



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**IMPLEMENTACIÓN Y DISEÑO DE LA DOCUMENTACIÓN PARA EL PROGRAMA  
DE CONTROL DE RIESGOS Y PLAN DE CONTINGENCIA DE LA PLANTA GESUR**

**Gianni Martin Aroche Carranza**

Asesorado por el Ing. Jaime Humberto Baten Esquivel

Guatemala, noviembre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN Y DISEÑO DE LA DOCUMENTACIÓN PARA EL PROGRAMA  
DE CONTROL DE RIESGOS Y PLAN DE CONTINGENCIA DE LA PLANTA GESUR**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**GIANNI MARTIN AROCHE CARRANZA**

ASESORADO POR EL ING. JAIME HUMBERTO BATEN ESQUIVEL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Baten Esquivel
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **IMPLEMENTACIÓN Y DISEÑO DE LA DOCUMENTACIÓN PARA EL PROGRAMA DE CONTROL DE RIESGOS Y PLAN DE CONTINGENCIA DE LA PLANTA GESUR**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 3 de noviembre de 2011.

**Gianni Martin Aroche Carranza**





Guatemala, 06 de marzo de 2012.  
REF.EPS.DOC.458.03.12.

Ingeniero  
Silvio José Rodríguez Serrano  
Director a.i. Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Gianni Martín Aroche Carranza**, Carné No. **199811922** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"IMPLEMENTACIÓN Y DISEÑO DE LA DOCUMENTACIÓN PARA EL PROGRAMA DE CONTROL DE RIESGOS Y PLAN DE CONTINGENCIA DE LA PLANTA GESUR"**.

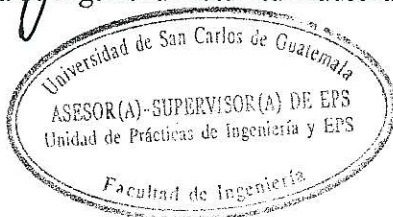
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



JHBE/ra



Guatemala, 06 de marzo de 2012.  
REF.EPS.D.257.03.12

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente


Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"IMPLEMENTACIÓN Y DISEÑO DE LA DOCUMENTACIÓN PARA EL PROGRAMA DE CONTROL DE RIESGOS Y PLAN DE CONTINGENCIA DE LA PLANTA GESUR"** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Gianni Martín Aroche Carranza** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor y Supervisor de EPS, en mi calidad de Director a.i. apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

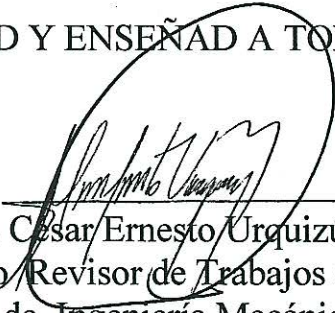
  
DIRECCIÓN  
del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director a.i. Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería

SJRS/ra



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN Y DISEÑO DE LA DOCUMENTACIÓN PARA EL PROGRAMA DE CONTROL DE RIESGOS Y PLAN DE CONTINGENCIA DE LA PLANTA GESUR**, presentado por el estudiante universitario **Gianni Martin Aroche Carranza**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas  
Catedrático/Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, marzo de 2012.

/mgp





El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN Y DISEÑO DE LA DOCUMENTACIÓN PARA EL PROGRAMA DE CONTROL DE RIESGOS Y PLAN DE CONTINGENCIA DE LA PLANTA GESUR**, presentado por el estudiante universitario **Gianni Martin Aroche Carranza**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquiza Rodas  
**DIRECTOR**  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2012.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN Y DISEÑO DE LA DOCUMENTACIÓN PARA EL PROGRAMA DE CONTROL DE RIESGOS Y PLAN DE CONTINGENCIA DE LA PLANTA GESUR**, presentado por el estudiante universitario Gianni Martin Aroche Carranza, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Alfredo Enrique Beber Acuña  
Decano en funciones



Guatemala, 23 de noviembre de 2012

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios padre**

Por ser la principal razón de vida y fortaleza en cada momento de este esfuerzo por finalizar una etapa más.

### **Mis padres**

Jorge Aroche Carballo y Rosa María Carranza de Aroche, por haberme enseñado en la sencillez; los valores, humildad, el respeto y los principios; apoyándome siempre en cada momento de mi vida incondicionalmente y demostrarme que con esfuerzo y dedicación se logran cumplir las metas.

### **Mis hermanos y familia**

Diego Enrique, Jorge Luis, Mireya del Rosario Aroche Carballo, Cindy López, abuelos, tíos y primos por el cariño y el apoyo incondicional demostrado en cada momento.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **Amigos**

Por compartir cada momento de alegría, estudio, trabajo y en especial aquellos que unidos logramos salir adelante, en especial a Rufino Siquina, Juan Carlos Berganza Cardona, Walfred Pérez, Derick Alvarado, Elder Carrillo, Victor Del Cid, Marvin Morales, Pedro Slowing, Edna Gil.

### **Asesores**

Ing. Jaime Humberto Baten Esquivel.

### **Industrias Liztex S.A. Generadora del este**

Por brindarme la oportunidad de aplicar el conocimiento adquirido y plasmarlo en un proyecto en pro de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	IX
GLOSARIO .....	XV
RESUMEN.....	XXIII
OBJETIVOS.....	XXVII
INTRODUCCIÓN .....	XXIX
1. ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1. Historia de la planta Gesur.....	1
1.2. Actividad principal.....	2
1.2.1. Generación de energía eléctrica .....	2
1.2.2. Distribución de energía eléctrica .....	3
1.2.3. Comercialización del servicio de energía eléctrica ...	3
1.2.4. Almacenaje de hidrocarburos .....	5
1.3. Visión.....	6
1.4. Misión .....	6
1.5. Valores y principios .....	7
1.6. Lugar de ubicación .....	9
1.7. Estructura organizacional.....	10
1.8. Organigrama.....	12
2. IMPLEMENTACIÓN Y DISEÑO DE LA DOCUMENTACIÓN PARA EL PROGRAMA DE CONTROL DE RIESGOS Y PLAN DE CONTINGENCIA DE LA PLANTA GESUR .....	13
2.1. Situación actual de la planta .....	13
2.1.1. Análisis FODA.....	13



2.1.2.	Diagnóstico de la planta. ....	19
2.1.3.	Tipos de riesgo en planta. ....	22
2.1.3.1.	Desastres naturales.....	22
2.1.3.2.	Explosiones .....	23
2.1.3.3.	Intoxicaciones.....	23
2.1.3.4.	Incendios industriales.....	23
2.1.3.5.	Derrame de hidrocarburos .....	24
2.1.3.6.	Trabajos dentro de espacios confinados .....	24
2.1.4.	Sistema contra incendios. ....	24
2.1.4.1.	Red hidráulica contra incendios .....	25
2.1.4.2.	Sistema de alarmas contra incendios.....	28
2.1.4.3.	Equipo autónomo de respiración para el combate de incendios.....	29
2.1.4.4.	Extintores.....	29
2.1.5.	Almacenaje y trasiego de hidrocarburos. ....	30
2.1.6.	Plan de emergencia.....	31
2.1.7.	Control de operaciones .....	31
2.1.7.1.	Programa ESCADA (adquisición de datos supervisión y control).....	31
2.1.8.	Principales sistemas de operación en planta .....	32
2.1.8.1.	Sistema de aceite térmico .....	32
2.1.8.2.	Sistema de combustible .....	32
2.1.8.3.	Sistema de aceite lubricante .....	33
2.1.8.4.	Sistema de agua de enfriamiento.....	33
2.1.8.5.	Aire de carga del motor .....	34
2.1.9.	Riesgo de incendio en área de almacén de combustible.....	34

	2.1.9.1.	Análisis del riesgo de incendio .....	35
	2.1.9.2.	Abastecimiento de agua contra incendios.....	44
2.2.		Propuesta para el Programa de Control de Riesgos en Planta. ....	51
	2.2.1.	Distribución de los tanques.....	51
	2.2.2.	Geometría de los tanques para almacenamiento de combustible bunker.....	52
	2.2.3.	Peligros potenciales de incendio o explosión.....	55
	2.2.3.1.	Propiedades del bunker almacenado para el consumo de los motores .....	57
	2.2.3.2.	Alcance del incendio en área de tanques de combustible bunker .....	58
	2.2.3.3.	Clasificación del incendio .....	59
	2.2.3.4.	Cálculo del tiempo de duración del incendio .....	62
	2.2.3.5.	Cálculo del agua necesaria para controlar un incendio .....	64
	2.2.3.6.	Cantidad de monitores necesarios para combatir incendio .....	66
	2.2.3.7.	Cálculo del perímetro de seguridad para las personas en el combate de incendios.....	69
	2.2.3.8.	Distribución de equipos contra incendios en función de la radiación térmica irradiada .....	78
	2.2.4.	Control de riesgos para trabajos en espacios confinados.....	80

2.2.4.1.	Procedimientos y permisos de ingreso a espacios confinados .....	80
2.2.4.2.	Ventilación forzada para trabajos internos, en tanques de almacenamiento de bunker .....	81
2.2.4.3.	Equipo para trabajos en espacios confinados .....	96
2.2.4.4.	Medición del nivel de explosividad permisible .....	108
2.2.4.5.	Medición de atmósferas suboxigenadas o con deficiencia de oxígeno .....	109
2.2.4.6.	Medición de ácido sulfhídrico H <sub>2</sub> S.....	111
2.2.4.7.	Medición de monóxido de carbono CO .....	112
2.2.4.8.	Trabajos con productos químicos dentro de espacios confinados.....	113
2.2.5.	Control de equipos contra incendios .....	118
2.2.5.1.	Diseño de códigos para identificar los equipos contra incendios .....	118
2.2.5.2.	Diseño de formularios para la inspección de extintores .....	122
2.2.5.3.	Almacenaje de información .....	125
2.2.5.4.	Diseño del programa de mantenimiento preventivo para equipos contra incendios.....	127
2.2.5.5.	Señalización por tipo de equipo contra incendios .....	134

	2.2.5.6.	Personal a cargo del control de los equipos .....	136
	2.2.5.7.	Manual de usuario para el manejo de la base de datos .....	137
2.3.		Implementación del programa de control de riesgos .....	137
	2.3.1.	Instrucciones generales para realizar inspecciones y mantenimiento de extintores contra incendios.....	137
	2.3.2.	Sustitución de equipos en mal estado.....	138
	2.3.3.	Sensibilización del personal en materia de seguridad industrial.....	140
3.		PLAN DE CONTINGENCIA PARA LA PLANTA GESUR .....	141
	3.1.	Plan de contingencia .....	141
	3.1.1.	Descripción de las instalaciones .....	142
	3.1.2.	Especificaciones de las instalaciones .....	143
	3.1.3.	Esquema organizacional del plan de emergencias .....	144
	3.1.4.	Tiempo de intervención para un incendio .....	145
	3.1.5.	Centro de operaciones .....	151
	3.1.6.	Situaciones de emergencias potenciales .....	152
	3.2.	Servicios de emergencia externos .....	156
	3.3.	Funciones específicas de las brigadas .....	159
	3.3.1.	Funciones específicas de los miembros de la brigada de evacuación.....	160
	3.3.2.	Funciones específicas de la brigada contra incendios.....	161
	3.3.3.	Funciones específicas de la brigada de primeros auxilios .....	162

