almacenamiento JSS4
- Bodega/ Almacenamiento
- Transformador MT1
- Taller
- Caldera

3.3.1.3 *Método de cálculo.* Una vez complementado el correspondiente cuestionario de Evaluación del Riesgo de Incendio se efectuará el cálculo numérico, siguiendo las siguientes pautas:

Subtotal X. Suma de todos los coeficientes correspondientes a los 18 primeros factores en los que aún no se han considerado los medios de protección.

Construcción

- Nro. de pisos Altura
- Superficie mayor sector de incendios
- Resistencia al fuego
- Falsos techos

Factores de situación:

- Distancia de los bomberos
- Accesibilidad edificio

Procesos

- Peligro de activación
- Carga térmica
- Combustibilidad
- Orden y limpieza
- Almacenamiento en altura

Factor de concentración:

Propagabilidad

- Propagabilidad vertical
- Propagabilidad horizontal

Destructibilidad

- Por calor
- Por humo
- Por corrosión
- Por agua

Subtotal Y. Suma de los coeficientes correspondientes a los medios de protección existentes.

- Extintores manuales
- Bocas de incendio
- Hidrantes exteriores
- Detectores de incendio
- Rociadores automáticos
- Instalaciones fijas

Que nos da un subtotal del factor X y factor Y donde se aplica la fórmula de la siguiente manera, lo que nos da como resultado P, que es el **coeficiente de protección** frente al incendio, se calculará aplicando la siguiente fórmula: Ver anexo B.

Ejemplo de cálculos:

Tanque de almacenamiento JS-S1

Evaluación del Riesgo de Incendio (MESERI)

**Objetivo: Análisis de Riesgo instalaciones de CELEC-EP
TERMOESMERALDAS**

Factores X			Coef/Pts	Áreas	Tanque de almacenamiento JSS1
Concepto					
Construcción:					
Nro. de pisos	Altura				2
1 ó 2	menor que 6 m		3		
3, 4 ó 5	entre 6 y 15 m		2		
6, 7, 8 ó 9	entre 15 y 27 m		1		
10 ó más	más de 27 m		0		
Superficie mayor sector de incendios					
de 0 a 500 m ²			5		0
de 501 a 1.500 m ²			4		
de 1.501 a 2.500 m ²			3		
de 2.501 a 3.500 m ²			2		
de 3.501 a 4.500 m ²			1		
más de 4.500 m ²			0		
Resistencia al fuego					
Resistente al fuego (hormigón)			10		5
No combustible			5		
Combustible			0		
Falsos techos					
Sin falsos techos			5		5
Con falso techo incombustible			3		
Con falso techo combustible			0		
Factores de situación:					
Distancia de los bomberos					
Menor de 5 km	5 minutos		10		2
entre 5 y 10 km.	5 y 10 minutos		8		
entre 10 y 15 km.	10 y 15 minutos		6		
entre 15 y 25 km.	15 y 25 minutos		2		
Más de 25 km.	Más de 25 min.		0		
					1 de 3

(CONTINUACIÓN)

Factores X		Coef/Pts	Áreas	Tanque de almacenamiento JSS1
Concepto				
Factores de situación:				
Accesibilidad edificio				3
Buena	5			
Media	3			
Mala	1			
Muy mala	0			
Procesos:				
Peligro de activación				5
Bajo	10			
Medio	5			
Alto	0			
Carga térmica				0
Baja	10			
Media	5			
Alta	0			
Combustibilidad				0
Baja	5			
Media	3			
Alta	0			
Orden y limpieza				5
Bajo	0			
Medio	5			
Alto	10			
Almacenamiento en altura				2
Menor de 2 m	3			
Entre 2 y 4 m	2			
Más de 4 m	0			
Factor de concentración:				
Factor de concentración				0
Menor de U\$S 800 m2	3			
Entre U\$S 800 y 2.000 m2	2			
Más de U\$S 2.000 m2	0			
				2 de 3

(CONTINUACIÓN)

Factores X		Coef/Pts	Áreas	Tanque de almacenamiento JSS1
Concepto				
Propagabilidad:				
Propagabilidad vertical				
Baja	5			
Media	3			
Alta	0			0
Propagabilidad horizontal				
Baja	5			
Media	3			
Alta	0			0
Destructibilidad:				
Por calor				
Baja	10			
Media	5			
Alta	0			0
Por humo				
Baja	10			
Media	5			
Alta	0			0
Por corrosión				
Baja	10			
Media	5			
Alta	0			0
Por agua				
Baja	10			
Media	5			5
Alta	0			
SUBTOTAL (X)				34
				3 de 3

Fuente: Autor

Se ha considerado también la existencia de medios como la protección de puntos peligrosos con instalaciones fijas especiales, con sistemas fijos de agentes gaseosos y la disponibilidad de brigadas contra incendios. A continuación se evalúan.

Evaluación del Riesgo de Incendio (MESERI)

Objetivo: Análisis de Riesgo instalaciones de CELEC-EP TERMOESMERALDAS

Factores Y

Sv: sin vigilancia

Cv: con vigilancia

Concepto	SV (pts)	CV (pts)	
Extintores manuales	1	2	1
Bocas de incendio	2	4	2
Hidrantes exteriores	2	4	2
Detectores de incendio	0	4	0
Rociadores automáticos	4	8	4
Instalaciones fijas	2	4	2
SUBTOTAL (Y)			11

Fuente: Autor

Aplicación de la fórmula: $P=170/120+55/22+1$ (1)

$P=1,41666667+2,5+1$

Coefficiente de protección frente al incendio (P)	4,92
---	-------------

3.3.1.4 *Evaluación cualitativa.* Nos revela el valor de P es igual a 4,92; que pertenece a riesgo medio de 4,1 a 6 como representa la escala de valores la siguiente tabla:

Tabla 4. Evaluación cualitativa

Valor de P	Categoría
0 a 2	Riesgo muy grave
2,1 a 4	Riesgo grave
4,1 a 6	Riesgo medio
6,1 a 8	Riesgo leve
8,1 a 10	Riesgo muy leve

Fuente: <http://es.slideshare.net/merelio/evaluacin-de-riesgos-paritaria>

3.3.1.5 *Evaluación tácita.* Nos revela si el riesgo es aceptable o no aceptable según el total calculado, en este caso el valor total es de 4,92 por lo cual el riesgo es no aceptable por lo cual se debe tomar acciones inmediatas.

Tabla 5. Evaluación tácita

Aceptabilidad	Valor de P
Riesgo aceptable	$P \geq 5$
Riesgo no aceptable	$P \leq 5$

Fuente: <http://es.slideshare.net/merelio/evaluacin-de-riesgos-paritaria>

Tabla 6. Resumen de Messeri

Área	Valor del Riesgo (P)	Calificación del riesgo
Tanque de Almacenamiento JSS1	4,92	Riesgo medio
Tanque de Almacenamiento JSS2	4,92	Riesgo medio
Tanque de Almacenamiento JSS3	4,92	Riesgo medio
Tanque de Almacenamiento JSS4	4,92	Riesgo medio
Bodega/Almacenaje	7,67	Riesgo leve
Transformador Principal MT1	7,53	Riesgo leve
Taller mecánico	7,98	Riesgo leve
Caldera	5,66	Riesgo medio

Fuente: Autor

3.3.1.6 *Evaluación de áreas.* A cada área se le calculó P con el mismo procedimiento, por lo que nos revela la criticidad de cada área como nos indica la siguiente tabla, y valoramos al mismo tiempo por la carga térmica. Ver Anexo C: Cálculo de cargas térmicas.

En el anexo se ilustrara el cálculo completo de todas las áreas consideradas importantes en nuestro estudio.

3.3.1.7 Carga de Fuego. Se define como carga de fuego o carga combustible, a la cantidad de energía resultante de la combustión completa de los materiales combustibles de un sector de incendio. También se utiliza este término para designar el peso en madera necesario para producir una cantidad calorífica equivalente a la generada por todos los materiales por unidad de superficie.

Indirectamente, la carga de fuego es un indicador de la magnitud del riesgo de incendio que presenta un edificio o instalación industrial.

Figura 40. Fórmula

$$Q_s = \frac{\sum_i G_i q_i C_i}{A} R_a \text{ (MJ / m}^2\text{)}$$

Donde:

Q_s = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del **sector** o área de incendio, en MJ/m² o Mcal/m².

G_i = masa, en kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector o área de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles).

q_i = **poder calorífico**, en MJ/kg o Mcal/kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

C_i = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

R_a = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.

A = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada **del área** de incendio, en m².

Fuente: <http://www.konstruir.com/contraincendios/incen2.php>

A continuación se efectúa el cálculo de una de las áreas consideradas de riesgo en la empresa.

Ejemplo de cálculo de carga de fuego:

Tanque de almacenamiento JS-S1 (contiene fuel oil N° 6)

Datos:

$$C_i = 1$$

$$R_a = 1,5$$

$$q_i = 42,5 \text{ MJ/kg} \times \text{masa de fuel Fuel oil N 6}$$

$$A = 1056 \text{ m}^2$$

$$d = 0,9979 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$V_{JS-S1} = 10000 \text{ m}^3$$

Cálculos:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i G_i q_i C_i}{A} R_a \quad (2)$$

$$Q_s = \frac{\sum_1^i \left(42,5 \frac{\text{MJ}}{\text{Kg}}\right) \cdot \left(0,9979 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot 10000 \text{ m}^3\right) \cdot (1)}{1056 \text{ m}^2} \cdot (1,5)$$

$$Q_s = 602,42 \text{ MJ/m}^2$$

Tabla 6. Resumen de Cargas Térmicas

Área	Carga térmica Qs MJ/m2	
Tanque de Almacenamiento JSS1	602,42	bajo 2
Tanque de Almacenamiento JSS2	781,0015	bajo 2
Tanque de Almacenamiento JSS3	781,0015	bajo 2
Tanque de Almacenamiento JSS4	389,4864	bajo 1
Bodega/Almacenaje	219,342	bajo 1
Transformador Principal MT1	356,786	bajo 1
Taller mecánico	189,254	bajo 1
Caldera	266524,622	alto 8

Fuente: Centro de Operaciones CELEC-EP TERMOESMERALDAS

3.4 Conclusión de resultados

3.4.1 *Conclusión de la información investigativa.* Una vez obtenido los resultados de la matriz realizada con respecto al control, inspección y mantenimiento de los extintores portátiles y fijos podemos determinar las falencias con que el departamento cuenta y que se detallan a continuación:

- No cuentan con un correcto análisis de riesgo de incendio por áreas.
- Cuenta con gabinetes de incendio vacíos. La ubicación de algunos extintores son de difícil acceso.
- Falta de manuales de procedimiento para el correcto mantenimiento y recarga de los extintores.
- Los registros de inspección, mantenimiento y recarga no cuentan con la información necesaria. Falta de comunicación en la gestión de seguridad y salud.
- Falta de normalización de sistema D.C.I
- No tienen los equipos y accesorios necesarios para realizar la recarga de un extintor.
- Falta de registro de las pruebas hidrostáticas realizado a los extintores.

Tabla 7. Estado actual de extintores

No.	Detalle	Tamaño	Estado	Registro	Prueba Hidrostática	Mant.
5	CO2	5lb	Habilitado	No	No	No
3	CO2	5lb	Deshabilitado	No	No	No
18	PQS y CO2	10 lb	Habilitado	Si	No	No
6	PQS y CO2	10lb	Deshabilitado	No	No	No
1	PQS	13lb	Habilitado	Si	No	No
2	PQS	13lb	Deshabilitado	Si	No	No
1	CO2	15lb	Habilitado	Si	No	No
12	PQS y CO2	20lb	Habilitado	Si	No	Si
2	PQS y CO2	20lb	Deshabilitado	No	No	No
22	Rodante	22lb	Habilitado	Si	Si	Si
4	Rodante	22lb	Deshabilitado	No	No	No
1	Rodante	150lb	Habilitado	Si	Si	Si

Fuente: Autor

Tabla 8. Estado actual del sistema fijo contra incendios

No.	Detalle	Estado	Registro	Mant.
4	Hidrantes	Habilitado	Si	Si
7	Hidrantes	Deshabilitado	Si	No
16	Cajetines con manguera 1 1/2" y pitón	Habilitado	Si	Si
8	Cajetines con manguera 1 1/2" y pitón	Deshabilitado	Si	No
1	Tanque de almacenamiento	Habilitado	Si	No
1	Sistema de rociadores 20m	Deshabilitado	Si	No
1	Sistemas de agua-espuma 6m3	Habilitado	Si	Si
1	Sistemas de agua-espuma 4m3	Deshabilitado	Si	No
16	Detectores de humo fotoeléctrico	Habilitado	No	No
15	Detectores de humo fotoeléctrico	Deshabilitado	No	No
29	Detectores iónicos de humo	Habilitado	No	No
20	Detectores iónicos de humo	Deshabilitado	No	No
30	Alarmas manuales	Habilitado	No	No
2	Alarmas manuales	Deshabilitado	No	No
5	Cilindros de CO2 conectados a tubería	Habilitado	Si	Si
1	Cilindros de CO2 conectados a tubería	Deshabilitado	Si	No