3.4.	Medidas de respuesta en caso de emergencia .....	164
3.4.1.	Responsabilidades en caso de emergencia en planta .....	164
3.4.2.	Lugares para el control y atención de emergencias .....	165
3.4.3.	Equipos y sistemas de protección en planta .....	165
3.4.4.	Notificación a autoridades externas .....	169
3.4.5.	Activación del plan y alerta .....	170
3.4.6.	Procedimientos de actuación ante desastres .....	172
3.4.6.1.	Disparo de emergencia de toda la planta de generación .....	172
3.4.6.2.	Evacuación del personal en planta ...	173
3.4.6.3.	Procedimiento de intervención para incendios industriales .....	173
3.4.6.4.	Emergencias médicas .....	174
3.4.6.5.	Procedimiento de búsqueda y rescate .....	174
3.4.6.6.	Procedimiento de reingreso al sitio ...	174
3.5.	Control de variables .....	174
3.5.1.	Control del personal evacuado .....	175
3.5.2.	Control de brigadistas .....	176
3.5.3.	Puntos de encuentro .....	177
3.5.4.	Transporte a utilizar para emergencias .....	179
3.6.	Simulacros .....	181
4.	CAPACITACIÓN .....	183
4.1.	Necesidad de capacitar .....	184
4.2.	Adiestramiento .....	185
4.3.	Identificación del curso .....	185

4.4.	Objetivos.....	186
4.4.1.	Objetivo general.....	187
4.4.2.	Objetivo específico .....	187
4.5.	Metodología.....	187
4.6.	Evaluación .....	187
4.7.	Contenido del curso .....	188
4.7.1.	Unidad 1.....	188
4.7.1.1.	Teoría de seguridad industrial.....	188
4.7.1.2.	Equipos de protección personal .....	190
4.7.2.	Unidad 2.....	196
4.7.2.1.	Teoría del fuego y agentes extintores .....	197
4.7.2.2.	Tipos de fuego y agentes extintores .....	198
4.7.2.3.	Agua.....	199
4.7.2.4.	Polvo químico seco .....	200
4.7.2.5.	Anhídrido carbónico CO <sub>2</sub> .....	201
4.7.3.	Unidad 3.....	202
4.7.3.1.	¿Qué es el accidente de trabajo? .....	202
4.7.3.2.	Actos inseguros .....	203
4.7.3.3.	Condiciones inseguras .....	204
4.7.3.4.	Estudio o análisis de los accidentes.....	204
4.7.4.	Unidad 4.....	205
4.7.4.1.	Trabajos de altura.....	205
4.7.4.2.	Ingreso a espacios confinados.....	210
4.7.5.	Unidad 5.....	214
4.7.5.1.	Almacenaje de productos químicos .....	214
4.7.5.2.	Primeros auxilios .....	216

4.7.6.	Unidad 6.....	224
4.7.6.1.	Métodos de actuación en emergencias en planta.....	224
4.7.6.2.	Medidas de emergencia .....	226
4.8.	Bibliografía.....	228
4.9.	Programación del curso .....	228
4.10.	Resultados.....	229
CONCLUSIONES.....		237
RECOMENDACIONES .....		239
BIBLIOGRAFÍA.....		241
APÉNDICES .....		243
ANEXOS.....		327

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Producción de energía eléctrica del sector público y privado.....	5
2.	Ubicación de la planta .....	9
3.	Organigrama por departamentos en planta .....	12
4.	Diagrama de la planta Generadora I .....	21
5.	Diagrama de la planta Generadora II .....	22
6.	Manguera contra incendios perforada .....	26
7.	Extintor en mal estado.....	27
8.	Fuga de CO <sub>2</sub> por la manguera .....	28
9.	Monitores de alto flujo de agua .....	41
10.	Especificación de monitores de alto flujo .....	41
11.	Rociador Montante .....	42
12.	Hidrante para conexión de mangueras contra incendios .....	43
13.	Presión de operación máxima.....	49
14.	Perfil de un tanque de almacenamiento de bunker .....	52
15.	Vista 3D del tanque del almacén de bunker .....	53
16.	Vista lateral de un tanque de combustible .....	54
17.	Bloque de incendios .....	61
18.	Caudal y presión de funcionamiento de un monitor de 500 galones por minuto.....	68
19.	Alcance típico de un monitor .....	68
20.	Incendio de forma cilíndrica vertical .....	71
21.	Veleta electrónica .....	72
22.	Distribución de los equipos contra incendios y la red hidráulica .....	79



23.	Efecto chimenea y ventilación por presión positiva .....	82
24.	Ventilador axial utilizado para trabajos en tanques .....	87
25.	Distancia para colocar el ventilador de la entrada .....	89
26.	Interpretación de la forma cónica de la corriente de aire.....	89
27.	Forma de sellar la entrada con el ventilador .....	90
28.	Velocidad del aire a 1,8 metros de distancia .....	94
29.	Medición del flujo de aire con veleta electrónica .....	94
30.	Ventilación con motor de combustión interna .....	95
31.	Detector de gases Dragger X-am 2000 .....	96
32.	Especificaciones técnicas del detector de gases.....	97
33.	Ventilador Axial Fans .....	98
34.	Datos técnicos ventiladores Axial Fans .....	99
35.	Mascarilla de protección completa de la cara serie 600 y 7000 3M...	100
36.	Fullface serie 7000 3M .....	100
37.	Equipo de bloqueo para válvulas de compuerta. Modelo ML480.....	101
38.	Linterna de casco PL 2680 .....	102
39.	Arneses de cuerpo entero marca Exofit.....	103
40.	Guantes anticorte modelo Showa KV 660 .....	104
41.	Cascos protectores .....	105
42.	Tipos de gafas .....	105
43.	Extintor tipo ABC capacidad 10 libras.....	106
44.	Medidor láser marca Fluke modelo 568.....	107
45.	Rombo NFPA 704 identificación de productos químicos.....	113
46.	Ejemplo de utilización del rombo NFPA 704.....	116
47.	Código de identificación .....	119
48.	Dimensiones del código para equipos contra incendios.....	121
49.	Colocación del código .....	122
50.	Formulario utilizado para la revisión anual de extintores.....	123
51.	Formato para la inspección mensual de extintores .....	124

52.	Flujo de actividades.....	131
53.	Orden de trabajo emitida por la empresa que presta el servicio de mantenimiento .....	133
54.	Cronograma de mantenimiento de equipos contra incendios 2009 ...	134
55.	Señalización para equipo contra incendios NTP 399.010-1 .....	135
56.	Equipo nuevo a ser instalado .....	139
57.	Esquema de jerarquía del plan de contingencia.....	145
58.	Tiempo de intervención .....	146
59.	Preparación para el combate de incendios.....	147
60.	Bombero operando una manguera contra incendios.....	148
61.	Salida peatonal de la recámara de motores .....	149
62.	Pasillo de salida.....	151
63.	Formulario de control para personal evacuado .....	175
64.	Formulario de control de brigadistas .....	176
65.	Puntos de encuentro y rutas de evacuación.....	178
66.	Triángulo del fuego.....	197
67.	Programación de capacitación en planta Gesur .....	229
68.	Prueba específica curso de capacitación 2009 .....	231
69.	Práctica realizada para el combate de incendios realizada durante el curso de capacitación 2009.....	234
70.	Practica para el combate de incendios utilizando dos mangueras, curso de capacitación 2009.....	235

## TABLAS

I.	Estrategias FODA .....	18
II.	Equipos contra incendios en mal estado .....	26
III.	Intensidad media de radiación térmica .....	37
IV.	Clasificación de los incendios según categoría .....	39

V.	Datos técnicos sprinklers .....	42
VI.	Especificaciones de hidrantes.....	43
VII.	Agua contra incendios requerida para el enfriamiento .....	44
VIII.	Caudal de agua necesario y radio máximo de incendio .....	45
IX.	Evaluación del caudal de agua reglamentario .....	47
X.	Energías causantes de ignición .....	56
XI.	Factores que agravan los daños durante un incendio.....	57
XII.	Propiedades físico-químicas del bunker .....	58
XIII.	Dimensiones de los tanques en estudio .....	59
XIV.	Radio a considerar en un incendio.....	60
XV.	Propiedades del combustible .....	62
XVI.	Caudales de funcionamiento de los monitores.....	67
XVII.	Definición de las variables necesarias para el cálculo de radiación térmica .....	69
XVIII.	Fórmulas a utilizar para el cálculo de la radiación térmica .....	70
XIX.	Presión de vapor saturado de agua en el aire .....	71
XX.	Condiciones ambientales del lugar .....	72
XXI.	Variables para el análisis de factor de visión vertical .....	74
XXII.	Valores para encontrar el factor de visión geométrico del incendio .....	74
XXIII.	Factor de visión vertical para tanques cilíndricos .....	75
XXIV.	Determinación del factor de visión vertical .....	76
XXV.	Efecto de la radiación térmica sobre estructuras y seres humanos.....	77
XXVI.	Condiciones atmosféricas del lugar .....	83
XXVII.	Lecturas iniciales de gases tóxicos.....	84
XXVIII.	Coeficiente C.....	86
XXIX.	Niveles de gases permisibles para la salud de las personas ..	87
XXX.	Variables para el flujo a remover .....	88

XXXI.	Renovaciones de aire por hora .....	91
XXXII.	Flujo de aire a 1,8 metros de distancia .....	93
XXXIII.	Valores medidos después de aplicar ventilación .....	93
XXXIV.	Niveles de oxígeno permisible .....	110
XXXV.	Niveles de H <sub>2</sub> S dañinos para la salud .....	111
XXXVI.	Niveles CO dañinos para la salud .....	112
XXXVII.	NFPA 704 código de colores nivel de riesgo .....	115
XXXVIII.	Nomenclatura utilizada para la asignación de códigos .....	120
XXXIX.	Personal a cargo del control de equipos contra incendios .....	136
XL.	Equipos en mal estado .....	138
XLI.	Tiempo de intervención .....	148
XLII.	Tiempo de evacuación del Área de Motores .....	150
XLIII.	Equipos en el centro de control .....	152
XLIV.	Determinación del tipo de emergencia .....	155
XLV.	Integrantes de la brigada de evacuación .....	161
XLVI.	Integrantes de la brigada contra incendios .....	162
XLVII.	Integrantes de la brigada de primeros auxilios .....	163
XLVIII.	Resumen de extintores dentro de la planta .....	166
XLIX.	Resumen de mangueras e hidrantes .....	166
L.	Resumen de equipo eductor .....	167
LI.	Resumen de equipo monitor y toneles .....	167
LII.	Resumen de alarmas .....	167
LIII.	Resumen de equipo de bomberos .....	168
LIV.	Resumen de bombas contra incendios .....	168
LV.	Resumen de depósitos de agua .....	168
LVI.	Identificación de los vehículos .....	180
LVII.	Notas finales y asistencia al curso .....	230



## GLOSARIO

<b>ABC</b>	Aire, respiración, circulación.
<b>Accidente de trabajo</b>	Se define como accidente a cualquier suceso que es provocado por una acción violenta y repentina ocasionada por un agente externo involuntario, da lugar a una lesión corporal.
<b>Acto inseguro</b>	Acción humana que lleva al incumplimiento de un método o norma de seguridad, explícita o implícita que provoca el accidente.
<b>Agua HT</b>	Agua que enfría las recamaras de combustión del motor.
<b>Agua LT</b>	Agua que enfría el aceite y aire de carga de los motores diesel de generación MAK Caterpillar.
<b>Aire de carga</b>	Aire que se inyecta a través de las válvulas de admisión para enriquecer la mezcla aire combustible del motor.
<b>AMM</b>	Administrador del mercado mayorista.
<b>Anhídrido carbónico CO<sub>2</sub></b>	Agente extinguidor que actúa por enfriamiento.

<b>Autocontenidos de aire</b>	Parte del equipo de bombero donde se almacena aire para respirar.
<b>Automatización</b>	Sistema que limita la intervención de la mano de obra en los diferentes procesos productivos.
<b>Bluref 1</b>	Nombre de la generadora número 1 del establecimiento Liztex S.A.
<b>Calor de combustión</b>	Calor que se desprende en una reacción química en la que se quema materia en presencia de oxígeno.
<b>Calor específico</b>	Calor que hay que suministrar a la unidad de masa de una sustancia para elevar su temperatura en una unidad (kelvin o grado Celsius).
<b>Calor latente</b>	Cantidad de energía requerida por una sustancia para cambiar de fase líquido a gaseoso.
<b>Calor másico</b>	Caudal másico también conocido como flujo másico y es igual a la relación de masa tiempo $m/t$ donde $m$ es la masa y $t$ el tiempo.
<b>Centi-poise o stocs</b>	Unidad de medida de la viscosidad de líquidos.

<b>Choques térmicos</b>	Liberación de energía provocada por una diferencia de temperatura entre dos fluidos uno a alta temperatura y el otro en un rango menor.
<b>Condiciones inseguras</b>	Son las instalaciones, equipos de trabajo, maquinaria y herramientas que no están en condiciones de ser usados y de realizar el trabajo para el cual fueron diseñadas o creadas.
<b>CONRED</b>	Consejo Nacional para la Reducción de Desastres.
<b>Densidad</b>	Cantidad de masa contenida en un determinado volumen.
<b>Eductores</b>	Mezcladores de espuma contra incendios.
<b>Energía renovable</b>	Energía que no contamina ni daña el ambiente, se utilizan recursos renovables para la generación.
<b>EPP</b>	Equipo de Protección Personal.
<b>Espacios confinados</b>	Lugares con limitaciones para el ingreso y salida de personas y con atmósferas dañinas para la vida humana.
<b>Esprinklers</b>	Dispositivo para la aplicación de agua contra incendios en forma de gotas finas de agua.



<b>Extintor</b>	Equipo contenedor de agentes extinguidores de fuego.
<b>Full-face</b>	Equipo respiratorio de protección personal que cubre todo el rostro.
<b>GPM</b>	Medida de caudal de un fluido expresada en galones por minuto.
<b>Heavy fuel oil</b>	Combustible derivado del petróleo de alta viscosidad.
<b>Hidrante</b>	Instalación para el abastecimiento de agua, donde se conectan de mangueras contra incendios.
<b>Humedad relativa</b>	Se denomina humedad ambiental a la cantidad de vapor de agua presente en el aire.
<b>H<sub>2</sub>S</b>	Sulfuro de hidrógeno, gas dañino para los seres vivos, producto de la descomposición de la materia.
<b>INSIVUMEH</b>	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
<b>Intercooler</b>	Equipo que sirve para enfriar el aire de carga de los motores diésel de generación.

<b>Líquidos combustibles</b>	Líquidos con un punto de evaporación arriba de los 38 grados Celsius.
<b>Lodos</b>	Suciedad separada de los combustibles y lubricantes.
<b>Megawatts</b>	Unidad de medida de la potencia.
<b>Micrones</b>	Millonésima parte de la unidad ( $10^{-6}$ ).
<b>Monitores</b>	Equipo para el lanzamiento de agua a largas distancias con caudales elevados.
<b>Monóxido de carbono</b>	Es un gas inodoro, incoloro, inflamable y altamente tóxico. Puede causar la muerte cuando se respira en niveles elevados. Se produce por la combustión incompleta de sustancias como gas, gasolina y diésel.
<b>NFPA</b>	Asociación Nacional para la Protección de Incendios en USA.
<b>NH<sub>3</sub></b>	Amoniaco contiene tres átomos de hidrogeno y uno de nitrógeno.
<b>Plan de emergencias</b>	Documento escrito que detalla los procedimientos de actuación ante desastres.

<b>Polvo químico seco</b>	Agente extintor de incendios. Actúa por sofocación.
<b>PPM</b>	Partículas por millón.
<b>Presión de Vapor Saturado</b>	Es la presión de la fase gaseosa o vapor de un sólido o un líquido sobre la fase líquida, para una temperatura determinada, en la que la fase líquida y el vapor se encuentran en equilibrio dinámico.
<b>Procedimientos</b>	Forma de realizar un trabajo de forma ordenada y precisa.
<b>Punto de encuentro</b>	Lugar de convergencia de personas evacuadas.
<b>Racks</b>	Instalación destinada a la carga y descarga de combustibles a través de equipos de bombeo.
<b>Radiación térmica</b>	Unidad de medida de la energía irradiada cuando se quema un combustible sólido o líquido se mide en kilowatts por metro cuadrado.
<b>Riego</b>	También se puede definir como un proceso o un evento que por sus condiciones es potencialmente dañino para las personas.
<b>RCP</b>	Preanimación cardiorespiratoria.

<b>SCADA</b>	Programa para la Adquisición de Datos Supervisión y Control.
<b>Subestación eléctrica</b>	Es una instalación destinada a modificar y establecer los niveles de tensión de una infraestructura eléctrica, con el fin de facilitar el transporte y distribución de la energía eléctrica. Su equipo principal es el transformador.
<b>Sulfuro de hidrógeno</b>	Es un ácido inorgánico de fórmula $H_2S$ . Este gas, más pesado que el aire, es inflamable, incoloro, tóxico y su olor es el de la materia orgánica en descomposición, como los huevos podridos.
<b>Sumptank</b>	Tanque colector de aceite térmico del sistema de calderas de recuperación.
<b>Temperatura de ebullición</b>	Es la temperatura a la que la materia cambia de estado de líquido a gaseoso.
<b>Trabajos de altura</b>	Todo trabajo realizado a más de 1,80 metros de altura.
<b>Tubocompresor</b>	Equipo principal de un motor diésel que incrementa la potencia a través de una mayor cantidad de aire en la admisión.
<b>Viscosidad</b>	Propiedad que tiene los fluidos de oponerse al movimiento.



## RESUMEN

El presente trabajo de graduación fue desarrollado a través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) en la planta Gesur. En el lugar un 70% del trabajo se dedica a la parte mecánica y un 30% a la parte eléctrica. La planta cuenta con 16 motores de generación produciendo un total de 125 megawatts, estos motores trabajan con combustible bunker sus dimensiones son aproximadamente de 12 metros de largo por 4 metros de alto. La planta forma parte del parque industrial Liztex, S.A. donde también se albergan plantas dedicadas a la producción de textiles, venta de hidrocarburos y refinerías de biodiésel.

En el primer capítulo se detalla parte de la historia de la planta, allí se abarca el tema de la venta de energía eléctrica los diferentes usuarios, y los puntos a donde llega el servicio. La distribución de la energía eléctrica se hace a través de las redes de distribución propias, a este circuito se le conoce en planta con el nombre de clientes internos, una parte que no es consumida por los clientes internos se le vende al AMM. Por la magnitud de la planta, se cuenta con un área donde se albergan los tanques de almacén de combustibles.

También en este apartado se hace mención de los valores de la empresa, misión, visión, estructura organizacional, como lo más importante de una empresa.

En el capítulo numeró dos se describe el diseño del proyecto, así como el análisis FODA de la empresa, el estado actual de los diferentes sistemas de la planta, la forma de controlar los diferentes procesos con el programa SCADA, entre otros.

En el capítulo dos también se incluye la propuesta del proyecto, se toca la parte del cálculo hidráulico para el diseño del sistema contra incendios y sus diferentes análisis, también se habla de la forma de minimizar los riesgos de las actividades dentro de espacios confinados, ventilación, medición de gases, etcétera.

Una parte importante es la del control de los equipos contra incendios ya que hay una gran variedad de equipos y de diferentes funciones se menciona también la forma de almacenar la información de cada uno de ellos.

En el capítulo tres se describe la estructura del Plan de Contingencia, así como, las guías básicas para actuar a la hora de una emergencia, es importante que los planes de actuación ante desastres cumplan con todas las medidas necesarias para reducir al máximo las pérdidas materiales como humanas. En este capítulo también aparecen algunos contactos de centros de asistencia médica, policía, instituciones de socorro, así como, las funciones específicas que los miembros de cada brigada debe cumplir, como en cada caso siempre hay medidas de emergencia que se deben realizar de manera sistemática para que se mantenga la organización del plan.

En el capítulo cuatro aparece la temática de la capacitación que cada colaborador de planta debe recibir con el objetivo de sensibilizar a las personas sobre la importancia de la seguridad industrial, aparecen los tipos de fuego que se pueden generar, definiciones claras de accidentes de trabajo y actos inseguros, definiciones sobre trabajos en alturas, entre otros.





# OBJETIVOS

## General

Implementar y diseñar la documentación para el Programa de Control de Riesgos y Plan de Contingencia de la Planta Gesur.

## Específicos

1. Determinar el número de equipos contra incendio que están dañados sustituirlos para incrementar el número de unidades operables dentro de la generadora.
2. Medir las concentraciones de oxígeno en espacios confinados aplicando ventilación y comparar los resultados obtenidos con los valores permisibles para las personas.
3. Medir el área superficial de los tanques de almacén de combustible, para calcular el caudal de agua necesario para controlar un incendio.
4. Identificar las propiedades físicoquímico del combustible almacenado en planta, para calcular el tiempo que puede durar un incendio.
5. Calcular el área total afectada por un incendio en tanques de almacén, y determinar la categoría y grupo al cual pertenece.



## INTRODUCCIÓN

La planta Gesur pertenece al grupo Liztex, anteriormente Liztex, sólo se dedicaba a la producción de textiles, pero la necesidad de contar con una fuente propia de generación de energía eléctrica, hizo que se instalara el primer motor de generación con bunker en 1995, la producción inicial era de 5 megawatts, hoy la planta produce aproximadamente 130 megawatts con 16 motores.

Una parte de la energía producida se vende a empresas particulares y al sector residencial de vivienda en Amatitlán y la ciudad capital, para esto se utilizó las líneas de transmisión propias. La energía que no es consumida por los clientes propios se vende al AMM (Administrador del Mercado Mayorista) a través de las líneas del sistema nacional, para garantizar el servicio de energía eléctrica se cuenta con reservas propias de combustible dentro de las instalaciones. El establecimiento industrial Liztex, se encuentra en el kilómetro 30,5 de la ruta al pacífico en el municipio de Amatitlán.

Debido al crecimiento acelerado de la generadora, los riesgos industriales están a la orden del día, este trabajo se enfoca únicamente en la planta de generación de energía eléctrica, anteriormente no existía ningún programa de seguridad industrial, para comprender su importancia muchos accidentes tuvieron lugar y las pérdidas se hicieron notar rápidamente, es por eso que este trabajo habla de cómo se pueden controlar los equipos y sistemas para la prevención de accidentes.

El Programa de Control de Riesgos son todas aquellas actividades planificadas que ayudan a informar, prevenir y minimizar los accidentes derivados del trabajo. El Programa de Control de Riesgos es una herramienta que ayuda a que la empresa sea más productiva y merece el apoyo de todo el personal. Este trabajo se enfoca en los trabajos de mantenimiento mecánico más que en el mantenimiento eléctrico.