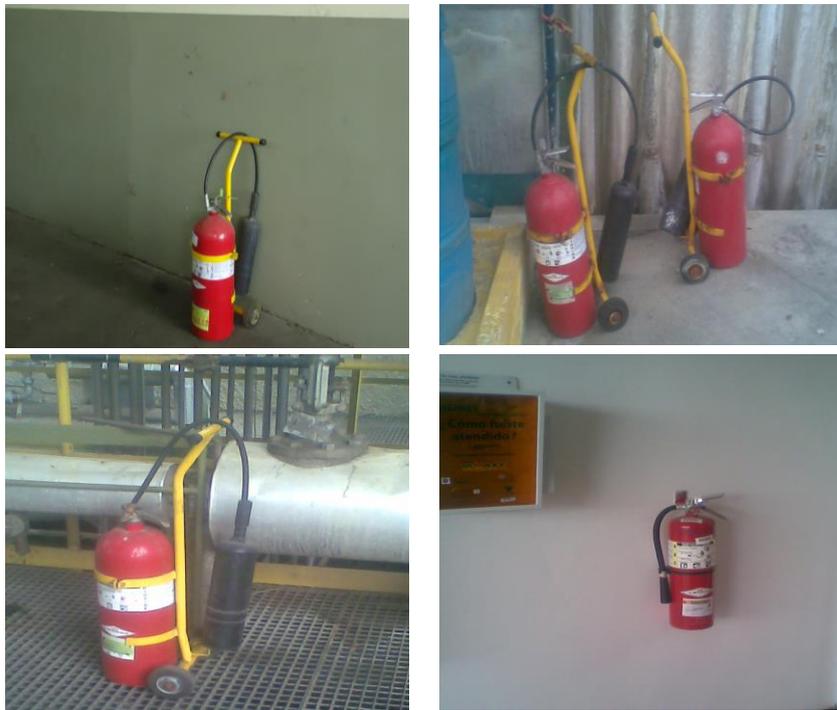
Fuente: Autor

3.4.2 Conclusión de la información técnica. Una vez realizada la inspección visual con ayuda de las preguntas de inspección del check list sobre los sistemas de defensa contra incendio podemos determinar todas las anomalías que estos presentan en su momento en las áreas de CELEC-EP TERMOESMERALDAS, las cuales se detallan a continuación:

- El extintor no cuenta con un manual de instrucciones proporcionado por el dueño o representante
- El extintor no está seleccionado correctamente conforme a las condiciones ambientales de temperatura en el área
- Los extintores para clase A y B cuentan con un número que preceda a la letra de clasificación que indique la efectividad del extintor
- No se encuentra el extintor siempre cargado y en condiciones de operación
- No se encuentran los extintores colocados en el recorrido de las salidas de emergencia

- No se encuentra el extintor instalado en el soporte adecuado.
- No está el soporte del extintor sólidamente fijado de tal manera que el equipo esté muy bien apoyado.
- No se encuentra el extintor colocado a la distancia recomendada por la norma NFPA 10.
- No se encuentran correctamente ubicadas las etiquetas o rótulos de inspecciones, mantenimiento y recargas en los extintores.
- No está el indicador de presión de la tapa del extintor (pitón, filamento, hilo metálico etc.) corroído.
- No está el cilindro del extintor corroído, averiado, con abolladuras; de tal manera que se evidencie posible debilidad en el cuerpo del mismo.
- No se encuentran aseguradas las correcciones entre la manguera, el cilindro y la boquilla.
- El extintor sobre ruedas se encuentra en su lugar designado.

Figura 41. Extintores sin señalizar



Fuente: Autor

Figura 42. Gabinetes de incendio y lugar de extintores vacíos y en desuso



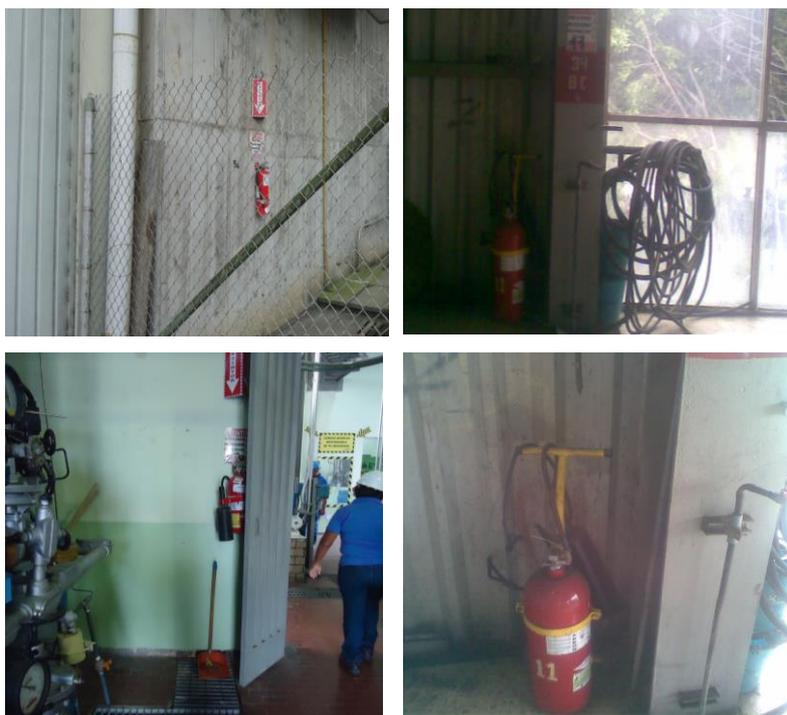
Fuente: Autor

Figura 43. Hidrantes descompuestos



Fuente: Autor

Figura 44. Extintores mal ubicados



Fuente: Autor

Figura 45. Obstrucción de extintores



Fuente: Autor

Una vez concluido el estudio actual en que se encuentra la empresa referente a los sistemas de extinción, determinaremos las propuestas y recomendaciones para el debido mejoramiento, eficiencia y eficacia del Sistema de Defensa Contra Incendios en relación a los extintores portátiles, las mismas que se detallan en el capítulo siguiente.

CAPÍTULO IV

4. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS EN CELEC-EP TERMO ESMERALDAS

Ante un conato de incendio, los primeros elementos que se emplean para intentar controlarlo o extinguirlo son los extintores, es por ello que se dice que son elementos de primera línea frente al fuego incipiente. En esos momentos, las características del extintor, su fácil localización y el uso que se haga de él son factores determinantes para que se consiga evitar, o no, la propagación del fuego.

El proceso de evaluar el peligro de incendio de una actividad, comprende la identificación de riesgos de incendio, el control del fuego y la protección adecuada. Si las características de los aparatos, equipos y sistemas contra incendios, así como su instalación y mantenimiento no satisfacen los requisitos de eficacia en su empleo, además de no ser útiles al fin para el que han sido destinados, crean una situación de inseguridad para las personas y bienes. (VELASCO, 2001)

Previo al análisis realizado en el capítulo anterior sobre la situación actual de la empresa CELEC-EP TERMOESMERALDAS con relación a los sistema de defensa contra incendio y tomando en cuenta la importancias de los mismos como medios de extinción de fuegos en primera instancia, se ha podido comprobar la necesidad urgente de soluciones inmediatas y prácticas que contribuyan a mejorar la situación de seguridad de los trabajadores en cada uno de los puestos de trabajo para lo cual el objetivo de este capítulo es el de proponer formas de mejoramiento a seguir, en el que además incluirá recomendaciones y sugerencias de cambio en cada sitio de trabajo en el que se haya detectado una falencia con respecto al medio de extinción de primera línea como son los extintores portátiles, para lo cual se detalla a continuación todos los factores a mejorar.

Las propuestas de mejoramiento que aquí se proponen servirán como una guía para

mantener un mejor control y mantenimiento de los extintores portátiles, basándonos en requerimientos que la norma NFPA 10 específica en su contenido, de tal forma que la propuesta sea un aporte al progreso del sistema de extinción de incendios en primera línea.

4.1 Propuesta de Estrategia D.C.I

Para el mejoramiento y el buen desempeño D.C.I propongo la creación de los siguientes planes de funcionamiento, los cuales se detalla su procedimiento y aplicación. La importancia de cada uno de estos programas asegura la reducción de riesgos y su inmediata aplicación. Los planes son los siguientes:

- *Programa técnico*
- *Programa de manejo y mantenimiento*
- *Programa de inspección y registro*
- *Programa de capacitación*
- *Plan de acción contra incendio*

4.1.1 Programa técnico. Se refiere a todos los datos técnicos, las técnicas de selección de extintores y sistemas, propuestas de reingeniería y reubicación, adquisiciones, reposición y modificación del sistema, este programa se encarga del estudio profesional del sistema D.C.I, y responde al por qué de cada acción.

4.1.1.1 Determinación de los extintores obsoletos. La determinación de saber si un extintor se encuentra obsoleto será crucial al momento de su aplicación, ya que un extintor en estas condiciones podrá causar una obstaculización al momento de atacar un conato de incendio permitiendo que este se prolongue a un incendio de mayor proporción.

Para ello la norma NFPA 10 proporciona una lista de extintores contra incendio que serán considerados obsoletos y tendrán que ser sacados de servicio:

- *Acción correctiva.* Cuando una inspección de cualquier extintor revela una deficiencia en cualquiera de las condiciones mencionadas en el punto 7.2.2, la acción correctiva inmediata será tomado.

- *Recargable Extintores.* Cuando una inspección de cualquier incendio recargable extintor revela una deficiencia en cualquiera de las condiciones enumeradas en 7.2.2 (3) o 7.2.2 (4), se someterán a los procedimientos de mantenimiento aplicables

- *No recargable Producto químico Seco Extintor.* Cuando una inspección de cualquier extintor químico seco no recargables revela una deficiencia en cualquiera de los condiciones mencionadas en el punto 7.2.2 (3) , 7.2.2 (4) o 7.2.2 (6) , que serán apartados de su uso posterior , dados de alta , y destruido en la dirección del propietario o devueltos al fabricante .

- *No recargable agente extintor Halón.* Cuando una inspección de cualquier extintor no recargable que contiene un agente de halones revela una deficiencia en cualquiera de las condiciones mencionadas en el punto 7.2.2 (3) , 7.2.2 (4) o 7.2.2 (6) , que sólo podrán ser retirados del servicio , no dado de alta, y devuelto al fabricante , un distribuidor de equipos contra incendios , o de un distribuidor para permitir la recuperación del halón.

- Anexo A 7.4.3.6 la humedad dentro de un extintor crea corrosión grave, dado el caso dejar fuera de servicio pagina 58 NFPA 10
- Anexo F 3.2 literal (8) los extintores de incendios no listados o etiquetados, pagina 98 NFPA 10.

Nota: es una interpretación del manual que está en inglés.

Cualquier extintor al que no pueda darse el mantenimiento adecuado según el manual de mantenimiento del fabricante será considerado obsoleto y tendrá que ser retirado del servicio.

4.1.1.2 *Selección del extintor.* Para una correcta selección de los extintores portátiles en la Empresa CELEC-EP TERMOESMERALDAS hay que determinar el riesgo que existe en cada una de las áreas como se lo realicé en el capítulo anterior, ya que la norma NFPA 10 selecciona el tipo de extintor de acuerdo al riesgo existente en el área.

4.1.1.3 *Selección y cantidad de extintores conforme a la norma NFPA 10.* Uno de los puntos importantes para extinguir un conato de incendio será la correcta selección de los extintores portátiles en cada área y para realizarlo es necesario contar con un buen análisis de riesgo de incendio por áreas el cual propondremos a continuación tomando en cuenta los siguientes aspectos: Plano 4: Plano D.C.I propuesto

- La naturaleza de los combustibles que puedan incendiarse.
- Las condiciones ambientales
- Cualquier preocupación de salud y seguridad operacional. (exposición de los operadores durante los esfuerzos de control de fuego).
- La superficie del lugar.
- La efectividad del extintor en el riesgo.

4.1.1.4 *Carga Calorífica.* Como primer paso se determina la carga de fuego ponderada en cada una de las áreas como ya se realizó en el capítulo anterior.

4.1.1.5 *Condiciones ambientales.* Las condiciones ambientales son un factor importante para la selección de un extintor debido a que cada extintor estará sometido a medios de temperatura, corrosivos y otras consideraciones atmosféricas como el viento, corrientes de aire, presencia de gases, etc. Debido a esto las condiciones ambientales de cada área son las siguientes:

Áreas administrativas. Las áreas administrativas se encuentran en un ambiente de temperatura normal ya que disponen de aire acondicionado, no se encuentran en medios corrosivos y no están expuestas a vientos o presencia de gases.

Áreas operativas. Estas áreas están en un ambiente de temperatura aclimatada ya que disponen de grandes ventanas para su ventilación, tienen un ambiente corrosivo por estar expuestos a la entrada de aire libre y tienen presencia de vientos y corrientes de aire.

Otras áreas. Estas se encuentran en condiciones ambientales similares a las áreas operativas con la diferencia que ciertas áreas están más expuestas al aire libre, lo que provoca que se genere un mayor medio de corrosión y de vientos fuertes.

4.1.1.6 Salud y seguridad operacional. Tomando en cuenta que lo más importante es la salud y la seguridad de los trabajadores hay que determinar el extintor más adecuado para prevenir daños a la salud en el mismo instante o a futuro.

4.1.1.7 Efectividad del extintor en el riesgo. La selección del extintor adecuado para la clase de peligro depende del análisis cuidadoso de las ventajas y desventajas de los diferentes tipos disponibles. A continuación se denotarán algunos de los puntos que se deberían tomar en cuenta.

Extintor de agua

Una ventaja importante del extintor de agua a presión, en relación con el extintor de inversión, es la capacidad de ser descargado intermitentemente. Algunos modelos son adecuados para usarlos en condiciones de congelación cuando son cargados de la manera como indica la placa de identificación.