# 1. ASPECTOS GENERALES

## 1.1. Historia de la planta Gesur

Esta es una planta generadora de electricidad donde el heavy fuel oil clase C más conocido como bunker, es la fuente principal de combustible para los motores de combustión interna, que en uno de sus extremos, lleva un volante y se acopla a un generador. En este proceso la energía química del combustible se transforma en energía calorífica, esta a su vez en energía mecánica, dando como resultado energía eléctrica para el consumo. En 1995 dicha planta contaba con un solo motor marca MAK de 8 cilindros y una capacidad de 5 megawatts instalada. El crecimiento hasta el día de hoy ha sido bastante acelerado.

Actualmente, cuenta con 16 motores de las siguientes capacidades: 2 motores de 8 cilindros con capacidad instalada de 5 megawatts cada uno, 2 motores de 6 cilindros con capacidad instalada de 5 megawatts cada uno, 6 motores de 9 cilindros con capacidad instalada de 7,5 megawatts cada uno y 6 motores en V con una capacidad instalada de 10 megawatts cada uno.

La planta se divide en tres áreas, generando un total de 125 megawatts, el área de Bluref 1 cuenta con 2 motores, exportando 10 megawatts; Bluref 2 tiene instalados 6 motores, exportando 40 megawatts y GCA con 8 motores exportando 75 megawatts.

Todos los motores cuentan con personal encargado para realizar la inspección diaria y mantenimiento respectivo. La supervisión de la planta está a cargo de ingenieros especialistas en el área de generación, el grupo está integrado por: ingenieros mecánicos, eléctricos, electrónicos, mecánicos-industriales e industriales. La jornada de trabajo comprende 12 horas por el tipo de servicio es necesario trabajar en 2 turnos, día y noche.

## **1.2. Actividad principal**

A continuación se detallan las principales actividades que se desarrollan en el centro de trabajo, aquí se incluye la generación, transporte, comercialización y distribución de energía, también el almacenaje y trasiego de hidrocarburos.

### **1.2.1. Generación de energía eléctrica**

La actividad de generación de energía eléctrica se lleva a cabo durante las 24 horas del día, esta actividad depende del suministro de combustibles y de las actividades de mantenimiento electromecánico en los motores de generación.

La mayor parte del mantenimiento se realiza por la noche, ya que los equipos dejan de generar antes de la media noche. Desde las primeras horas de la mañana la demanda de energía eléctrica empieza a aumentar, por tal razón todos los sistemas de generación tienen que estar a plena disposición para atender el servicio interno y externo que brinda la empresa. Actualmente, los clientes internos consumen alrededor del 65% de la producción total y el resto se vende a la Empresa Eléctrica Guatemalteca.

### **1.2.2. Distribución de energía eléctrica**

La electricidad generada se entrega al consumidor final, a través de las redes de distribución propias, estas llegan hasta los consumidores finales en diferentes partes del país, algunos de ellos se encuentran en el sector industrial calzada Atanasio Tzul, sector industrial del municipio de Mixco, sector industrial zona 7 y sector industrial ruta al pacífico Amatitlán-Palín.

Entre los consumidores finales se encuentran los siguientes parques habitacionales: residenciales los Espárragos, Orquídeas, las Victorias y residenciales las Lilas, todos conectados al circuito Amatitlán-Palín. El servicio que se presta a través de las redes de distribución propias se le conoce como servicio interno, este atiende a todos los consumidores de las residenciales y los sectores industriales antes mencionados.

Las líneas de distribución que empiezan en el centro de generación hasta la ciudad capital transportan un voltaje de 69 kilovatios, para minimizar las pérdidas y caídas de voltaje por las grandes distancias. Para los consumidores más cercanos se utilizan líneas de alimentación de 13,8 kilovatios, aquí las pérdidas o caídas de tensión son menores.

### **1.2.3. Comercialización del servicio de energía eléctrica**

La energía generada se vende a través del circuito propio y del Sistema Nacional Interconectado (SIN) a distribuidoras, comercializadoras y a clientes conectados en las líneas de transporte y distribución privadas. Actualmente la demanda en las líneas propias es de 65% de la producción total y crece un promedio de 8% al año.



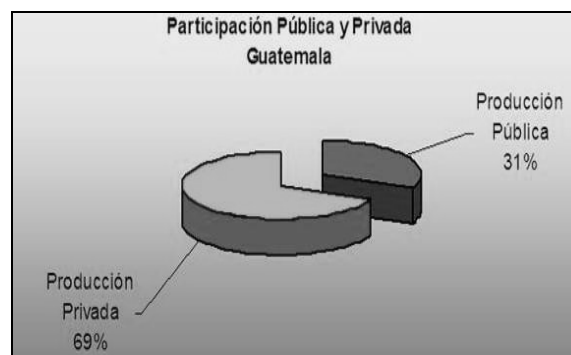
El transporte y la distribución de electricidad también son libres cuando no usa bienes de dominio público y son regulados y sujetos a autorización cuando los utilizan. Las enmiendas anteriormente mencionadas crearon la administración y operación del Mercado Mayorista de Electricidad AMM una entidad privada, sin fines de lucro, cuyas funciones son: la coordinación de la operación de centrales generadoras para atender la demanda, interconexiones internacionales y líneas de transporte al mínimo costo para el conjunto de operaciones del mercado mayorista.

Las funciones regulatorias y normativas son funciones de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE), el cual es un órgano técnico del MEM con independencia funcional para el ejercicio de sus atribuciones. La CNEE además determina los precios y calidad de la prestación de los servicios de transporte y distribución sujetos a autorizaciones y asegura las condiciones de competencia en el Mercado Mayorista de Electricidad. La administración y operación del Sistema Nacional Interconectado está a cargo del Administrador del Mercado Mayorista de Electricidad (AMM) el cual es un ente de carácter privado y cuyas funciones son:

- La coordinación y despacho del Sistema Eléctrico Interconectado.
- El establecimiento de precios de mercado de corto plazo, llevar a cabo las transacciones de compra y venta en el mercado mayorista.
- Garantizar la seguridad y el abastecimiento de energía eléctrica.

Uno de los objetivos principales del AMM es la programación de la generación disponible en el SNI en función de sus costos de producción. A continuación se muestra la participación de las empresas públicas y privadas en la producción de energía eléctrica para el país (ver figura 1).

Figura 1. **Producción de energía eléctrica del sector público y privado**



Fuente: documento informativo AMM, 2009.

#### 1.2.4. Almacenaje de hidrocarburos

De esta actividad depende que los motores de combustión interna trabajen día y noche, actualmente se cuenta con un área exclusiva para la descarga y almacenaje de hidrocarburos, esta cuenta con 9 tanques cada uno con capacidad de 250 000 galones. Durante el día y la noche se descarga combustible diésel y bunker, el arranque de los motores se hace con combustible diésel durante 5 minutos y luego una válvula de 3 vías automatizada realiza el cambio a combustible bunker.

Hay que mencionar, que los motores trabajan en óptimas condiciones si el combustible cumple los requisitos que exige el fabricante, se analiza la cantidad de azufre, carbón, viscosidad y asfáltenos.

El combustible siempre pasa por un proceso de limpieza, primero pasa por las centrifugas que separan los sólidos y el agua, luego es enviado a los tanques de consumo de aquí pasa por un filtro de 10 micrones, luego vuelve a pasar por una unidad dúplex de filtrado, de 34 micrones, luego pasa a las bombas de inyección de los motores.

La viscosidad del combustible se analiza en los laboratorios de la planta, las unidades de medida son el centi-poise o stocs, para regular la viscosidad se agregan cantidades de diésel de manera proporcional, permite obtener una mezcla apropiada para los motores, el buen funcionamiento de los equipos depende de la calidad del combustible y la viscosidad del bunker depende de la temperatura.

### **1.3. Visión**

“Ser líder en la generación de energía eléctrica, participando en los mercados y aplicaciones donde se logre una posición de liderazgo y de alta participación de mercadeo que permita una alta rentabilidad sostenida, que satisfaga las necesidades de nuestros clientes, protegiendo el ambiente y apoyando el mejoramiento de los trabajadores”.

### **1.4. Misión**

“Ser una de las plantas energéticas de mayor importancia, mediante un servicio sin fronteras y de alta calidad”.

## **1.5. Valores y principios**

“Los valores son conductas o normas consideradas como deseables, es decir, cualidades de todos los seres humanos para acondicionar el mundo de nuestras vidas y poder vivirlas en cualquier tiempo y lugar. Dentro de los valores de la planta se tienen los siguientes:

- **Honestidad:** el compromiso con su trabajo, requiere de la concientización de los colaboradores para realizar sus tareas con la mayor eficiencia.
- **Lealtad:** se debe mantener en todo momento la solidaridad con nuestros compañeros, ayudándose unos a otros, teniendo presente el beneficio mutuo de nuestro aporte.
- **Respeto:** todo ser humano merece respeto sin importar la distinción de razas, color, sexo, edad, limitaciones físicas, religión, ideología, etcétera. Fomentar el respeto hacia los demás nos hace mejores personas cada día.
- **Solidaridad:** se define como la colaboración mutua en las personas, como aquel sentimiento que mantiene a las personas unidas en todo momento, sobretodo cuando se vivencian experiencias difíciles de las que no resulta fácil salir.
- **Compromiso:** es absolutamente necesario para cumplir la misión que se desempeña en cualquier tipo de organización, el compromiso tiene que ver con la libertad personal y empeñada en una dirección concreta, especialmente a través del trabajo para lograr determinados resultados.

- Tolerancia: la aceptación de la diversidad de opinión, social, étnica, cultural y religiosa. Es la capacidad de saber escuchar y aceptar a los demás, valorando las distintas formas de entender y posicionarse en la vida, siempre que no atenten contra los derechos fundamentales de la persona”.

Los principios son normas o ideas fundamentales que rigen el pensamiento o la conducta de los integrantes de un grupo humano. Definen igualmente las pautas de conducta en el ejercicio de una profesión. A continuación se muestran los principios de la planta:

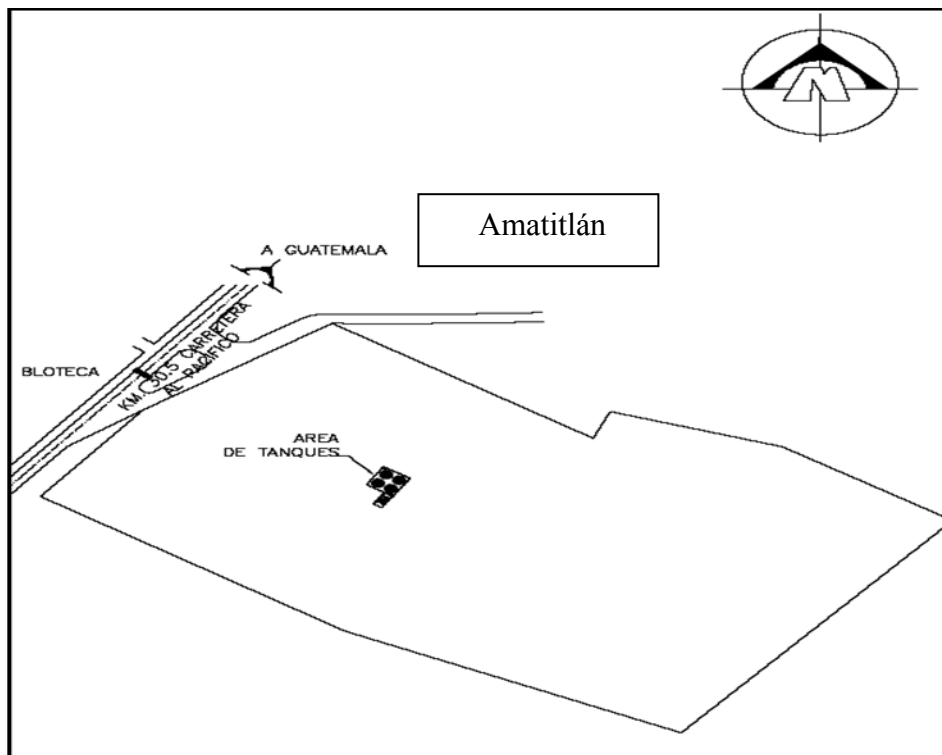
- Responsabilidad: obligación de demostrar que el trabajo se ha realizado conforme a las normas y estándares previamente acordados.
- Participación: posibilidad que tiene una persona de contribuir o hacer parte de un proyecto; es una de las características que debe tener una sociedad incluyente puesto que el ser humano es en la medida en que participa activamente.
- Moralidad: es la manifestación externa del sentir interno de la persona, que se debe controlar para garantizar la dignidad de las personas y su libre expresión, comprometiéndose con algunos comportamientos tanto en el espacio público como en lo privado.
- Imparcialidad: la imparcialidad es un criterio de justicia que sostiene que las decisiones deben tomarse con base en criterios objetivos, sin influencias de terceros, prejuicios o tratos diferenciados por razones inapropiadas.

- Transparencia: claridad en los procesos, procedimientos y actos que se generan al interior de la organización, por cada uno de los servidores públicos que componen la empresa.

### 1.6. Lugar de ubicación

La planta de generación de energía eléctrica Gesur se encuentra en la parte central del complejo industrial Liztex S.A. Como se puede ver el complejo Industrial Liztex se encuentra ubicado en el kilómetro 30,5 ruta al Pacífico, Barrio el Ingenio municipio de Amatitlán (ver figura 2).

Figura 2. Ubicación de la planta



Fuente: Departamento de Diseño, de la planta Gesur.

## 1.7. Estructura organizacional

En la planta Gesur el tipo de estructura es funcional, porque existen varios departamentos con funciones y recursos específicos que realizan actividades relacionadas entre sí. La estructura funcional facilita la supervisión, ya que cada departamento tiene el dominio y habilidades sobre una gama limitada de equipos para el mantenimiento.

- Gerente de planta: ingeniero mecánico encargado de la dirección, delegación, control, planificación y toma de decisiones en el centro de trabajo.
- Ingeniero de mantenimiento del Área de Motores: ingeniero mecánico industrial responsable de la planificación, control y supervisión de las actividades de mantenimiento en los motores.
- Ingeniero de mantenimiento del Área de Centrifugas y Equipos Auxiliares: ingeniero industrial responsable de la planificación, organización, control y supervisión de las actividades de mantenimiento en centrifugas, compresores, calderas, filtros de combustible, filtros de aceite e intercambiadores de calor, etcétera.
- Ingeniero de operaciones: ingeniero mecánico industrial, encargado del análisis del combustible, aceite y agua de refrigeración de los motores. Además, lleva el control del consumo de aceite, bunker, diésel y la producción de energía eléctrica.

- Ingeniero de seguridad industrial: ingeniero industrial, responsable de la administración de riesgos y ejecutor de proyectos de protección contra incendios en planta.
- Ingeniero de mantenimiento eléctrico: ingeniero eléctrico, responsable de la planificación, control y supervisión de las actividades de mantenimiento eléctrico en planta.
- Jefe de mecánicos del Área de Motores: coordina las operaciones con el ingeniero de mantenimiento y se encarga de controlar el buen funcionamiento de los motores.
- Jefe de mecánico de centrifugas y equipos auxiliares: coordina las operaciones con el ingeniero de mantenimiento y se encarga de controlar el buen funcionamiento de las centrifugas, compresores, calderas, filtros etcétera.
- Jefe de técnicos eléctricos: coordina las operaciones con el ingeniero de mantenimiento y se encarga de controlar el buen funcionamiento de todos los equipos eléctricos.
- Técnico eléctrico: es el que se encarga de realizar cualquier actividad de mantenimiento de los equipos eléctricos en planta.
- Operario: controla desde el cuarto de control a través de una interfaz hombre-máquina el funcionamiento de los motores y se encarga de distribuir la energía generada de acuerdo a la demanda.

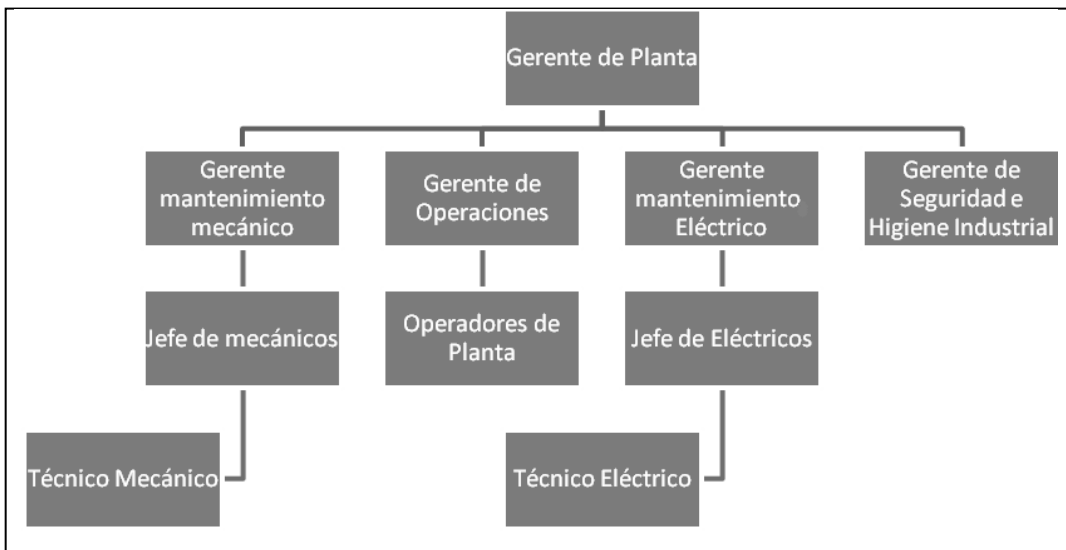


- Mecánico: es el que se encarga de realizar cualquier actividad de mantenimiento de la maquinaria en planta.

### 1.8. Organigrama

Para una mejor comprensión de la estructura organizacional del centro de trabajo, se detalla en forma ordenada la jerarquía de los diferentes departamentos que lo integran. A continuación se detalla en forma vertical descendente la autoridad de cada departamento y su respectiva organización (ver figura 3).

Figura 3. Organigrama por departamentos en planta



Fuente: elaboración propia.

## **2. IMPLEMENTACIÓN Y DISEÑO DE LA DOCUMENTACIÓN PARA EL PROGRAMA DE CONTROL DE RIESGOS Y PLAN DE CONTINGENCIA DE LA PLANTA GESUR**

### **2.1. Situación actual de la planta**

En este apartado se presenta una descripción breve de la situación actual de la planta, para esto se consideraron 3 herramientas de análisis, estas son: árbol de problemas, diagrama de causa y efecto y análisis FODA.

Por el tipo de empresa y en el mercado eléctrico, en el que opera, deben quedar bien claros los aspectos que deben cumplirse para lograr una buena participación, para ello, se seleccionó el FODA como el más indicado, por su fácil estructura e interpretación, esta técnica bien desarrollada es una poderosa herramienta para examinar la interacción entre las características particulares de la empresa y el entorno en el cual se compete.

#### **2.1.1. Análisis FODA**

Este análisis presenta las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas de la organización.

Fortalezas:

- Poder de compra a nivel mundial.

- Personal especializado para atender trabajos de mantenimiento en planta.
- Personal especializado en mecánica diésel.
- Personal especializado en soldadura industrial.
- Disponibilidad de espacio para nuevas instalaciones.
- Compra y almacenaje de hidrocarburos a gran escala.
- Capital para inversión en nuevos proyectos de generación de energía eléctrica.
- Red propia para el transporte de hidrocarburos.
- Inventario de repuestos en el centro de trabajo.
- Aplicación de tecnologías de última generación en el control de procesos.
- Sistema propio de distribución de energía eléctrica.

Oportunidades:

- Obtención gratuita de licencias para la construcción de proyectos de energía renovable, gracias a las nuevas políticas ambientales impulsadas por el Ministerio de Energía y Minas y el Ministerio de Ambiente.

- Vender carbón a otras plantas carboneras en Guatemala, no existen empresas que se dediquen a la comercialización de este combustible, es necesario importar este recurso para consumo propio y se puede vender el excedente.
- Obtención de permisos para la explotación de los recursos naturales disponibles en Guatemala, apoyados por el Ministerio de Ambiente para la producción de energía limpia y la conservación del ambiente.
- Vender al mercado eléctrico energía limpia, gracias a las nuevas tecnologías para el aprovechamiento de los recursos naturales y el déficit de energía que afecta a Guatemala.

#### Debilidades:

- Consumo de combustible con altas concentraciones de sustancias abrasivas para los equipos, debido a las nuevas tecnologías para el máximo aprovechamiento del petróleo.
- Pocos controles de calidad en la recepción de combustibles y repuestos.
- Falta de programas de inducción y capacitación para todo el personal en el centro de trabajo.
- Poca participación de la gerencia en programas de seguridad industrial.
- Poca colaboración de la gerencia para el mejoramiento de los diferentes procesos administrativos del lugar.

#### Amenazas:

- Escasez de combustibles por el alza en el precio del barril de petróleo.
- Disminución de la demanda, debido al favoritismo por los precios bajos del kilowatt hora generado con carbón, comparado con el alto precio del kilowatt hora generado con hidrocarburos.
- Desplazamiento de las centrales eléctricas que utilizan motores de combustión, por centrales de energía renovable de menor impacto ambiental, avaladas por el Ministerio de Energía y Minas y el Ministerio de Ambiente.
- Las nuevas políticas ambientales de Guatemala, cancelarán los contratos de las centrales que utilizan motores de combustión en los próximos 3 años. Permitiendo únicamente la construcción de hidroeléctricas, carboneras y generación de energía con recursos renovables.

En la tabla I se muestran las estrategias planteadas con base en el análisis FODA de la segunda unidad, esta herramienta permite ver hacia el futuro y de esta manera tomar mejores decisiones sobre las inversiones y la demanda del mercado.

- La estrategia DA (Mini-Mini). El objetivo de esta estrategia DA (debilidades *versus* amenazas) es minimizar tanto las debilidades como las amenazas.

- La estrategia Do (Mini-Maxi). El objetivo de la estrategia DO (debilidades *versus* oportunidades) intenta minimizar las debilidades y maximizar las oportunidades.
- La estrategia FA (Maxi-Mini). Esta estrategia FA (Fortalezas *versus* Amenazas), se basa en las fortalezas de la institución que pueden acoplarse con las amenazas del ambiente externo. Su objetivo es maximizar las primeras, mientras se minimizan las segundas.
- La estrategia FO (Maxi-Mini). Esta estrategia pretende maximizar tanto las fortalezas como sus oportunidades, es decir, aplicar siempre la estrategia (Fortalezas *versus* Oportunidades).