Puesto que el extintor de tanque y bomba (el tipo de transportar a mano) no puede ser operado mientras está siendo transportado, su uso es más difícil. Sin embargo, posee algunas ventajas sobre el extintor presurizado bajo determinadas circunstancias. Es una excelente opción como extintor auxiliar en operaciones de soldadura o corte, para protección de edificaciones en localidades remotas y para el uso de la industria de la construcción. Puede ser fácilmente cargado con agua de un conveniente y relativamente limpio suministro de agua, puede ser usado sin la necesidad de presurización y se le puede dar un fácil mantenimiento. Puede ser usado en

condiciones de congelación y con aditivos químicos que contienen inhibidores de corrosión; sin embargo, se recomiendan los tanques de cobre y los no metálicos puesto que no se corroen fácilmente. El tipo de extintor de tanque de espalda con bomba, que puede ser utilizado mientras se acarrea, es ideal para combatir los fuegos en malezas y arbustos.

Extintores AFFF y FFFP

Los extintores AFFF (espuma formadora de película acuosa) y FFFP (fluoroproteína formadora de película) están clasificados para ser usados en los fuegos de Clase A y Clase B. No son aptos para ser usados en temperaturas de congelación. Una ventaja de este extintor en los líquidos inflamables de Clase B de apreciable profundidad, es la capacidad del agente extintor para cubrir la superficie del líquido ayudando a prevenir la re-ignición.

Extintores de dióxido de carbono

La principal ventaja de los extintores de dióxido de carbono (CO₂) es que el extintor no deja residuo luego de su uso. Este es un factor importante para la protección del equipo electrónico delicado y costoso. Otras de sus aplicaciones típicas son, en las áreas de preparación de comidas, laboratorios y en áreas de impresión y duplicación. Los extintores de dióxido de carbono son listados para uso en fuegos Clase B y Clase C. Como el agente extintor es descargado en la forma de una nube de gas/nieve, tiene un alcance relativamente corto de 3 a 8pies (1 a 2,4m.). Este tipo de extintor no se recomienda para usarlo al aire libre donde haya vientos, o en locales interiores que están sujetos a fuertes corrientes de aire, porque el agente extintor puede disiparse rápidamente y no extinguir. La concentración necesaria para la extinción del fuego reduce la cantidad de oxígeno (aire) que se necesita para la protección de la vida cuando la descarga es en un área (espacio) cerrada.

Extintores de polvo químico seco

Los extintores de químico seco (bicarbonato de sodio, bicarbonato de potasio, bicarbonato de potasio de base urea o de base de cloruro) son principalmente para uso en incendios Clase B y Clase C. Los extintores de químico seco (base de fosfato de amoniaco multiuso) son para uso en incendios Clase A, Clase B y Clase C.

Hay dos métodos para descargar el agente químico seco del cilindro del extintor, dependiendo del diseño básico de extintor por operación de cápsula y el método presurizado.

Sin importar el diseño del extintor, el método de aplicación del agente es básicamente el mismo. Los extintores presurizados se consiguen en capacidades de 1 lb a 30 lb (0,5 kg a 14 kg) para extintores manuales y 125 lb a 250 lb (57 kg a 113.5 kg) para extintores sobre ruedas. Los extintores de operación de cápsula o cilindro están disponibles en capacidades de 4 a 30 lb (1,8 kg a 14 kg) para extintores de mano y 45 lb a 350 lb (20 kg a 159 kg) para extintores sobre ruedas.

La mayoría de extintores de químico seco con denominaciones de 20-B y menores descargan su contenido en 8 s a 20 s.

Todos los extintores de químico seco se pueden transportar y operar simultáneamente y descargarse intermitentemente. El chorro de descarga tiene un alcance horizontal de 5 pies a 30 pies (1,5 m a 9,2 m), dependiendo del tamaño del extintor. Cuando se usan en incendios exteriores, se puede lograr la eficiencia máxima cuando la dirección del viento está sobre la espalda del operador

Extintores comunes de químico seco (fuegos clase B y C.)

Los extintores de este tipo tienen una clasificación de 1-B: C a 160-B: C y los modelos sobre ruedas de 80-B: C a 640-B: C. Estos tipos de agente son: bicarbonato de sodio, bicarbonato de potasio, cloruro de potasio o bicarbonato de potasio ureico.

Extintores de químico seco multipropósito (clase A, clase B, clase C)

Los extintores de este tipo tienen fosfato de amonio como base. Los modelos portátiles tienen una clasificación de 1-A a 20-A y de 10 a 120-B: C, los modelos sobre ruedas tienen una clasificación de 20 a 40-A y de 60 a 320-B: C. Los agentes multipropósito se aplican exactamente igual a los extintores de químico seco comunes en fuegos de Clase B. (VELASCO, 2001)

4.1.1.8 *Propuesta de selección, tamaño y número de los extintores en la Empresa CELE-EP TERMOESMERALDAS.* Una vez determinado el riesgo que existe en cada área procedemos a la selección tamaño y número de los extintores portátiles en cada área.

Distribución De Extintores Para Combustibles De Clase A

La tabla 9. Sirve de guía para determinar el número mínimo y clasificación de los extintores para fuegos de clase A, que se necesitan en una clase particular. A veces puede ser necesario utilizar extintores de clasificación más alta que la indicada por la tabla, debido a condiciones peligrosas de procesos industriales, configuración de edificios, etc., pero en ningún caso debe excederse la máxima distancia recorrida que se recomienda.

Tabla 9. Tamaño y emplazamiento de los extintores para fuegos de clase A

	Riesgo de la ocupación ligero (Bajo)	Riesgo de la ocupación normal (Moderada)	Riesgo de la ocupación extra
Clasificación mínima del extintor	2-A	2-A	4-A*
Superficie máxima del suelo por unidad de A	300 pies2	1500 pies2	1000 pies2
Superficie máxima de suelo por extintor	11.250 pies2**	11.250 pies2**	11.250 pies2**
Máxima longitud de recorrido hasta los extintores	75 pies2	75 pies2	75 pies2

Fuente: NFPA 10

* En vez de un extintor 4-A se pueden instalar dos extintores de agua de 2 ½ galones (9.46 litros).

** Ver NFPA 10, apéndice E-33, portable Fire Extinguishers unidades SI: 1 pie = 0.305 m; 1 pie2 = 0.0929 m2

El primer paso para calcular cuántos extintores de Clase A se necesitan, consiste en determinar si la zona que hay que proteger constituye riesgo ligero, ordinario o

extraordinario (Véase la Norma 10 de la NFPA). A continuación, la clasificación del extintor debe adecuarse al riesgo para determinar el área máxima que un extintor puede proteger. La tabla II también especifica la máxima distancia que hay que recorrer (Trayecto real) permitida; Para extintores de Clase A esta distancia es de 75 pies (23 m).

Distribución De Extintores Para Combustible De Clase B

Como ya se ha indicado, los riesgos de incendio de Clase B se clasifica en dos categorías; la primera incluye líquidos de ¼ pulgadas (6,4 mm). En la zona donde los líquidos no alcancen profundidad apreciable, los extintores deben disponer de acuerdo con la Tabla 10. La razón de que la distancia máxima de recorrido para extintores de Clase B sea de 50 pies (15,2 m), en vez de los 75 pies (23 m) para extintores de Clase A, se debe a que los fuegos de líquidos inflamables alcanzan su máxima intensidad casi inmediatamente y por ello el extintor debe estar más cerca. Para extintores de clasificación más baja, la distancia se reduce a 30 pies (9 m).

Tabla 10. Tamaño y emplazamiento de los extintores para fuegos de Clase B, excluyendo la protección de depósitos profundos de líquidos inflamables.

Tipo de riesgo	Clasificación máxima del extintor	Máxima longitud de recorrido hasta los extintores	
		Pies	Metros
Bajo	5-B	30	9
	10-B	50	15
Moderado	10-B	30	9
	20-B	50	15
Alto	40-B	30	9
	80-B	50	15

Fuente:

http://www.laseguridad.ws/consejo/consejo/html/memorias/memoria_complementarias_congreso_40/archivos/cursillo/3.2.pdf

Incluso aunque la Tabla 10 especifica distancias de fuegos de clase B, debe utilizarse el sentido común para su desplazamiento real. Cuanto más cerca este el extintor del riesgo, tanto mejor, pero sin que la proximidad sea tal que el fuego pueda dañar o dificultar el acceso al extintor: Cuando un recinto completo constituya un riesgo de Clase B (como

un taller de reparaciones de automóviles), los extintores deben situarse a distancias regulares, de forma que los trayectos de recorrido no excedan los especificados en la tabla 10.

Cuando los líquidos inflamables alcancen una profundidad apreciable, el número de clasificación del extintor (excepto para los de espuma) debe ser al menos el doble del número de pies cuadrados de la superficie del depósito mayor que haya en la zona (suponiendo que se cumplan el resto de los requerimientos). Deben emplearse también los trayectos de recorrido especificados en la Tabla 10 para distribuir los extintores para la protección de riesgos.

Cuando los puntos de peligro estén muy separados y se excedan las distancias de recorrido, debe establecerse una proyección individualizada. Cuando haya cubas de procesos industriales con líquidos inflamables de superficie mayor a 10 pies² (1 m²), no debe dependerse exclusivamente de los extintores. Los fuegos en depósito de este tamaño pueden alcanzar rápidamente unas dimensiones y una intensidad tales que resulte imposible aproximarse a ellos; en estos casos, debe instalarse algún tipo de protección fija apropiada. Si se instala un sistema de protección fijo para fuegos de Clase B, puede excluirse la instalación de extintores portátiles para estos riesgos específicos, pero no para la protección de toda la estructura u otros riesgos especiales presentes en la zona. En cualquier caso, los extintores portátiles son siempre útiles. Pueden resultar necesarios incluso si se ha instalado un sistema fijo de protección en caso de que un depósito ardiendo derrame líquido fuera del radio de acción del equipo fijo, o que el fuego se origine en un lugar adyacente al depósito en vez de en el interior del mismo. En general, no debe intentarse extinguir fuegos de combustible presurizado a menos que la fuente de combustión pueda eliminarse rápidamente; en caso contrario podría producirse una explosión.

Distribución de extintores para fuegos de Clase C

Se emplean para fuegos de equipos eléctricos en carga. Este tipo de extintores contiene un agente no conductor, normalmente CO₂, polvo químico, agente halogenado o un agente limpio. Una vez que se desenergiza el equipo eléctrico el fuego se convierte en Clase A, B o A: B, en función de la naturaleza del equipo que arde y de los materiales

en sus proximidades. Los extintores para fuegos de Clase C deben seleccionarse según: (1) las dimensiones del equipo eléctrico, (2) su configuración (particularmente los cerramientos de las unidades, que afectan a la distribución del agente); y (3) el alcance del chorro del extintor. En grandes instalaciones, donde la falta de energía resulta crítica, es recomendable emplear protecciones fijas. Incluso cuando se emplean estas últimas se recomienda instalar algunos extintores de clase C para atacar fuegos incipientes. (<http://www.laseguridad.ws>)

Para la selección y tamaño del tipo de extintor debemos analizar la clase de fuego existente en cada área y ver que extintor es el más adecuado considerando sus ventajas y desventajas frente a la salud de los trabajadores y a las condiciones ambientales del lugar. La empresa CELEC-EP TERMOESMERALDAS cuenta con sistemas contra incendio y se encuentran en estados habilitados y deshabilitados por lo que para complementar y así sea efectivo el sistema D.C.I se propone dos puntos básicos: habilitar los ya existentes que están en estado deshabilitado y aumentar en las áreas de estudio donde no existen los complementarios y se detalla en la tabla siguiente:

Tabla 11. Extintores habilitados

Extintores habilitados		
Nro.	Detalle	Tamaño lb
5	CO2	5
18	PQS y CO2	10
1	PQS	13
1	CO2	15
12	PQS y CO2	20
22	Rodante	22
1	Rodante	150
60		235

Fuente: Autor

La norma NFPA 10 estandariza en el anexo E (Distribución de los extintores) tabla E.3.4 pagina 91, que 10 lb en un extintor tiene 10 m2 de cobertura; por lo que se determina que los 60 extintores habilitados cubren un área operativa de 2350m2.

Tabla 12. Extintores deshabilitados

Extintores deshabilitados		
Nro.	Detalle	Tamaño lb
3	CO2	5
6	PQS y CO2	10
2	PQS	13
2	PQS y CO2	20
4	Rodante	22
17		70

Fuente: Autor

Los 17 extintores deshabilitados al habilitarlos cubrirán un área operativa de 700m2; ya que ninguno está obsoleto.

Para los extintores complementarios que se encargarán de cubrir el área operativa restante y ser un apoyo para los sistemas fijos y móviles se tomara el siguiente criterio:

Cada área revela que la mayoría dispone de materiales combustibles tipo B y C la selección del extintor será del tipo de PQS y CO2, **los del tipo de PQS** son seleccionados para los lugares que están más expuestos al aire libre debido a que estos se dispersan menos por el viento que el CO2 y **los del tipo de CO2** se seleccionaron para ser colocados en los lugares donde exista mayor cantidad de equipo eléctrico y a su vez en compañía de los del tipo de PQS para brindar mayor protección.