Tabla I. Estrategias FODA

<b>FO (Maxi-Mini)</b>	<b>DO (Mini-Mini)</b>
1. Construcción de una central termoeléctrica con carbón, para vender energía a un menor costo y seguir participando en el mercado eléctrico nacional, atendiendo la demanda de energía y al mismo tiempo comercializar carbón con otras plantas carboneras ( F1;F2;O2) +.	1. A través de los programas de capacitación apoyados por la gerencia, se pueden minimizar las pérdidas por trasiego de hidrocarburos, dando lugar a un incremento de las utilidades de la empresa. (D5;D1;D2;O3) +.
2. Comprar turbinas hidráulicas automatizadas, para aprovechar los bienes de dominio público en la producción de energía limpia y liderar el mercado eléctrico nacional vendiendo electricidad a bajo costo, generada con diferentes procesos. (F3;O1) +.	2. Un servicio de calidad dirigido a los clientes que compran hidrocarburos y electricidad es posible si se mejoran las operaciones administrativas de la empresa. Logrando de esta forma mantener el liderazgo y la preferencia dentro del mercado energético del país. (D3;O3;O4) +.
3. Comprar energía a otras centrales hidroeléctricas a bajo costo, y utilizar el sistema de distribución propio para vender a los clientes energía limpia, manteniendo los precios por debajo de los competidores. (F4;O4) +.	3. La actualización de conocimientos sobre riesgos derivados de nuevos procesos, combustibles y tecnologías, da lugar a la minimización de accidentes derivados del trabajo. Esto solo es posible con el apoyo de la alta gerencia. (D2;O2) +.
4. Abastecer de hidrocarburos, a los pequeños consumidores del país, debido a la existente demanda de gasolina y diesel que tiene el país. (F2;O3) +.	4. Mejorando los controles de calidad se evitarán contratiempos en los mantenimientos y se evitará comprar combustibles con altos contenidos de azufre, logrando que los clientes estén satisfechos con los productos (D4;O3) +.

<b>A (Maxi-Mini)</b>	<b>DA (Mini-Mini)</b>
1. Es necesario adquirir equipos modernos de generación de energía, para evitar quedar rezagados en el mercado energético nacional y al mismo tiempo reducir los costos de producción del kWh generado. ( F1;A3;A2) +.	1. A través de los programas de capacitación apoyados por la gerencia, se pueden minimizar las pérdidas por trasiego de hidrocarburos, dando lugar a un incremento de las utilidades de la empresa. (D5;D1;D2;O3) +.
2. Comprar grandes cantidades de hidrocarburos a bajo precio, almacenarlo en las instalaciones y de esta forma minimizar el impacto de la subida de precios, asegurando las operaciones a lo largo del año. (F5;A1) +.	2. Un servicio de calidad dirigido a los clientes que compran hidrocarburos y electricidad es posible si se mejoran las operaciones administrativas de la empresa. Logrando de esta forma mantener el liderazgo y la preferencia dentro del mercado energético del país. (D3;O3;O4) +.
3. Se debe invertir en equipos de generación de energía renovable y así evitar quedar fuera del mercado energético nacional, debido a las políticas ambientales que actualmente impulsan la producción de energía limpia, cancelando los contratos de centrales que generan con hidrocarburos (F3;A4) +.	3. La actualización de conocimientos sobre almacenaje y transporte de carbón, ayudará a mejorar la Seguridad Industrial de la planta (D2;O2) +.
4. Utilizar el sistema de distribución de electricidad propio, para la interconexión con otras distribuidoras y comprar energía barata en época de invierno y atender la demanda de los clientes. (F4;A2) +.	

Fuente: elaboración propia.

### **2.1.2. Diagnóstico de la planta**

La información se obtuvo mediante documentos escritos que detallan cada una de las diferentes actividades que se realizan en el centro de trabajo, complementado con las pláticas de los colaboradores, jefes de planta y observación directa de las actividades que se realizan en el lugar. Para una mejor comprensión del área de generación, se describen las partes en las que se encuentra dividida el área de generación.

A la generadora 1 se le conoce como Bluref 1, esta es la primera planta que se instaló y alberga 2 unidades de generación, en la generadora 2 se encuentran dos salas de motores Bluref 2 y GCA, Bluref 2 alberga 6 unidades de generación y GCA alberga 8 unidades de generación. Cada generadora alberga también sus propios tanques de almacenamiento de combustibles para el consumo.

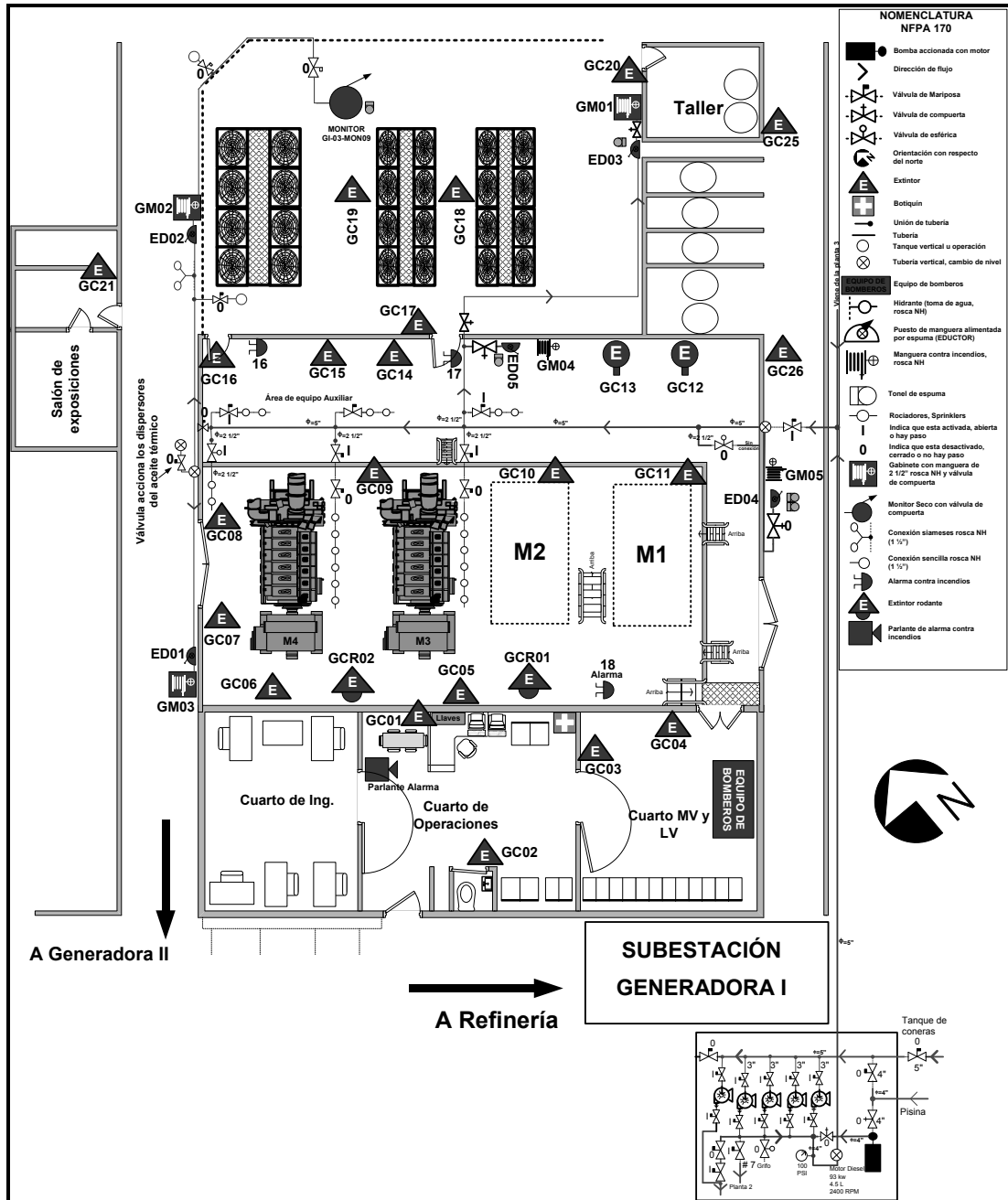
En la actualidad la planta presenta una serie de problemas que están relacionados con la Seguridad Industrial del lugar, esto genera un desarrollo de actividades poco productivas, ya que no se tiene control sobre los riesgos presentes en el lugar, en el caso de los equipos para combatir incendios, estos se encuentran en condiciones desfavorables ya que no se cuenta con un programa de mantenimiento periódico, en el área de tanques de almacén la red hidráulica contra incendios presenta una serie de inconvenientes de diseño. La falta de una autentica cultura preventiva da lugar a todo esto.



En el lugar hay diferentes tipos de riesgos los más comunes son: incendio de materiales combustibles, riesgos de intoxicaciones, riesgo de incendios por alta tensión, accidentes por caídas de distinto nivel, quemaduras con fluidos a altas temperaturas, atrapamiento en espacios confinados, derrames y desastres de origen natural, etcétera.

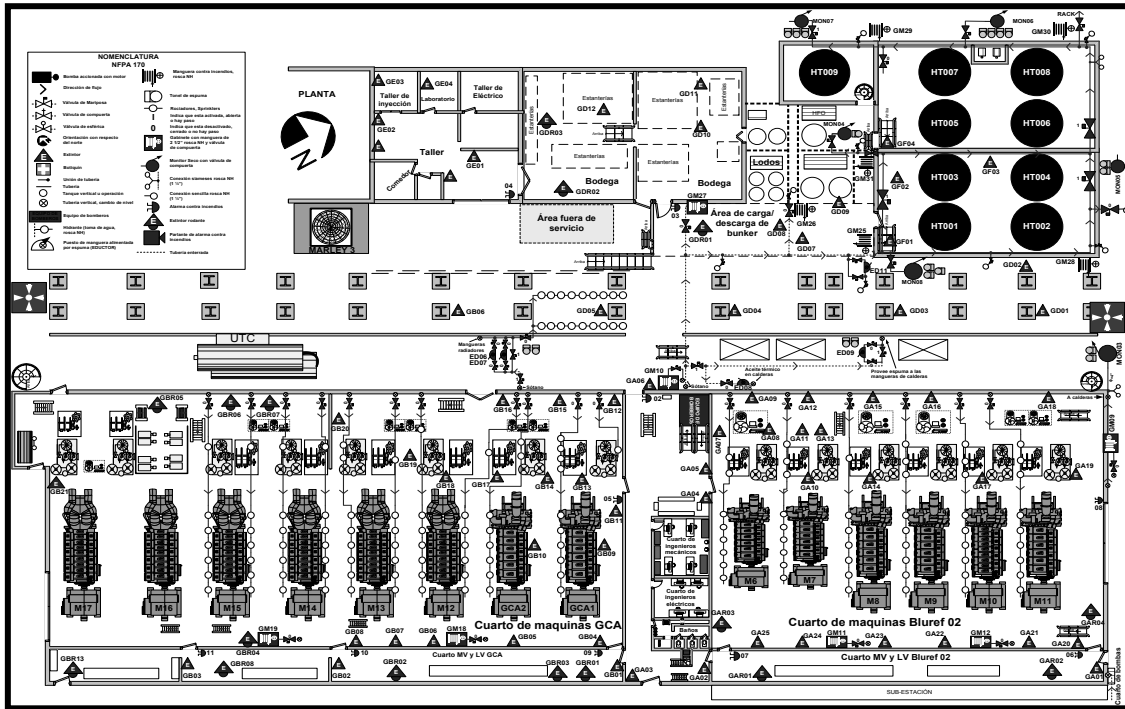
Todos estos riesgos presentes en el lugar, generan un ambiente desagradable para trabajar, mermando así el desarrollo de las actividades al no contar con procedimientos de trabajo, normas de seguridad, programas de capacitación para el personal y equipos adecuados para los trabajos.

Figura 4. Diagrama de la planta Generadora I



Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Diagrama de la planta Generadora II



Fuente: elaboración propia.