En la tabla que se hace el detalle del tipo de fuego a combatir, el tipo de extintor a usar, libraje de los mismos y que cantidades se requieren por áreas. Y se detalla de la siguiente manera:

Tabla 13. Extintores complementarios del sistema D.C.I

Áreas operativas influencia para extintores	Tipo de fuego	Tipo ext.	Tamaño	Cantidad
Sala cerradas	A,B,C	CO2	10lb	6
Sala semi-abiertas	B,C	CO2	10lb	7
Salas abiertas	B,C	PQS	10lb	1
Taller mecánico	B,C	CO2	10lb	2
Bodega/Almacenaje	A,B,C	PQS	10lb	2
				18

Fuente: Autor

Se debe implementar bajo las normas técnicas 18 extintores de 10 lb, de apoyo complementario al sistema existente D.C.I en el área de operación de la planta; con lo que cubrirá el área restante de esta que corresponde a 1800m² dando un total del área operativa para extintores de 4850m². Y para los sistemas fijos D.C.I se recomienda la habilitación siguiente:

Tabla 14. Acción para los sistemas fijos contra incendio deshabilitados

Acción para los sistemas fijos contra incendio deshabilitados		
Nro.	Detalle	Acción
5	Hidrantes	Mantenimiento y modificación
2	Hidrantes	Cambio y modificación
6	Cajetines con manguera 1 1/2 y pitón	Mantenimiento
2	Cajetines con manguera 1 1/2 y pitón	Cambio
1	Sistema de rociadores 20m	Cambio
1	Sistemas de agua-espuma 4m ³	Mantenimiento
15	Detectores de humo fotoeléctrico	Cambio
20	Detectores iónicos de humo	Cambio
2	Alarmas manuales	Cambio
1	Cilindros de CO2 conectados a tubería	Mantenimiento

Fuente: Autor

4.1.1.9 *Análisis de la propuesta.* Tomando en cuenta el material combustible podemos darnos cuenta que las áreas cuentan con fuegos tipo A, B y C en su mayoría, es decir que por el material combustible los extintores a seleccionar serían del tipo CO2 o PQS se descarta los extintores de agua puesto que en el área de operación se encuentra combustible del tipo C (equipo eléctrico), pero se ha seleccionado el extintor del tipo de CO2 porque éste tiene la ventaja de no dejar residuos luego de su uso, lo que no causaría daños a los equipos eléctricos ni a la salud del trabajador, a diferencia del tipo de PQS que deja residuos después de su uso.

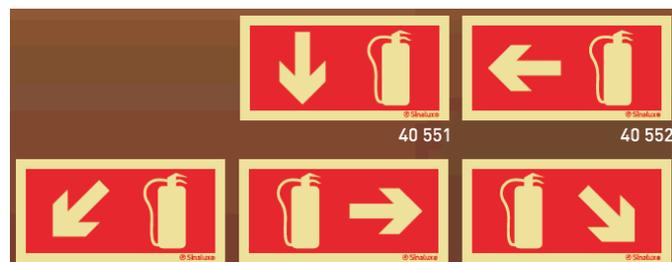
En cambio en los sistemas fijos D.C.I se requiere reposición del equipo o partes obsoletas y mantenimiento de los que están deshabilitados.

4.1.1.10 *Colocación de los extintores portátiles según la norma NFPA 10.* Como primer paso para una correcta colocación de un extintor contra incendios es analizar el lugar donde va a ser colocado, el mismo que deberá estar cerca del peligro pero no sobre él.

A continuación se describe la señalética a implementarse, para la selección se lo ha realizado mediante la norma INEN 439 que se aplica para distancias de percepción menores a 50 metros.

Los extintores contra incendio no deberán estar bloqueados visualmente, si las obstrucciones visibles no se pueden evitar las salidas de emergencia deberán proveer señales que indique la ubicación del extintor, como las que se indica en la figura 46.

Figura 46. Señales direccionales de ubicación

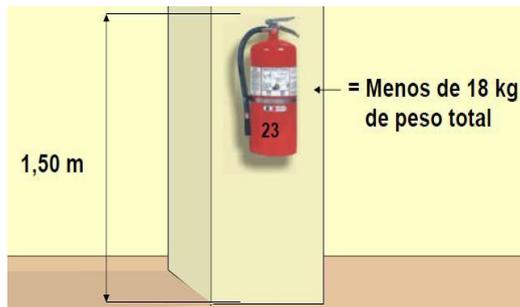


Fuente: [http://www.treballo.com/documentos/pdf/- 78 - eñalización_incendios.pdf](http://www.treballo.com/documentos/pdf/-78-eñalización_incendios.pdf)

4.1.1.11 *Altura de instalación.* Para la altura de instalación de los extintores la recomendación de la norma es la siguiente.

Todo extintor contra incendio que su peso bruto no exceda de 18kg deberá ser instalado de tal forma que desde el piso hasta la parte superior del extintor no exceda los 5ft (1,5m) como se muestra en la figura 47 sobre la altura de instalación.

Figura 47. Altura para extintores que no exceden los 18 kg

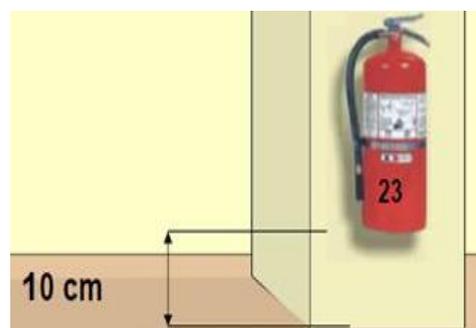


Fuente: <http://diseñoenseguridad.blogspot.com/2011/03/un-poco-de-lo-que-hacemos.html>

Todo extintor contra incendio que su peso bruto exceda de 18kg (excepto los extintores sobre ruedas) deberá ser instalado de tal forma que desde el piso hasta la parte superior del extintor no exceda los 1,50m sobre la altura de instalación. En el caso de que vaya a ser operado por mujeres así el peso bruto del extintor no exceda los 18 kg.

Por ningún motivo el espacio entre el suelo y la parte inferior del extintor deberá ser menor de 4in (10cm) sobre la altura de instalación.

Figura 48. Altura mínima del suelo al extintor



Fuente: <http://diseñoenseguridad.blogspot.com/2011/03/un-poco-de-lo-que-hacemos.html>

- En una lista de soportes aprobados para tal fin

Figura 51. Soportes aprobados



Fuente: <http://espanol.grainger.com/product/AMEREX-Fire-Extinguisher-Bracket-3JMY6>

- En gabinetes o huecos en la pared

Figura 52: Gabinetes para extintores



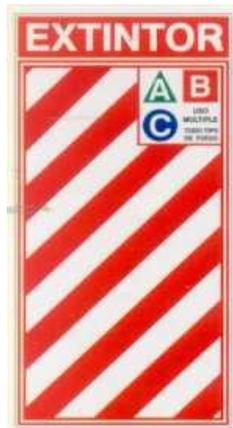
Fuente: <http://www.grupohys.com.ar/products/Gabinetes-para-extintores.html>

Los extintores que se encuentren en condiciones donde estén sueltos deberán ser instalados con un soporte con correa y los extintores que se encuentren en condiciones sujetos a daño físico deberán ser protegidos mediante gabinetes.

4.1.1.13 Propuesta de señalización de seguridad de los extintores. La señalización deberá estar en lugares perfectamente visibles, accesibles, según el riesgo a proteger; es por ello que todas las señales son de color rojo, color de seguridad, que ayuda a localizarlo de manera inmediata. La propuesta de señalización de los extintores portátiles contra incendio en la Empresa CELEC-EP TERMOESMERALDAS es la siguiente:

- Para señalar la ubicación de un extintor se debe pintar un recuadro de una superficie con franjas inclinadas en 45° respecto de la horizontal blancas y rojas de 10 cm. De ancho. Se debe indicar en la parte superior derecha del recuadro las letras correspondientes a los tipos de fuego para los cuales es apto el extintor. El tamaño de la letra debe ser suficientemente grande como para ser vista desde una distancia de 5 metros.

Figura 53. Recuadro de señalización

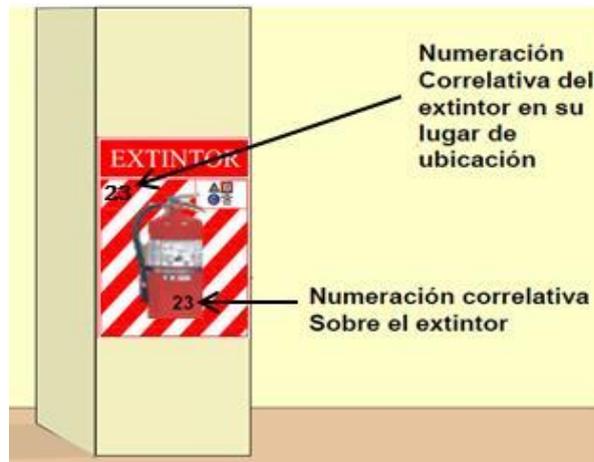


Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=24>

- Colocar un número que identifique a cada extintor tanto en el recuadro como en el aparato, para sus registros de control, cuidado y mantenimiento así también para evitar que sean cambiados de posición.

Una correcta numeración de los extintores ayudara eficientemente al momento de combatir el conato de incendio y evitara equivocaciones con relación al tipo de incendio a combatir.

Figura 54. Número de identificación



Fuente: Autor

- Para que un extintor pueda ser visto desde una distancia lejana se debe colocar una señal adicional a una altura de 2 o 2,5 metros respecto del piso tal como lo muestra la siguiente:

Figura 55. Señal adicional



Fuente: <http://www.elmundodelassenales.com/correcta.htm>

Figura 56. Ubicación de la señal adicional del extintor



Fuente: Autor

También es recomendable colocar un instructivo HAPA de uso del extintor junto al mismo.

Figura 57. Señales de uso del extintor HAPA



Fuente: http://produccinyseguridadindustrial.blogspot.com/2010_08_01_archive.html

Hale pasador de seguridad

Apunte la boquilla a la base de la llama

Presione el gatillo

Abanique con el extintor de lado a lado.

Tabla 15. Señales a implementar

Señales D.C.I	
Señal	Cantidad
Extintor (D.C.I)	18
Recuadro de extintor	29
Hapa	58
Total	105

Fuente: Autor

Esto referente a los 18 extintores a implementar, 3 señales para cada uno y 40 Hapas para los existentes que habría de implementarles y 11 de recuadros de extintores para los ya existentes.

4.1.1.14 Prueba hidrostática. El objeto de la realización de pruebas hidrostáticas de los extintores portátiles sometidos a presiones internas es evitar que sucedan fallos inesperados mientras están en servicio. Tales fallos pueden ser debidos a: 1. Corrosión interna causada por la humedad y no detectada. 2. Corrosión externa causada por la humedad atmosférica o vapores corrosivos. 3. Daños causados por manipulación descuidada (que pueden ser, o no, claramente observados por inspección visual). 4. Presurización repetida. 5. Defectos de construcción 6. Montaje impreciso de las válvulas o de los discos de seguridad. 7. Exposición del extintor a temperaturas superiores a las normales, tal como puede ocurrir durante un incendio. Las recomendaciones de la NFPA para las pruebas hidrostáticas exigen que se realicen a intervalos que no excedan de los indicados en la Tabla 14, según los distintos tipos de extintores. La primera prueba hidrostática de los extintores cuyo intervalo de prueba está señalado en cinco años, debe realizarse entre el 5 y el 6 año posterior a la adquisición.

También deben realizarse pruebas hidrostáticas inmediatamente después del descubrimiento de fallos mecánicos o de corrosión del cuerpo del exterior.

La norma NFPA 10 expresa en su literal 8.1.2.1 lo siguiente: La prueba hidrostática debe ser ejecutada por personas que tengan un conocimiento práctico de los métodos de prueba de presión y sus precauciones, y que tengan disponible un equipo, facilidades adecuadas y manual (es) de servicios apropiados.

Frecuencia de las pruebas hidrostáticas

La frecuencia con que debe hacerse una prueba hidrostática de los extintores portátiles esta especificada por la norma NFPA 10.

Tabla 16. Frecuencia de prueba hidrostática

Tipo de extintor	Intervalo de prueba (años)
De agua a presión y/o anticongelante	5
Agente humectante (agua penetrante)	5
AFFF (Espuma formadora de película acuosa)	5
FFFP (Espuma fluoroproteínica formadora de película)	5
Químico seco con cilindro de acero inoxidable	5
Dióxido de Carbono	5
Químico Húmedo	5
Químico seco, cargado a presión con cilindros de acero maleable, de metal bronceado, o de aluminio	12
Químico seco operado por cilindro de gas o cartucho (cápsula) con cilindro de acero maleable	12
Agentes halogenados	12
Polvo seco, cargado a presión con cartucho o Cápsula expelente y con recipiente de acero dulce	12

Fuente: <http://www.slideshare.net/MOSHERG/norma-nfpa-10-2007-espaol>

Todas las mangueras usadas para extintores de alta o baja presión deberán ser probadas al mismo tiempo que el del extintor al que están instaladas. Las celdas remarcadas con amarillo son de los extintores que la Empresa CELEC-EP TERMOESMERALDAS dispone en sus instalaciones.

Recomendaciones generales

- La prueba hidrostática deberá realizarse durante el año calendario en el cual cumple su tiempo específico.
- En ningún caso el extintor deberá ser cargado si se encuentra pasado del tiempo en el que debió ser probado.

4.1.2 Programa de manejo y mantenimiento. Se refiere a las formas correctas de uso dentro del proceso, formas y métodos de acción y reacción frente a eventos adversos, también se refiere a un conjunto de acciones de mantenimiento preventivo para los sistemas D.C.I, según la capacidad y características de funcionamiento, este programa reúne los planes de manejo de cada uno de los elementos del sistema D.C.I, así asegura el correcto mantenimiento del sistema.

4.1.2.1 Manual de instrucciones. El dueño o representante legal deberá proveer con un manual de instrucciones sobre los extintores contra incendios en donde se detalle de manera resumida y clara todo lo referente a las instrucciones y precauciones que se debe tener para la instalación, operación, inspección y mantenimiento de los extintores contra incendios.

4.1.2.2 Manual de procedimientos para la inspección, mantenimiento y recarga de los extintores. Como procedimientos generales tenemos lo siguiente:

- La inspección, mantenimiento y recarga de los extintores deberá estar a cargo del dueño o encargado de la empresa o a su vez del respectivo departamento de seguridad.
- El personal encargado del mantenimiento y recarga de los extintores deberán ser entrenados y certificados que tengan la suficiente instrucción necesaria para desempeñar en forma confiable el mantenimiento y la recarga.
- Los extintores que deberán ser retirados de su lugar designado por motivos de mantenimiento o recarga deben ser sustituidos por otro extintor adecuado para el tipo de riesgo y por lo menos de igual clasificación.
- Las etiquetas o rótulos designados para registrar la inspección, mantenimiento o recarga no deberán estar colocadas en el frente del extintor.

- Los extintores deben tener en el frente etiquetas donde se indique el uso, la clasificación o a su vez ambos.

4.1.2.3 *Uso adecuado de los extintores.* En la etiqueta de cada extintor se especifica su modo de empleo y las precauciones a tomar. Pero se ha de resaltar que en el momento de la emergencia sería muy difícil asimilar todas las reglas prácticas de utilización del aparato, por ello hay que familiarizarse con los extintores que tenemos en cada uno de nuestros Centros así como saber dónde están ubicados y cuál es su eficacia y agente extintor, por lo que el personal de la Empresa CELEC-EP TERMOESMERALDAS deberá tener conocimiento sobre el uso adecuado del extintor para cada tipo del mismo.

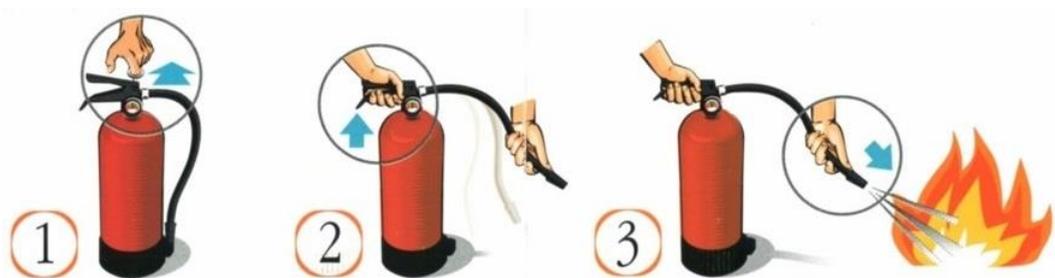
4.1.2.4 *Procedimientos para el uso del extintor.* Para la manipulación correcta del extintor el personal de la Empresa Celec Ep Termo Esmeraldas deberá conocer el procedimiento de uso para cada tipo de extintor, por lo que se propone manuales de uso de extintores para los dos casos en que el personal podrá encontrar.

4.1.2.5 *Manual básico de cada extintor*

Extintor de PQS presurizado

- Retire el pasador o seguro de la manilla del extintor.
- Diríjase a la zona del fuego y tome la manguera del extintor.
- Accione el gatillo y dirija la descarga (Manguera) a la base del fuego.

Figura 58. Manejo de extintor (PQS)



Fuente: <http://www.expower.es/vida-util-extintor.htm>

Extintor de PQS con cartucho de gas

- Hale la manguera y diríjase a la zona de fuego.
- Tome la manguera y diríjase a la base del fuego. Abra el cartucho (capsula)
- Presione la manilla de la manguera dirigiendo la descarga a la base del fuego.

Extintor de CO2

- Retire el seguro o pasador del gatillo.
- Diríjase a la zona del fuego. Tomé la manguera en la empuñadura existente en la parte anterior a la corneta de descarga.
- Accione la manilla de descarga y descargue el agente. Nunca sujete la corneta de descarga, pues ésta se congela.

Figura 59. Extintor CO2



Fuente:<http://www.google.com/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.bomberosvoluntarios.org.py%2Fwp-content%2Fuploads%2F2013%2F07%2Fextintor>

4.1.2.6 *Técnicas para combatir fuegos incipientes.*

- Acercarse a favor del viento, para que este aleje el humo y aumente el alcance de extinción. Si hay mucho calor usar cortina de P.Q.S. Como protección.

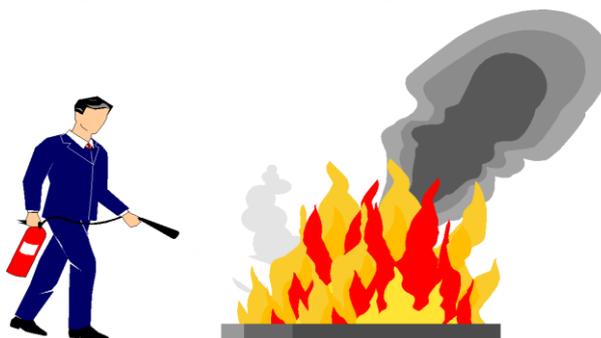
Figura 60. Técnica a favor del viento



Fuente: <http://www.docstoc.com/docs/123223604/uso-y-manejo-de-extintores>

- Atacar primero el borde más cercano para alejar las llamas manteniendo una descarga máxima y dirigiendo el chorro a la base de la llama.

Figura 61. Técnica de ataque a la llama



Fuente: <http://www.docstoc.com/docs/123223604/uso-y-manejo-de-extintores>

- Barrer rápidamente la tobera de lado a lado abanicando atacando toda la parte frontal del fuego antes de avanzar, para evitar quedar atrapado.

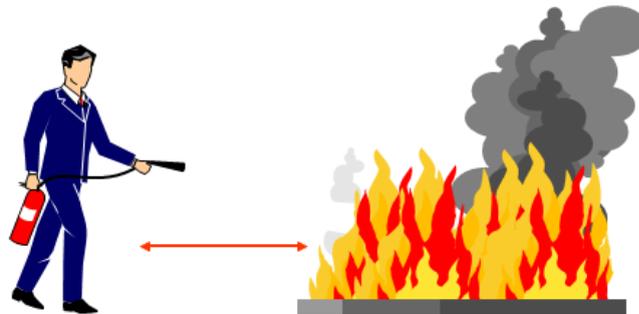
Figura 62. Técnica de movimiento del extintor



Fuente: <http://www.docstoc.com/docs/123223604/uso-y-manejo-de-extintores>

- Mantenerse lo suficiente apartado del fuego para asegurarse que la cortina de polvo abarque más, pues al atacar una pequeña parte aumenta el peligro de quedar atrapado por atrás.

Figura 63. Técnica de distancia con la llama



Fuente: <http://www.docstoc.com/docs/123223604/uso-y-manejo-de-extintores>

- Las cañerías presurizadas deben atacarse en el ángulo recto de la filtración. El flujo de líquido debe ser cortado para minimizar los riesgos de explosión.

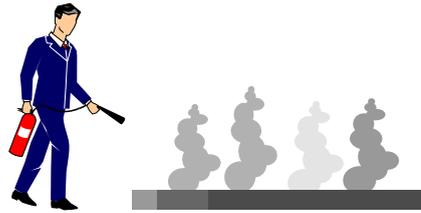
Figura 64. Técnica cañerías presurizadas



Fuente: <http://www.docstoc.com/docs/123223604/uso-y-manejo-de-extintores>

- Cuando el fuego está extinguido, se recomienda verificar que no haya reignición. Si hay cenizas ardiendo, aplicar nuevamente el polvo químico seco.

Figura 65. Técnica de verificación



Fuente: <http://www.docstoc.com/docs/123223604/uso-y-manejo-de-extintores>

- Los fuegos que involucran productos o líquidos combustibles deben ser extinguidos; primero el derrame inferior y luego el resto del fuego. Retire el extintor del soporte.

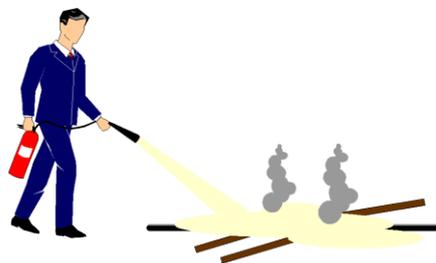
Figura 66. Técnica para líquidos inflamables



Fuente: <http://www.docstoc.com/docs/123223604/uso-y-manejo-de-extintores>

- Es conveniente dejar una buena capa de polvo químico seco sobre los escombros para evitar su reignición.

Figura 67. Técnica de precaución

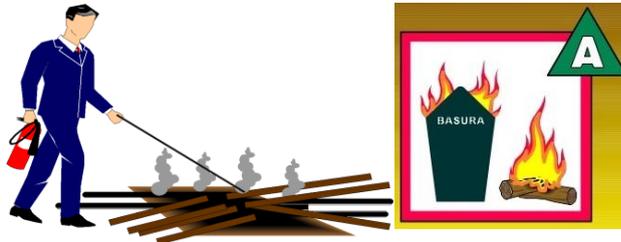


Fuente: <http://www.docstoc.com/docs/123223604/uso-y-manejo-de-extintores>

- Cuando el fuego es de tipo “A” (materiales combustibles sólidos), se puede controlar mediante la forma mostrada en el literal a y b.

- a) Una vez que las llamas han sido extinguidas, el operador debe separar con algún elemento los escombros para aumentar el enfriamiento y reducir las posibilidades de re-ignición.

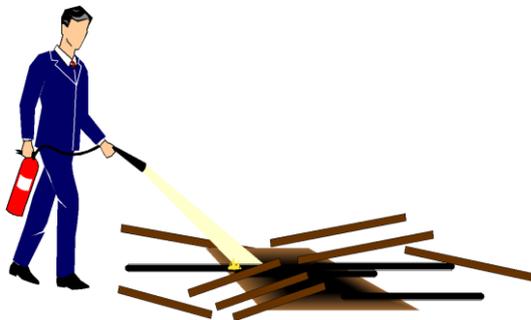
Figura 68. Técnica (a) para fuego clase A



Fuente: <http://www.docstoc.com/docs/123223604/uso-y-manejo-de-extintores>

- b) Después que los escombros han sido esparcidos, se pueden usar descargas intermitentes de P.Q.S. para enfriar y así lograr disminuir el calor y por consiguiente la extinción.

Figura 69. Técnica (b) para fuego clase A



Fuente: <http://www.docstoc.com/docs/123223604/uso-y-manejo-de-extintores>

4.1.2.7 *Propuesta para el mantenimiento de los extintores portátiles.* El mantenimiento se distingue de la simple inspección en que supone un examen a profundidad de cada extintor. Un mantenimiento implica desmontaje del extintor, examen de todos sus componentes, limpieza y sustitución de cualquier pieza defectuosa y montaje recargada y, cuando sea aplicable presurización del extintor, estas revisiones pueden revelar la necesidad de hacer pruebas hidrostáticas del contenedor incluso la conveniencia de desecharlo y sustituirlo por uno nuevo.

4.1.2.8 Frecuencia de mantenimiento. El mantenimiento debe realizarse periódicamente, como mínimo una vez al año, inmediatamente después de cada utilización o cuando cada inspección muestre la necesidad de remisión. Por ejemplo si durante una inspección se descubren daños severos por corrosión, el extintor debe someterse a una revisión profunda incluso si recientemente se ha llevado a cabo una. Igualmente si la inspección revela que se ha producido una manipulación indebida, hay fuga o evidencia de daños, debe iniciarse una revisión completa. La NFPA 10.

Tabla 17. Frecuencia de mantenimiento

Extintor tipo	Intervalo
De chorro cargado y anticongelante.	1
De agua con tanque manual, de agua con tanque manual con base de cloruro de calcio.	1
De polvo químico, con cartucho externo y cilindro con conchas de acero suave	1*
De polvos secos, con cartucho externo y cilindros con conchas de acero suave	1*
Con agentes humectantes	1
De agua presurizados	5
De AFFF (Espuma formadora de película acuosa)	3
De FFFP (Espuma fluoruro proteica formadora de película	**
De Polvo químico presurizado con conchas de acero inoxidable	
De dióxido de carbono	5
De químico húmedo	5
De polvo químico seco presurizado con conchas de acero, bronce, o aluminio.	6
De agentes halogenados.	6
De polvos secos presurizados , con conchas de acero suave	6

Fuente: <http://www.slideshare.net/MOSHERG/norma-nfpa-10-2007-espaol>

* El polvo químico en extintores con cartucho externo se examina en forma anual

* * El agente extintor en cargas de forma húmeda del tipo AFFF o FFFP se reemplaza cada 3 años y se acostumbra darle un mantenimiento profundo en esa fecha. Este mismo

agente en forma sólida para los de AFFF se cambiara cada 5 años después la prueba hidrostática y el mantenimiento profundo se le hace en esta fecha.

4.1.2.9 *Procedimientos de mantenimiento.* En cualquier revisión de un extintor existen tres puntos básicos que hay que verificar:

- Los componentes del dispositivo (es decir del contenido y de otras piezas);
- La cantidad y el estado del agente extintor; y
- El estado de los medios de expulsión del agente.