### 2.1.3. Tipos de riesgo en planta

Después de realizar el diagnóstico de la planta se detallan algunos de los diferentes riesgos derivados de las actividades de trabajo.

#### 2.1.3.1. Desastres naturales

Los desastres de origen natural son los más destructivos, los daños se pueden contrarrestar si se cuenta con documentos escritos que detallen los procedimientos a seguir durante una emergencia. Siempre y cuando se tengan formados los grupos de acción encargados de ejecutar el plan de emergencias.

### **2.1.3.2. Explosiones**

En planta se tiene un sistema de calefacción de aceite térmico que consiste en un circuito de tuberías que inician en las calderas y se distribuye por toda la planta, el aceite térmico circula a una temperatura de aproximadamente 200 grados Celsius. Lo crítico en este sistema son los choques térmicos dentro de la tubería, en un circuito cerrado las diferencias de temperatura producen sobrepresiones que pueden dar origen a una explosión o rotura de la tubería provocándose un derrame de aceite caliente que terminará en un incendio.

### **2.1.3.3. Intoxicaciones**

La poca formación de los trabajadores sobre la manipulación y almacenaje de los productos químicos en estado gaseoso o líquido, puede dar origen a accidentes de este tipo. En algunos procesos como el tratamiento de agua es necesario utilizar productos químicos. Y los productos petroleros que por naturaleza fósil contienen ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ) representan una amenaza grande para las personas que laboran en el lugar.

### **2.1.3.4. Incendios industriales**

Debido a que en planta se utilizan grandes cantidades de combustibles bunker y diésel, esto representa una amenaza grande de incendio, ya que el combustible se almacena en 9 tanques con capacidades de 250 000 galones cada uno, el combustible bunker se calienta aproximadamente a 50 grados Celsius. Junto al cableado de alta y baja tensión representan una amenaza de incendios de gran magnitud.

#### **2.1.3.5. Derrame de hidrocarburos**

Los derrames de hidrocarburos son una amenaza para el ambiente y las personas, debido a que estos afectan las fuentes de agua, aire, suelos flora y la fauna. Los derrames pueden tener diferentes causas entre ellas, el trasiego de hidrocarburos en camiones cisternas, llenado de tanques y derrames en tanques para el tratamiento de lodos. Hasta el momento los derrames en planta se dan con una baja probabilidad. Es de suma importancia trabajar en mejorar los procedimientos para estas actividades, al mismo tiempo reforzar los sistemas de operación encargados de controlar el paso de combustibles por todos los equipos.

#### **2.1.3.6. Trabajos dentro de espacios confinados**

En planta se tienen tanques para almacenar productos combustibles, lubricantes y desechos petroleros, todos estos recipientes necesitan mantenimiento o reparaciones, para los tanques de hidrocarburos se programa un mantenimiento anual y para los demás, el mantenimiento se realiza cada 2 o 3 años, en estas actividades no se tienen establecidos los procedimientos normas para controlar los riesgos que se presentan a la hora de realizar estos trabajos. Por tal razón la limpieza de tanques sin las medidas de seguridad necesarias puede ocasionar una serie de peligros potenciales para las personas y para las instalaciones. Ver apéndice 2, permiso para ingreso a espacios confinados.

#### **2.1.4. Sistema contra incendios**

En este apartado se hablará de los diferentes equipos que componen el sistema contra incendios en planta.

#### **2.1.4.1. Red hidráulica contra incendios**

Actualmente, se tiene un sistema de redes de distribución de agua para combatir incendios. A esta red se encuentran conectados hidrantes para mangueras, sistemas de aspersion con esprinklers, eductores y monitores de alto flujo. Todos estos equipos necesitan mantenimiento periódico, pero no existe un programa de mantenimiento que ayude a conservarlos en óptimas condiciones para una emergencia.

Los monitores están instalados directamente en las cercanías de los tanques de almacén de combustible, en estos equipos las pérdidas de presión y el consumo de agua son grandes por tal razón es necesario remodelar las instalaciones con el fin de calcular eficientemente las distancias, presión y el caudal de agua necesarios para operar los equipos para el control de un incendio.

Durante la inspección visual de los equipos contra incendios se pudo detectar que varios equipos estaban dañados, a continuación en la tabla II, se muestra la información recabada al realizar la inspección visual de los equipos.

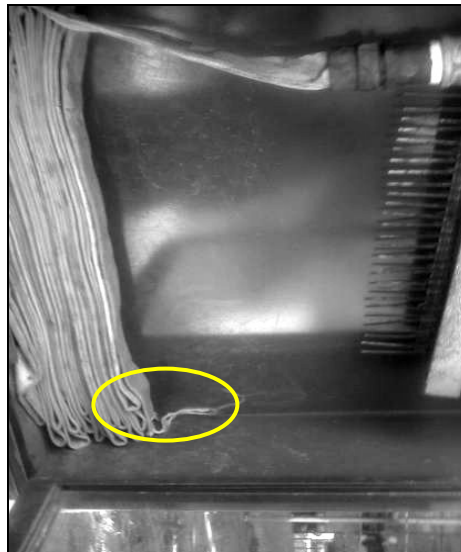
Tabla II. **Equipos contra incendios en mal estado**

Tipo	Ubicación	Tipo de fuego	Cantidad	Capacidad	P máx.	Agente extintor	Observaciones
Manguera	Taller G 1	AB	1	100 gpm	800 psi	agua	Perforada
Manguera	Caldera 2	AB	1	100 gpm	800 psi	agua	Cortada
Extintor robot	Generadora	BC	1	100 lb	100 psi	CO <sub>2</sub>	Fuga de CO <sub>2</sub> en manguera
Extintor portátil	Motor 11	ABC	1	20 lb	60 psi	PQS	Calcomanilla rota
Extintor portátil	Tanques	ABC	1	20 lb	60 psi	PQS	Rosca dañada

Fuente: elaboración propia.

A continuación la siguiente imagen muestra una manguera contra incendios que está dañada.

Figura 6. **Manguera contra incendios perforada**



Fuente: planta Gesur, Amatitlán.

A continuación la siguiente imagen muestra un extintor contra incendios en mal estado.

Figura 7. **Extintor en mal estado**



Fuente: planta Gesur, Amatlán.

A continuación se presenta en la figura 8 un extintor de CO<sub>2</sub>, con fuga debido a un daño en la manguera.



Figura 8. **Fuga de CO<sub>2</sub> por la manguera**



Fuente: planta Gesur, Amatlán.

#### **2.1.4.2. Sistema de alarmas contra incendios**

Actualmente, las alarmas contra incendios, se encuentran distribuidas por toda la planta, no existe un programa de control de mantenimiento para su inspección, las alarmas son accionadas de forma manual y atienden sólo emergencias en caso de incendios. Otro aspecto bien importante es la falta de señalización de todas las unidades.

Por tratarse de equipos que funcionan con corriente eléctrica, se debe realizar un mantenimiento periódico cada cierto tiempo, con el propósito de verificar su funcionamiento en caso de una emergencia.

#### **2.1.4.3. Equipo autónomo de respiración para el combate de incendios**

En planta se tienen seis trajes de bomberos y tres autocontenidos de aire comprimido, estos equipos son especiales para combatir incendios, actualmente, no hay un plan de mantenimiento para su verificación mensual, este equipo representa una gran inversión para la empresa, por tal razón es necesario formar la brigada contra incendios con personas que trabajan en el mismo lugar, especializados en el estudio de incendios industriales. Los cilindros se deben inspeccionar mensualmente, para comprobar el funcionamiento de todos los dispositivos de aire.

#### **2.1.4.4. Extintores**

Los extintores forman la línea primaria para combatir incendios, hay una gran cantidad distribuida por toda la planta los hay de diferentes tipos y capacidades, la mayor parte de veces estos equipos son descuidados y dejados fuera de su lugar. Esto representa una desventaja durante un incendio ya que todos los extintores deben estar en condiciones óptimas de operación para proteger el área en la que fueron asignados.

Por política interna, la empresa designada para el mantenimiento de extintores es Ecogas, esta empresa brinda asesoría para el mantenimiento de equipos contra incendios en el país, cuentan con personal especializado en el ramo, tanto la planta Gesur como Ecogas forman parte de grupo Liztex S.A. por tal razón Ecogas figura como primera opción antes de adquirir los servicios de otras empresas.

### **2.1.5. Almacenaje y trasiego de hidrocarburos**

Los tanques de almacenamiento tienen una capacidad de 250 000 galones, en el lugar hay nueve tanques y todas las noches el personal a cargo del consumo de combustible realiza la medición del nivel de cada tanque, los tanques no tienen ningún tipo de protección que minimice el riesgo de una caída.

En los *racks* de la planta se descargan los camiones que abastecen las reservas de hidrocarburos. Allí también, se cargan hidrocarburos para la venta, actualmente no hay control y organización del tráfico de vehículos, ya que para cargar o descargar, los pilotos colocan los camiones en la vía de paso de las personas, los equipos para aterrizar las descargas los camiones están muy deteriorados, los cables están muy gastados y esto incrementa el riesgo de una ignición de vapores emanados por los combustibles, la carga y descarga de combustibles se hace a través de mangueras conectadas a los equipos de bombeo, esto implica un riesgo de derrame cuando el personal no está atento de controlar el nivel del líquido en los camiones y tanques del lugar.

Dependiendo del líquido derramado, esto implica una serie de riesgos para la salud de las personas, ambiente o terminar en un incendio o explosión, por eso es necesario el control de todas estas actividades.

### **2.1.6. Plan de emergencia**

En planta hace falta un documento escrito que detalle cada uno de los procedimientos a seguir en caso de una emergencia, la señalización del lugar es mínima y los lugares seguros para evacuar al personal no están claramente identificados, es necesario un plan de emergencia que detalle la forma de operar los sistemas críticos de la planta, como por ejemplo: sistema de aceite térmico, sistema de alimentación combustible para motores y desenergizar los transformadores de las subestaciones. Además es necesaria la formación de grupos especializados en primeros auxilios, rescate de personas, combate de incendios y grupos de evacuación del personal.

### **2.1.7. Control de operaciones**

Hoy en día gracias a la automatización se han logrado tener procesos más eficientes, gracias a una serie de dispositivos de medición se puede controlar en tiempo real un proceso. A continuación se detalla un poco más este tipo de control.

#### **2.1.7.1. Programa ESCADA (adquisición de datos supervisión y control)**

SCADA proviene de las siglas adquisición de datos supervisión y control. SCADA es un software aplicado para el control de producción, que se comunica con los dispositivos de campo y controla el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador. También proporciona información del proceso a diversos usuarios: operadores, supervisores de control de calidad, supervisión, mantenimiento, etcétera.

Los sistemas de interfaz entre usuario y planta basados en paneles de control repletos de indicadores luminosos, instrumentos de medida y pulsadores, están siendo sustituidos por sistemas digitales que implementan el panel sobre la pantalla de un ordenador.

El control directo lo realizan los controladores autónomos digitales o autómatas programables y están conectados a un ordenador que realiza las funciones de diálogo con el operador, tratamiento de la información y control de la producción, utilizando el SCADA.

### **2.1.8. Principales sistemas de operación en planta**

Para que la planta pueda operar con normalidad es necesario que los siguientes subsistemas estén listos en todo momento para interactuar entre sí.

#### **2.1.8.1. Sistema de aceite térmico**

Este sistema es el que mantiene los niveles de viscosidad bajos gracias al aporte de temperatura, de esta manera se logra un aumento en el rendimiento de los motores y filtros automáticos de combustible. Este sistema utiliza los gases de escape del motor, que dentro de una caldera calienta el aceite que pasa por allí. Ver apéndice 12.