Debe llevarse un registro que indique la fecha de adquisición y revisiones periódicas, es aconsejable disponer de un registro separado que incluya los siguientes datos:

- Fecha de mantenimiento y nombre de la persona y agencia que lo ha efectuado;
- Fecha de la última recargada y nombre de la persona o agencia que lo haya realizado
- Datos de los ensayos hidrostáticos e indicación de quien los realizo:
- Descripción de desperfectos ocasionados por la prueba hidrostática;
- Fecha de la revisión efectuada cada seis años para determinados extintores de polvo químicos con presión incorporada y de agentes limpios.

Una vez que un extintor ha sido considerado para dársele mantenimiento hay que tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Partes mecánicas del extintor.
- Agente extinguidor, operado con cartucho o cilindro externo de extintores de Polvo químico seco, o extintores presurizados de chorro cargado y de bomba manual.
- Agentes expelentes de todo tipo de extintores.
- Apariencia física.
- Componentes del sistema de monitoreo electrónico.

Considerando que el mantenimiento de un extintor deberá ser realizado por una

empresa certificada que disponga de personal capacitado y de equipos adecuados para el correcto proceso.

4.1.2.10 *Apariencia física del extintor.* En lo que corresponde a la apariencia física de un extintor el proceso de mantenimiento se basará en la limpieza de todas sus partes externas para lo cual debemos conocer las partes principales de un extintor.

4.1.2.11 *Partes de un extintor.* Conoceremos las partes principales de los extintores con que cuenta la Empresa Celec Ep Termo Esmeraldas para su mantenimiento de limpieza.

Figura 70. Partes de un extintor



Fuente: <http://cursosemergencias.blogspot.com/2011/12/manual-de-usomanejo-de-extintores.html>

Cantidad del agente extintor

- El peso del agente extintor deberá ser igual al peso indicado en la etiqueta.
- Si el extintor no tiene el peso marcado en la etiqueta, deberá adherirse al cilindro una etiqueta permanente donde se indique el peso bruto.
- Esta etiqueta tendrá que ser de material autoadhesivo y durable.

Conversión de tipo de extintor

- Ningún extintor debe convertirse de un tipo a otro, ni convertirse al uso de un tipo diferente de agente extintor.
- Los extintores no deben ser usados para propósitos diferentes al de un extintor.

4.1.2.12 *Procedimientos de recarga de un extintor.* Para determinar los procedimientos a seguir para la recarga de un extintor hemos identificado los tipos de extintores que más se manejan en CELEC-EP TERMOESMERALDAS son de PQS y de CO₂.

Extintores de polvo

Los extintores de polvo deben llenarse inmediatamente después de su empleo, aunque solamente de hayan descargado parcialmente. Antes de recargarlos, debe tenerse el máximo cuidado para comprobar que no existe en el interior ni la más mínima traza de agua o humedad. Aunque los polvos para extintores estén tratados con un producto hidrófugo, podrían eventualmente apelmazarse si existiera algo de humedad. Cuando se hace la comprobación hidrostática de los extintores de polvo debe secarse totalmente para que no queden en su interior restos de agua o de humedad. Antes de introducir el agente extintor es aconsejable vaciar totalmente el cuerpo, bien invirtiéndolo o efectuando una aspiración por vacío, así como eliminar todos residuos del producto que queden en la manguera. Para la recarga debe emplearse el tipo de producto químico que especifique el fabricante.

Extintores de anhídrido carbónico CO₂

El único método para determinar que los extintores de anhídrido carbónico están totalmente cargados es comprobar su peso. Deben pesarse por lo menos dos veces al año, al mismo tiempo que examina la posibilidad de que hayan sufrido algún deterioro o daño físico. Los pesos del extintor cargado y en vacío deben estar grabados en la válvula.

Todo extintor de anhídrido carbónico que haya sufrido una pérdida de peso equivalente al 10%o debe recargarse y comprobarse por si tuviera fugas .La recarga la realiza generalmente una compañía dedicada al mantenimiento.

La norma para extintores de la NFPA da recomendaciones específicas para hacer estas recargas. El material preferible para la recarga de extintores de este tipo es el anhídrido carbónico a baja presión (300 psi a 0°F 206,8 kPa a 17°C) procedente directamente de su punto de generación o empleando medios intermedios como pueden ser cilindro secos.

4.1.3 Programa de inspección y registro. Los extintores deben inspeccionarse al momento de su instalación y posteriormente a intervalos aproximados de 30 días, cuando las circunstancias lo requieran las inspecciones deben ser más frecuentes.

Los extintores deben inspeccionarse ya sea manualmente o por medio de equipos electrónicos.

El extintor deberá tener marcado claramente la identificación de la organización que concede el rótulo o lista al equipo, la prueba de fuego y la norma de desempeño que el extintor iguala o excede.

Todos los extintores que estén listados para la clase de fuego tipo C no deberán tener un agente conductor de la electricidad.

4.1.3.1 Identificación de contenidos. Todo extintor de debe tener fijado ya sea en forma de rótulo, etiqueta o alguna marca similar la información que se detalla a continuación:

- Nombre del producto contenido tal como aparece en la HSIMP del fabricante.
- Una lista de identificación de materiales peligrosos de acuerdo al SIMP.
- La lista de los materiales peligrosos que estén en exceso 1% del contenido.
- La lista de cada químico en exceso del 5.0 del contenido.
- Información sobre lo que es peligroso en el agente de acuerdo a la HISM.

4.1.3.2 Propuesta para la inspección de los extintores portátiles. La inspección de los extintores portátiles es un procedimiento necesario con la finalidad de dar una seguridad sobre la operatividad del mismo.

Frecuencia de inspección

Los extintores deberán ser inspeccionados cada 30 días y cuando haya:

- Frecuencia alta de incendios en el pasado
- Riesgos severos
- Ubicaciones donde hacen el extintor susceptible de daño mecánico o físico.
- Exposición a temperaturas anormales o atmosferas corrosivas.

Procedimientos de inspección

La inspección periódica de los extintores debe incluir al menos:

- Que el extintor esté en su lugar designado.
- Que el acceso o la visibilidad al extintor no estén obstruidos.
- Que las instrucciones de manejo sobre la placa del extintor sean legibles y estén de frente a la vista.
- Que no estén rotos o falten los sellos indicadores de seguridad y mal uso.
- Determinar la carga por peso.
- Observar cualquier evidencia de daño físico, corrosión, escape u obstrucción de mangueras.
- Las lecturas del manómetro de presión deben estar en el rango operable.
- Para extintores sobre ruedas verificar la condición de las ruedas, llantas, vehículo.

Tomando en cuenta lo antes mencionado podemos sugerir la frecuencia con que se debe realizar las inspecciones en las áreas de la Empresa CELEC-EP TERMOESMERALDAS, así como también sabremos qué aspectos considerar al momento de la inspección.

4.1.3.3 *Acciones correctivas.* Cuando la inspección realizada revele alguna alteración, anomalía o deficiencia en alguno de los aspectos estipulados se deberá tomar acciones inmediatas.

Extintores recargables. Cuando un extintor recargable al momento de su inspección presenta alguna anomalía o alteración, se deberá someter a un procedimiento de mantenimiento.

Extintor de químico seco no recargable. Cuando la inspección de un extintor no recargable presente anomalías o alteraciones en las condiciones, éste deberá ser retirado del servicio, descartarse y destruirse según lo indicado por el fabricante.

Lo mismo se aplica para los extintores de agente halogenado a diferencia de que éste no es descartado y tiene que ser devuelto al fabricante o a un distribuidor de equipos de incendio para que pueda ser recuperado el halón.

4.1.3.4 *Ficha de inspección.* Se ha determinado la necesidad de proponer una ficha de inspección como un medio de ayuda para la realización de la inspección visual de ciertos parámetros de los extintores portátiles en cada lugar, considerando que este medio pueda facilitar información precisa acerca de la situación en que se encuentra los extintores portátiles. Ver Anexo D: Ficha de inspección

Ficha de inspección propuesta

La ficha expuesta a continuación contiene información que exige la norma NFPA 10 en su ítem 7.2.4.3 donde expresa:

* Deben estar registrados, al menos mensualmente donde se hace en forma visual la inspección, la fecha de inspección y las iniciales de la persona que la llevó a cabo.

También se ha incluido otra información que nos ayude a tener un mejor manejo en el control en los registros de inspección.

Tabla 18: Ficha de inspección

FICHA DE INSPECCIÓN DE EXTINTORES																								
LOCALIZACIÓN:					RESPONSABLE DE INSPECCIÓN:					FECHA DE INSPECCIÓN:					No.									
#	No. de Extintor	Tipo de Extintor	Clase de Agente Extintor	Capacidad	Fecha de Recarga		CONDICIONES DEL EXTINTOR																	
					Actual	Próxima	Presión		Sello / Garganta		Manómetro		Recipiente		Manija		Manguera		Pintura		Señalización/demarcación		Falta	
							B	M	S	N	B	M	B	M	B	M	B	M	S	N	S	N	S	N
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								
8																								
9																								
10																								
11																								
No	RESUMEN DE ESTADO DE LOS EXTINTORES Y/O GABINETES CONTRA INCENDIOS						ACCIONES A SEGUIR						RESPONSABLE TRABAJO				FECHA							
																	INICIACIÓN		TERMINACIÓN					
Siglas:		B: BIEN	S: SI																					
		M: MAL	N: NO	ANOTAR OBSERVACIONES ADICIONALES AL REVERSO DE LA HOJA																				

Fuente: Autor

4.1.3.5 *Ficha de recarga de un extintor.* Para llevar el control de las recargas realizadas o por realizar nos servirá de la ficha propuesta de mantenimiento que también nos ayudara a manejar mejor el registro de las recargas de los extintores. Ver Anexo E: Ficha de recarga

4.1.3.6 *Registro de recargas.* La ficha mencionada anteriormente es una ayuda para llevar el correcto registro de recargas, sin mencionar que todo extintor de incendios debe tener una etiqueta, marbete o rotulo bien asegurado al extintor y que cuente con la información siguiente:

- El mes y año que se realizó la recarga.
- Nombre de la persona que realizó la recarga.
- Nombre de la entidad que hizo el servicio.

Tabla 19. Ficha de recarga

Contestar con las siglas correspondientes:							
BE: Buen estado							
C: Cambiado							
R: Reparado							
FICHA DE RECARGA							
Grupo:							
Persona encargada:							
Rol:							
No.	FECHA DE RECARGA	INFORMACIÓN GENERAL			INFORMACIÓN DE LA RECARGA		
		TIPO DE AGENTE	ID. DEL PROPIETARIO	SERIE	PESO INICIAL	PESO FINAL	PESO MARCADO

Fuente: Autor

4.1.3.7 *Ficha de mantenimiento propuesta para el archivo de registro.* Esta ficha nos ayudará a llevar un control de cada uno de los extintores que han sido o tendrán que ser sometidos a mantenimiento, a su vez nos permitirá conocer la situación en que se encuentra cada una de las partes del extintor. Ver Anexo F: Ficha de mantenimiento

Tabla 20. Ficha de mantenimiento

Contestar con las siglas correspondientes											
BE: Buen estado											
C: Cambiado											
R: Reparado											
FICHA DE MANTENIMIENTO											
INFORMACIÓN GENERAL						INFORMACIÓN DEL EXTINTOR					
Grupo:						Tipo:					
Inspector:						Capacidad:					
Rol:						Serie:					
						ID. Propio					
ELEMENTOS DADO MANTENIMIENTO											
FECHA DE MANTENIMIENTO										AGENTE	
	MANOMETRO	PINTURA	MANGUERA	TAPA/EMPAQUE	PISTOLA/CORNETA	PERCUTOR / VÁLVULA	CAPSULA O CILINDRO	BOQUILLA	PORTA EXTINTOR	PQS	CO2
Observaciones:											

Fuente: Autor

4.1.3.8 *Registro de pruebas hidrostáticas.* Toda organización que efectúe las pruebas hidrostáticas deberá guardar los registros hasta la fecha en que expire la prueba o el equipo sea probado nuevamente, lo que suceda primero.

La empresa también deberá guardar los registros de las pruebas hidrostáticas que se han realizado a los extintores portátiles de la Empresa Celec Ep Termo Esmeraldas para así tener un mejor control de que extintor ya ha sido sometido a prueba y que ha sido modificado o cambiado en el mismo.

Una vez que el extintor sea devuelto y haya pasado la prueba hidrostática el departamento de SSA deberá revisar que el extintor lleve la etiqueta de prueba en el que deberá estar la siguiente información:

- Mes y año de la prueba.
- Presión de prueba usada.
- Nombre o iniciales de la persona que realizó la prueba hidrostática.
- Nombre de la empresa u organización que efectúa la prueba.

Esta etiqueta deberá cumplir el siguiente criterio según lo especifica la norma en su literal 8.7.2.2:

- Tamaño mínimo de 2" x 3" (5.1 cm x 8.9cm).
- La etiqueta debe fijarse al cilindro por medio de un proceso en frío.
- Esas etiquetas deben ser de tipo que se autodestruya cuando se retire del cilindro del extintor.

En la etiqueta de prueba además de la información antes mencionada también deberá incluirse la siguiente según sea el caso:

- Los cilindros que han sido sometidos a una prueba del método de expansión volumétrica (chaqueta de agua) deberán tener marcado en la etiqueta el número de identificación del que hace la prueba.
- Los cilindros que hayan sido sometidos a una prueba del método de modificado
- (presión de prueba) deberán tener marcado la letra S anexa al año de la prueba.

4.1.3.9 *Conservación de registros.* Para los registros de mantenimiento debe tenerse en cuenta dos aspectos:

- La etiqueta de mantenimiento adherida al extintor
- El registro general de mantenimiento.

Todos los extintores que pasen por un procedimiento de mantenimiento deberán tener adheridos a él una etiqueta de mantenimiento como lo estipula la norma NFPA 10 en su literal 7.3.3.1, la misma que es proporcionada por la empresa certificada que ha realizado el mantenimiento del extintor, en la cual debe incluir la siguiente información:

- Año y mes de la ejecución del mantenimiento.
- Nombre o iniciales de la persona que la ejecuta y el nombre de la entidad que hizo el mantenimiento.

Además de la etiqueta o marbete requerido por la norma NFPA 10 en su ítems 7.3.3.1, debe mantenerse un archivo de registro permanente para cada extintor. Éste debe incluir la siguiente información según sea aplicable:

- La fecha de mantenimiento y el nombre de la persona o agente ejecutante del mantenimiento.
- Descripción de los cambios que permanecen después del mantenimiento.
- La fecha del mantenimiento, de los seis años, para los extintores de químico seco a presión y Agentes Halogenados.

Considerando todos estos aspectos antes mencionados se propone crear fichas de mantenimiento para tener un archivo de registros de cada uno de los extintores.

4.1.4 Programa de capacitación. Básicamente la Capacitación está considerada como un proceso educativo a corto plazo el cual utiliza un procedimiento planeado, sistemático y organizado a través del cual el personal administrativo de una empresa u organización, por ejemplo, adquirirá los conocimientos y las habilidades técnicas necesarias para acrecentar su eficacia en el logro de las metas que se haya propuesto la organización en la cual se desempeña.

4.1.4.1 ¿Para qué sirve? La capacitación se torna una necesidad cuando existe una brecha en la performance, es decir una brecha que impide, dificulta o atrasa el logro de metas, propósitos y objetivos de una organización y esta es atribuible al desarrollo de las actividades del personal.

4.1.4.2 ¿Por qué es importante la capacitación? ¿Invertir en el recurso humano?, ¿para qué? Son preguntas latentes e invalorables todavía de parte de la población y de algún sector empresarial, porque piensan en la utilidad y no en la productividad, por ello es bueno hacerles recordar que la “educación “no es otra cosa que una inversión.

4.1.4.3 *Beneficio de la capacitación.* Como beneficia la capacitación a las organizaciones:

- Mejora el conocimiento del puesto a todos los niveles.
- Conduce a rentabilidad más alta y a actitudes más positivas.
- Crea mejor imagen.
- Mejora la relación jefes-subordinados.
- Se promueve la comunicación a toda la organización.
- Reduce la tensión y permite el manejo de áreas de conflictos.
- Se agiliza la toma de decisiones y la solución de problemas.
- Promueve el desarrollo con vistas a la promoción.
- Contribuye a la formación de líderes.

4.1.4.4 *Beneficios de la capacitación al personal*

- Contribuye a la toma de decisiones y solución de problemas.
- Alimenta la confianza, la posición asertiva y el desarrollo.
- Contribuye positivamente en el manejo de conflictos y tensiones.
- Forja líderes y mejora las aptitudes comunicativas.
- Sube el nivel de satisfacción con el puesto.
- Permite el logro de metas individuales.
- Desarrolla un sentido de progreso en muchos campos.
- Elimina los temores a la incompetencia o la ignorancia individual.

4.1.4.5 *Propuesta de un programa de capacitación para CELEC-EP TERMOESMERALDAS. Ver Anexo G: Programa de capacitación*

Alcance

El plan de capacitación incluye las prácticas de actividades que se realizan antes, durante y después de las situaciones de emergencias.

Propósito del programa de capacitación

- Prevenir daños mayores de incendio en la empresa.
- Salvaguardar la seguridad de los trabajadores.
- Aumentar el conocimiento de los trabajadores sobre el riesgo de incendio en los lugares de trabajo.
- Generar conductas positivas al momento de actuar frente a un conato de incendio.
- Mantener en los trabajadores una idea sobre la utilización de los extintores portátiles.

4.1.4.6 *Objetivos del programa de capacitación*

Objetivo general:

- Capacitar y preparar al personal para una correcta utilización y manejo de los extintores portátiles frente a una emergencia de incendio.

Objetivos específicos

- Suministrar a todo el personal, las pautas sobre qué hacer en caso de una emergencia.
- Dar a conocer a los grupos y personas involucradas directamente en la respuesta a una emergencia, las funciones específicas a desarrollar en el momento de requerirse actuar frente a una emergencia.

4.1.4.7 *Estrategias de capacitación.* Hay que tomar en cuenta que las estrategias de capacitación a desarrollar en la empresa CELEC-EP TERMOESMERALDAS, estarán encaminadas en conocimientos teóricos y prácticos, pudiendo de esta forma tener personal calificado y brindar mayor seguridad a la empresa.

CELEC-EP TERMOESMERALDAS desarrolla su labor en horarios administrativos y operativos, para la jornada administrativa el horario de trabajo es de 08:00 a 17:00 de lunes a viernes y las jornadas operativas trabajan 3 días de 07:00 a 15:00, 3 días de 15:00 a 23:00, 3 días de 23:00 a 07:00 y 3 días de descanso durante todos los días del año. Tomando en cuenta lo expuesto las estrategias a considerar son las siguientes:

- Metodología de exposición y dialogo.
- Presentación de casos casuísticos de incendio.
- Pruebas o test de conocimiento.
- Desarrollo de trabajos prácticos sobre el manejo de extintores.

4.1.4.8 Grupos para la capacitación. El Departamento de Seguridad en CELEC-EP TERMOESMERALDAS está formado por 16 trabajadores los cuales se dividen en 4 grupos que laboran en el horario operativo, considerando esto los grupos a formarse para la capacitación son los siguientes:

Tabla 21. Programa de capacitación

CELEC-EP TERMOESMERALDAS															
Provincia: Esmeraldas-Esmeraldas				Programa de capacitación											
Lugar: Carretera Esmeraldas-Atacames km 7 1/2															
Elaborado por: Jean Carlos Aguirre															
Fecha: 201-09															
Tema	Cronograma												Dirigido		
	Octubre				Noviembre				Diciembre				Trab	Empl	
	sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 1	sem 2	sem 3	sem 4			
Capacitación de inducción a la seguridad y salud en el trabajo, riesgos laborales, y su importancia															
Capacitación acerca del fuego, tetraedro del fuego, fases de un incendio y sus consecuencias.															
Capacitación acerca de clases de incendio y formas de propagación dentro de la empresa y zonas de riesgo de incendio															
Capacitación acerca de unidad de seguridad, conformación de comité y brigadas, responsables, plan de acción frente a un incendio.															
Capacitación acerca de sistemas de defensa contra incendios															
Capacitación acerca de la práctica, manejo, registro, normas y uso de extintores															
Capacitación acerca de la práctica, manejo, registro, normas y uso de los sistemas D.C.I de la empresa															
Simulacro de incendios pequeños.															
Práctica de fuego real con extintores.															

Fuente: Autor

4.1.4.9 *Hora y tiempo de la capacitación.* La capacitación para el horario administrativo se lo hará 30 minutos antes de terminar la primera jornada operativa de trabajo es decir a las 14:30 entre lunes y viernes.

Para el horario operativo se lo hará 30 minutos antes de terminar la segunda jornada operativa de trabajo es decir a las 22:30 cualquier día de la semana.

La capacitación tendrá una duración de 25 minutos máximo de exposición del capacitador y 5 minutos de dialogo entre el capacitador y el capacitado, este tiempo está considerado para inquietudes y preguntas.

La capacitación deberá ser realizada periódicamente mes a mes cumpliendo así con las 6 horas anuales de capacitación que debe cumplir cada trabajador en la empresa.

Los temas a tratar serán puntuales y claros, ya que la capacitación estará encaminada en un tema general que tiene como objetivo el prevenir daños mayores de incendio en la empresa.

4.1.4.10 *Temas recomendados para la capacitación.* Los temas a proponer a continuación están encaminados en lo principal que deberá conocer el trabajador para socorrer una emergencia de incendio.

- El fuego y sus consecuencias.
- Clases de incendio y formas de propagación.
- Que hacer frente a un incendio.
- Extintores como medios de extinción.
- Práctica de extintores
- Simulacro de incendios pequeños.
- Práctica de fuego real con extintores.

Recursos necesarios para la capacitación.

HUMANOS

Está confirmado por los trabajadores, facilitadores y capacitadores con conocimiento de primer nivel como: ingenieros industriales, mecánicos, administrativos, etc.

MATERIALES

Infraestructura. Las actividades de capacitación se desarrollarán en cada uno de los ambientes de trabajo de la empresa.

Mobiliario, equipo y otros. El personal de Seguridad y Salud Ocupacional contará para su capacitación con mesas de trabajo, pizarra, equipo multimedia y ventilación adecuada.

Documentos técnico – educativo. Entre los documentos el personal de Seguridad y Salud Ocupacional dispone de: folletos de ayuda, videos de concientización y preguntas de evaluación.

4.1.5 Plan de acción contra incendio. Este deberá ser difundido y conocido por todos los trabajadores y personas que se encuentren en la empresa con el fin de que sea funcional en todo momento. Con objeto de proteger tanto la vida de las personas como los bienes materiales determinaremos un esquema de un plan de acción que se aplicará en caso de que la primera línea contra incendio como son los extintores portátiles no puedan contener el inicio de incendio. Ver Plano 5: Mapa de evacuación propuesto.

4.1.5.1 Métodos de detección de incendios con que cuenta CELEC-EP TERMOESMERALDAS.

Métodos automáticos:

- Sensores de humo
- Sensores de flama
- Sensores de gas

Métodos manuales:

- Botoneras

Una vez que el incendio ha sido detectado ya sea de manera automática o manual de CELEC-EP TERMOESMERALDAS cuenta con un sistema de aviso que es por dos sistemas:

- Luz de emergencia
- Sirena

Además de activar estas señales, los medios de detección envían otra señal hacia un panel de control que se encuentra en el Departamento de Seguridad, el mismo que mediante un monitor detecta la ubicación de donde se produjo la señal y que clase de señal es para de esta forma acudir inmediatamente.

El departamento de seguridad (Bomberos) cuenta con equipos para la extinción de incendios como son:

- Trajes contra el fuego
- Extintores móviles
- Equipos de respiración autónoma y camillas.

4.1.5.2 *Métodos de extinción instalados en CELEC-EP TERMOESMERALDAS*

- CELEC-EP TERMOESMERALDAS cuenta con un sistema de agua por tuberías a lo largo de todas sus instalaciones, agua que es almacenada y preparada específicamente para extinción de fuegos , esta agua es desmineralizada apta para D.C.I
- La Central además cuenta con un sistema de agua espuma, dos circuitos uno para el tanque diario y otro para los tanques diarios de fuel oíl.

4.1.5.3 *Propuesta de plan de acción en un incendio.* Las posibles situaciones de incendio y explosiones que pudieran tener origen en la central se pueden clasificar en dos grupos:

- Peligros potenciales que podrían afectar a la central pero no tendrían efecto las sobre áreas industriales vecinas de los alrededores.
En este se incluirán emergencias que afectarían solamente al personal de la central. Esto incluye pequeños incendios, pequeños derrames de material peligrosos y daños menores por peligros naturales.
- Peligros que podrían afectar a instalaciones vecinas. La atención de estas emergencias requieren ayuda externa de equipos especializados tales como Cuerpos de Bomberos, Defensa Civil, Cruz Roja.

Para el personal:

- La persona que detecte el incendio deberá mantener la calma y llamar directamente al departamento de Seguridad (Bomberos) o a su vez notificar a alguien para que lo haga.
- Después de haber notificado y dada la alarma de incendio todo el personal deberá salir de inmediato por las rutas de evacuación (ver Plano) hasta llegar al punto de encuentro.

Organigrama del equipo de respuestas a emergencia y contingencia

Deberá mantenerse actualizado el organigrama del equipo de respuestas a emergencia y contingencia capaz de responder y administrar de una manera efectiva, antes, durante y después de un incidente, se ha considerado también que el personal comprende el papel de las demás personas de dentro de la organización de este plan.

Directorio telefónico de emergencias internas y externas

Se deberá disponer de un directorio telefónico actualizado del personal interno que conforma la estructura organizativa del plan de emergencia y contingencia, además del personal de las organizaciones de apoyo externo.

Designación de funciones:

Comité directivo de emergencias

Este comité es responsable por:

- Asignar recursos necesarios para la planificación, elaboración e implementación del plan de control de emergencias.
- Evaluar la emergencia y tomar la acción administrativa apropiada para minimizar su impacto
- Supervisar los programas necesarios para la implementación y mantenimiento del plan.
- Tomar decisiones y declarar el estado de emergencia.
- Trabajar de manera coordinada con el director emergencias, el jefe de brigada y el jefe de evacuación.
- Diseñar e implementar acciones alternativas para recuperar actividades normales como consecuencia de la emergencia
- Estar permanentemente informado sobre el estado de la emergencia y la atención medica de los lesionados.
- Definir la dirección, coordinación y el control de las actividades administrativas, operativas que se requieran

Grupo directivo

Actúan como grupo asesor en las emergencias que así lo requieran.

Sus principales responsabilidades son:

- Servir de órgano de consulta y apoyo del comité Directivo de Emergencias.
- Autorizar o avalar las decisiones del comité Directivo de Emergencias.
- Suministrar información crítica para el manejo de la emergencia.
- Servir de nexo con las autoridades y la comunidad.

Asesor de comunicaciones

Este es responsable de servir de porta voz oficial de la central, por las implicaciones que el manejo inadecuado de la información.

Director general de emergencia

Es el máximo responsable de la implementación del plan de emergencias en la empresa y coordinar la ejecución de las acciones operativas: antes, durante y después de la emergencia

Brigadas de emergencias

Son el órgano interno de respuestas especializadas inmediatas en caso de emergencia, encargado de controlar el evento presentado y de mitigar sus consecuencias. Actúan en primera instancia independientemente de los brigadistas del área de emergencia

Antes de la emergencia:

- Participan activamente en los programas de entrenamiento, simulacros y reuniones.
- Colaboran con el mantenimiento de los equipos asignados para el control de emergencia.
- Participan en los programas de capacitación sobre cómo actuar ante el control de emergencia.

Durante la emergencia:

- Colaborar en el control de la emergencia
- Seguir las normas de seguridad preestablecidas, utilizando los medios de protección personal adecuados existentes
- Velar por la integridad de los equipos a cargo

Después de la emergencia:

- Colaborar en las acciones de reacondicionamiento de las áreas afectadas y equipo para el control de emergencia
- Participar en las prácticas o simulacros y en las reuniones de evaluación del desarrollo de evento de emergencias.

Perfil del brigadista

- Estabilidad en la institución
- Concepto médico y psicológico favorable
- Concepto favorable del jefe inmediato en relación a su apoyo y autorización para la participación del funcionario en la brigada.

Grupos de apoyo Interno

Mantenimiento: objetivo principal mantener las condiciones de los sistemas cuyo uso se requiera durante la emergencia y restablecer los sistemas de uso normal en la Central

Apoyo logístico, apoyo de seguridad física, apoyo del asesor ambiental.

Tabla 22. Acciones durante la emergencia (respuesta).

Incendio	
Objetivos	Establecer procedimientos estándar de operación en caso de conatos de incendio, e incendios incipientes.
	<p>Si usted detecta o se ve involucrado en un incendio debe:</p> <ul style="list-style-type: none">• Mantener la calma• Suspender inmediatamente las actividades que desarrolla• Notificar al Panel de Seguridad• Interrumpir inmediatamente suministro eléctrico a equipos y maquinaria• Si está capacitado, tomar el medio de extinción apropiado y controlar el fuego; caso contrario, aléjese del área, espere la llegada de los grupos de apoyo y siga sus instrucciones.• Si existen víctimas y usted NO TIENE entrenamiento en primeros auxilios, acompañe a la víctima mientras llegan los grupos de apoyo.• Si el incendio esta fuera de control, aléjese del área y prepárese para una evacuación.• En caso de evacuación no debe devolverse por ningún motivo y debe cerrar sin seguro la puerta que pase para aislar el conato. <p>Si el humo le impide ver, desplácese a gatas.</p> <p>Este atento a las instrucciones de los grupos de apoyo</p>

Fuente: Autor

Tabla 22. CONTINUACIÓN

Incendio	
Objetivos	Establecer procedimientos estándar de operación en caso de conatos de incendio, e incendios incipientes
COE	DIRECTOR DE EMERGENCIAS : <ul style="list-style-type: none"> • Determina la evacuación parcial o total
BRIGADAS DE EMERGENCIAS	JEFE DE BRIGADA: <ul style="list-style-type: none"> • Determina acciones específicas d ataque contraincendios
	LIDERES DE PISO: <ul style="list-style-type: none"> • Participan en la acción de combate contraincendios
	GRUPO CONTRAINCENDIOS: <ul style="list-style-type: none"> • Actúa en combate contraincendios asegurando el área • Determinan la clase de fuego y a su magnitud • Usan extintor apropiado de acuerdo a la clase de incendio • Usan manguera en caso de necesidad • Cortan suministros de energía y combustibles en maquinaria y equipos
	OTROS GRUPOS: <ul style="list-style-type: none"> • Funciones Propias del grupo en caso de requerirse • Acciones de apoyo mutuo en caso de requerirse • Acciones de combate contraincendios según criterio de jefe de Brigada.

Fuente: Autor

Procedimiento en caso de incendios.

- Familiarízate con la ubicación de los extintores y BIEs de tu área, oficinas.
- Mantén libre de obstáculos las escaleras, puertas de emergencia, áreas de circulación, así como los equipos de extinción.
- Encuentra las salidas de emergencia y baja por las escaleras.
- Si estás capacitado utiliza los extintores con la técnica de HAPA (Halar, Apuntar, Disparar y Abanicar).
- Si el fuego o el humo te impiden salir del lugar donde estás, abre las ventanas, no sin antes tócalas con la mano poco a poco, pues podría estar caliente, si es así no las abras.

- Siempre que exista humo, lo mejor es desplazarse a nivel del piso, ya que el oxígeno es más ligero que el humo.
- Permanece en el punto de reunión hasta que te indiquen los responsables.

Procedimientos en caso de movimientos telúricos.

- Conserva la calma, si te encuentras en un edificio elevado, no trates de salir y espera a que transcurra el sismo, ubicándote en las zonas más seguras.
- Ubícate en la zona más sólida del lugar donde te encuentres (zonas de seguridad interna).
- Evacua el lugar si es necesario, hazlo en orden y con calma, evita gritar, empujar y correr.
- Concéntrate en los puntos de encuentro que te indique el personal de las brigadas y espera instrucciones.

Procedimiento en caso de accidentes.

Si presencia un accidente que produzca lesiones a una persona:

- Dé la alarma: Avise a otras personas que puedan prestarle ayuda. Indíqueles si es necesario solicitar asistencia exterior avisando para ello al teléfono de emergencia de la universidad, o avisando directamente a Conserjería o Seguridad
- Mientras llega la asistencia exterior, mantenga la calma e intente aliviar la situación de la persona accidentada.
- Si es posible, pare la instalación en la que ha ocurrido el accidente o póngalas en condiciones de seguridad, para evitar que se produzca un nuevo accidente o se agraven las consecuencias del que ha ocurrido.
- Retire a la víctima del lugar del accidente a un lugar seguro para la persona lesionada y para usted.

- Aplique los primeros auxilios adecuados al estado y lesiones sufridas por la víctima del accidente. Si no sabe qué hacer o cómo hacerlo, pida ayuda a otras personas que sepan hacerlo.
- Una vez atendida la víctima, requiera asistencia médica facultativa y, si es necesario y conveniente.

4.2 Matriz Legal.

Con la ayuda de la pirámide de Kelsen, donde se muestran los organismos que intervienen en la formación de reglamentos de seguridad industrial según su jerarquía, en el cual se basa nuestra investigación.

Pirámide de Kelsen

- Constitución Política
- Convenios o tratados internacionales ratificados por el país
- Leyes orgánicas, leyes ordinarias dictadas por el Órgano Legislativo
- Decretos
- Reglamentos dictados por el Ejecutivo
- Acuerdos ministeriales, resoluciones
- Normas dictadas por órganos de la Función Ejecutiva
- Normas del derecho comunitario
- Reglamento interno de seguridad y salud en el trabajo. Ver ANEXO H

4.3 Inversión.

Para que el sistema D.CI funcione al nivel máximo de operatividad y este sea efectivo se debe invertir 6639 dólares distribuidos en el mantenimiento y la reposición que están detallados a continuación:

Tabla 23. Inversión para mantenimiento D.C.I

Inversión para mantenimiento D.C.I			
Nro.	Detalle	Costo uni	Costo Total
5	Hidrantes	80	400
6	Cajetines con manguera 1 1/2 y pitón	50	300
1	Sistemas de agua-espuma 4m ³	80	80
1	Cilindros de CO2 conectados a tubería	100	100
TOTAL			880

Fuente: Autor

Tabla 24. Inversión para reposición D.C.I

Inversión para reposición D.C.I			
Nro.	Detalle	Costo uni	Costo Total
2	Hidrantes	500	1000
2	Cajetines con manguera 1 1/2 y pitón	214	428
20	1 sistema de rociadores 20m	37	740
15	Detectores de humo fotoeléctrico	65	975
20	Detectores iónicos de humo	30	600
2	Alarmas manuales	27	54
7	Válvulas de bombas para hidrantes	72	504
105	Señales 20 x 30 para extintores	5,6	588
3	Extintores PQS 10lb	40	120
15	Extintores CO2 10lb	50	750
TOTAL			5759

Fuente: Autor

Tabla 25. Inversión para reposición resumen D.C.I

Inversión total D.C.I	
Detalle	Total sec
Inversión para mantenimiento D.C.I	880
Inversión para reposición D.C.I	5759
TOTAL INVERSIÓN	6639

Fuente: Autor

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se determinó mediante el uso de check list, cargas térmicas y MESERI el análisis y posterior evaluación del sistema D.C.I en CELEC-EP TERMOESMERALDAS, obteniendo como resultados una deficiencia equivalente al 62,5% en los sistemas móviles de extinción de incendios. Un coeficiente de protección frente al incendio $P=4,92$ en los tanques de almacenamiento (JS S1 al JS S4) que equivale a expresar un riesgo de nivel medio, dichos tanques están provistos de un sistema complejo y a la vez fijo de D.C.I.

La evidencia fotográfica nos refleja una mala ubicación, mala señalética y mala aplicación de ciertas normas relacionadas al uso de extintores móviles. (NFPA 10). Por lo que se deben tomar medidas correctivas.

El personal posee conocimiento ambiguo de extinción de incendios pero no de clases de fuego a combatir en sus áreas de trabajo y cómo actuar en caso de una emergencia. Por ello es imprescindible capacitarlos de manera urgente.

5.2 Recomendaciones

Implementar la propuesta de mejoramiento del D.C.I en CELEC-EP TERMOESMERALDAS.

Realizar inspecciones del estado de tuberías del sistema fijo D.C.I. Comprobar corrosión o daños.

Cambiar elementos del D.C.I fijo y móviles considerados obsoletos y dar un

mantenimiento preventivo.

Sectorizar la empresa por niveles de riesgo de incendio.

Realizar capacitaciones mensuales a todo el personal de manera teórica y práctica para lograr de esta manera una mejor utilización de los extintores portátiles.

Dotar de un carro contra incendios equipado para la empresa

Crear un cuerpo de bomberos que responda a emergencias relacionadas a la empresa y preste servicio a la comunidad.

Permitir mayor apertura de manejo de información a los tesistas, considerando las responsabilidades de ambas partes.

BIBLIOGRAFÍA

ARENAS, José Pinar. 2011. *MANUAL CONTROL Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS. CUALIFICACIONES PROFESIONALES.* Madrid: CEP, S.L., 2011.

CARLOS, Valiente Juan. 2010. Galeon.com. [En línea] 2010. [Citado el: 16 de Febrero de 2013.] <http://bomberosk2.galeon.com/aficiones831064.html>.

CORTÉS, José María. 2007. *Seguridad e higiene en el trabajo.* Madrid: Tebar, 2007.

EP CELEC. 2013. epcelec.ec. [En línea] 2013. [Citado el: 12 de Marzo de 2013.] <http://www.epcelec.ec/>.

EP CELEC. 2010. Seguridad Contra Incendios. Esmeraldas: s.n., 2010.

FAMMA. <http://www.famma44.cl>. [En línea] [Citado el: 5 de Febrero de 2013.] <http://www.famma44.cl/uso%20de%20extintores.htm>.

GONZÁLEZ, Ramón. 2003. *Manual básico. Prevención de riesgos laborales.* Madrid: Thomson, 2003.

HERNDON, David H. 2009. *Tratamiento integral de las quemaduras.* Barcelona: Elsevier Masson, 2009.

IBEROAMERICANA, Organización. 2007. *NFPA 10.* Colombia: Stella Garcés, 2007.

KRANE, Resnik Halliday. 2002. Física. *wikipedia.com*. [En línea] 2002. [Citado el: 22 de Febrero de 2013.] http://es.wikipedia.org/wiki/Capacidad_calor%C3%ADfica.

MONTENEGRO, Jona. 2011. <http://04grupo.blogspot.com>. [En línea] Noviembre

de 2011.[Citado el: 16 de Enero de 2013.]

<http://04grupo.blogspot.com/2011/09/diferencia-entre-fuego-e-incendio.html>.

RESNIK, Robert. 2009. *Física I*. México D.F: CECSA, 2009.

RODELLAR LISA, Adolfo. 1996. *Seguridad e Higiene en el Trabajo*.
Barcelona, España: Marcombo, 1996.

SANCHEZ, Álvaro. 1990. *Higiene y Seguridad*. Madrid: Esparza, 1990.

VARGAS, Héctor. 2010. <http://www.eumed.net>. [En línea] 2010. [Citado el: 10 de Febrero de 2013.] <http://www.eumed.net/coursecon/libreria/2004/5s/2.pdf>.

VELASCO, Sergio de la Sota. 2001. *Prevención de Riesgos Laborales*.
Madrid: Thomson, 2001.

VILAS, Manuel. 2008. *CALOR*. Madrid, España: Visor Libros, S.L., 2008.

VILLEGAS, Sabino Ayala. 2004. elprisma.com. [En línea] 2004. [Citado el: 15 de Mayo de 2013.]

WIKIPEDIA. 1987. www.wikkpedia.com. [En línea] 1987. [Citado el: 12 de 08 de 2013.] www.wikipedia.comcccccc.

YUNUS A, Cengel. 2009. [wikipedia.com](http://es.wikipedia.org/wiki/Temperatura). [En línea] 2009. [Citado el: 20 de Febrero de 2013.] <http://es.wikipedia.org/wiki/Temperatura>.