#### **2.1.8.2. Sistema de combustible**

Es el que se encarga de suministrar el combustible necesario para que todos los motores trabajen de forma continua sin ninguna perturbación durante largos períodos de tiempo, este subsistema interactúa con otros al mismo tiempo, entre ellos, el sistema de aceite térmico.

Dentro de la cámara de combustión del motor la energía química del combustible, es transformada en energía calorífica, luego esta a su vez en energía mecánica y por último se obtiene energía eléctrica que se entrega hasta los hogares de miles de guatemaltecos. Ver apéndice 12 sistema de combustible del motor.

#### **2.1.8.3. Sistema de aceite lubricante**

De este sistema depende la vida útil del motor, un buen sistema de lubricación garantiza un tiempo de vida útil más largo en todos los componentes mecánicos del motor, este subsistema interactúa con el sistema de agua LT que se encarga de enfriar el aire de carga del motor, el aceite después de recircular por el motor y el agua LT después de salir del Intercooler, ambos fluidos pasan por el intercambiador de placas, donde tiene lugar un proceso termodinámico, ya que el aceite recircula con una mayor temperatura que la del agua LT, estos dos líquidos nunca se mezclan uno con otro durante el proceso. Ver apéndice 11 sistema de aceite lubricante.

#### **2.1.8.4. Sistema de agua de enfriamiento**

Son dos sistemas que se diferencian uno con otro por la razón de que un sistema trabaja específicamente para enfriar el aire de carga del motor (agua LT), durante el proceso el turbocompresor aspira aire el cual es comprimido y eleva su temperatura, durante el proceso, el aire se vuelve menos denso y es necesario que este tenga una temperatura adecuada cuando ingresa a la recámara de combustión. El agua LT se encuentra a una menor temperatura cuando ingresa al Intercooler, allí dentro tiene lugar otro proceso termodinámico y en ningún momento el agua se mezcla con el aire de carga.

El sistema de agua HT se distribuye por toda la parte interna del motor la función principal es enfriar las recámaras de combustión, el agua HT se mantiene a una temperatura menor a la temperatura de las recámaras de combustión, ya que los motores de encendido por compresión provocan que la mezcla de aire combustible explote, produciendo la fuerza necesaria para mover el pistón hacia abajo y de esta forma se produce el funcionamiento de los motores. Ver apéndice 11 agua de enfriamiento del motor.

#### **2.1.8.5. Aire de carga del motor**

El turbocompresor inyecta el aire de carga, es movido por la alta presión de los gases de escape que salen de las recámaras de combustión, los gases calientes pasan por la turbina que se encuentra conectada por el mismo eje con el compresor girando juntos al mismo tiempo, el compresor aspira aire a través de un filtro de admisión, los gases de escape después de pasar por la turbina van directamente a la caldera para calentar el aceite que se utiliza en los diferentes procesos de calefacción que tienen lugar dentro de la planta de generación de energía eléctrica. Ver apéndice 13.

#### **2.1.9. Riesgo de incendio en área de almacén de combustible**

En este apartado se analiza el riesgo de incendio en el área de tanques de almacén de hidrocarburos ya que la planta cuenta con un área para almacenaje a gran escala de combustibles lo cual se detalla en esta sección.

### **2.1.9.1. Análisis del riesgo de incendio**

En el centro de almacenamiento de productos petroleros se trabaja con líquidos combustibles, que por su naturaleza inflamable y cantidad hace necesario el diseño de instalación de protección contra incendios, con abastecimientos necesarios de agua para su funcionamiento. Basándose fundamentalmente en una estimación de la duración del incendio y del área total afectada, se realiza el análisis de riesgo con el fin de estimar los consumos de agua y otros medios de actuación. Más no los cálculos hidráulicos para el diseño del sistema contra incendios.

La radiación térmica está en función de las propiedades caloríficas del producto incendiado, en un incendio donde se quema hidrocarburo, se puede alcanzar una radiación calorífica media de 190 kilowatts por metro cuadrado. Ver anexo 2.

Deberá tomarse en cuenta que la radiación térmica depende del producto incendiado. A continuación se lista la clase de productos estudiados para este análisis, la tabla III muestra radiación media para diferentes incendios con hidrocarburos.

Productos clase A: productos licuados cuya presión absoluta de vapor a 15 grados Celsius sea superior a 98 kilopascal (un kilogramo/centímetro cuadrado manométrico), tales como propileno, butadieno, cloruro de metilo, según la temperatura a que se los almacena pueden ser considerados como:

- Subclase A1: productos de la clase A que se almacenan licuados a una temperatura inferior a 0 grados Celsius.



- Subclase A2: productos de la clase A que se almacenan licuados en otras condiciones.

Productos clase B: productos cuyo punto de inflamación es inferior a 55 grados Celsius y no están comprendidos en la clase A.

- Subclase B1: productos de clase B cuyo punto de inflamación es inferior a 38 grados Celsius.
- Subclase B2: productos de clase B cuyo punto de inflamación es igual o superior a 38 grados Celsius.

Productos clase C: productos cuyo punto de inflamación está comprendido entre 55 grados Celsius y 100 grados Celsius.

Productos clase D: productos cuyo punto de inflamación es superior a 100 grados Celsius.

Tabla III. **Intensidad media de radiación térmica**

Producto	kw/m <sup>2</sup>	Producto	kw/m <sup>2</sup>	Producto	kw/m <sup>2</sup>
Naftas	70–110	Acetaldehído	32	Acetato de vinilo	30
Kerosene	80 – 90	Amoniaco	13	Acetonitrilo	37
Jet A1	70 – 80	Butadieno	86	Acrilonitrilo	26
Diesel	80	Bromuro de metilo	8	Acido fórmico	2
Gasoil liviano	70 – 80	Butileno	93	Alcohol alílico	38
Gasoil pesado	50 – 60	Cloruro de etilo	14	Acrilato de metilo	30
Fuel oil	70	Cloruro de metilo	14	Benceno	70
Asfalto	30	Cloruro de vinilo	26	Cloruro de alilo	32
Petróleo (crudo)	20	Dimetilamina	61	Dicloropropano	20
Gas natural	95	Etileno	89	Dietilamina	77

Fuente: elaboración propia.

Los escenarios de incendios pueden ser clasificados en tres categorías, dependiendo de su duración:

- Categoría I: duración del incendio hasta 10 minutos.
- Categoría II: duración del incendio del orden de 15 a 60 minutos.
- Categoría III: duración del incendio por más de 60 minutos.

Otro parámetro que debe ser calculado es el área total afectada por el incendio. Los niveles máximos de exposición a la radiación térmica de la Norma del Instituto del Petróleo (IP codes part 19), indica un valor umbral de 32 kilowatts por metro cuadrado como valor máximo para causar daños a elementos estructurales en instalaciones industriales. Ver anexo 2.

Los escenarios de incendio pueden ser clasificados de la siguiente manera, tomando en cuenta el tamaño del área afectada por el incendio.

- Categoría A - el contorno de los 32 kilowatts por metro cuadrado afecta a otro bloque cercano de incendio, por ejemplo: unidad de proceso, instalaciones de almacenamiento, almacén, etcétera.
- Categoría B - el contorno de los 32 kilowatts por metro cuadrado afecta a más del 25% del equipo localizado dentro del bloque de incendio considerado.
- Categoría C - el contorno de los 32 kilowatts por metro cuadrado afecta al 25% o menos del equipo localizado dentro del bloque de incendio considerado.

Cada escenario individual de incendio puede ser analizado y clasificado dentro de las correspondientes categorías ya descritas. También se pueden considerar dos grupos, de acuerdo con la estimación de la duración del incendio y los niveles de exposición a la radiación del calor.

- Grupo 1 de escenarios de incendio: representa los peores casos de incendio que requieren unas medidas de protección especial. Los casos típicos de este Grupo 1 son los incendios de larga duración, por ejemplo: incendios de tanques y también aquellos incendios que son consecuencia de una fuga de líquido, formándose grandes áreas de líquido derramado.
- Grupo 2 de escenarios de incendio: son incendios con una duración del orden de diez minutos o también los que solamente afectan a una parte del bloque de incendio seleccionado. Estos casos de incendio no suelen requerir ninguna medida de protección adicional.

La tabla IV muestra con claridad la categoría de incendio y la clase de incendio que se puede desarrollar en un establecimiento que albergue depósitos de productos combustibles e inflamables. En gris aparecen el grupo 1, los peores escenarios de incendios y en blanco el grupo 2, los incendios de poca duración.

Tabla IV. **Clasificación de los incendios según categoría**

CATEGORÍA	A	B	C
I	IA	IB	IC
II	IIA	IIB	IIC
III	IIIA	IIIB	IIIC

Grupo 1
  Grupo 2

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Norma NTP 420. p. 3.

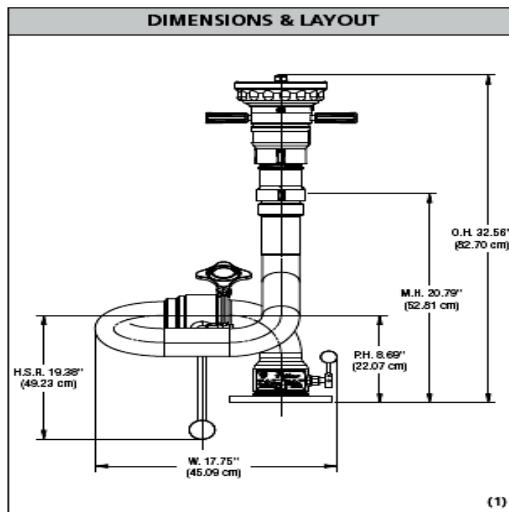
La estrategia de protección contra incendio y explosión en las plantas químicas, refinerías y terminales de carga o descarga de hidrocarburos puede estar basada en tres etapas consecutivas:

- Detección y alarma en caso de una fuga de producto peligroso o producción de una situación de incendio.
- Prevención de cualquier daño a las estructuras y progreso de la situación de incendio.
- Consecución del control y la extinción final del incendio.

En las últimas dos etapas se hace necesaria la previsión de agua de abastecimiento. Se puede asegurar que el control del incendio depende de la minimización de los tiempos de respuesta y las acciones estratégicas básicas que se tomen en los primeros diez minutos del incendio. Para el control y extinción del incendio se hace necesaria la existencia de hidrantes, monitores y sistemas de rociadores, para enfriar elementos estructurales y tanques supuestamente incendiados y tanques adyacentes.

En las siguientes figuras se presentan algunos modelos de equipos para el control de incendios.

Figura 9. Monitores de alto flujo de agua



Fuente: Elkart Brass. Monitores de alto flujo. p. 20.

Figura 10. Especificación de monitores de alto flujo



**MONITOR  
VS.INC.SPECTRUM  
BRIDA 4**  
Codigo: 94972  
Categoria:  
PROTECCION  
CONTRA INCENDIOS  
Sub-Categoria:  
Monitores

**DESCRIPCION**  
Monitor tipo spectrum contra incendio para servicio de agua, rotación horizontal 360° movimiento vertical 150° brida de 4"101.6mm salida macho 2 1/2" 63,5 mm fabricado en bronce ASTM 5a.

**CARACTERISTICAS**

- Fabricado en aluminio, resistente a la corrosión.
- Acabado o en esmalte color rojo fuego, epóxico.
- Con graseras para lubricación constante.
- Tipo corazón de una cremallera.
- Operado por manivela.
- Para giro horizontal de 360° y movimiento vertical de 120°.
- Doble entrada hembra giratorio, cuerda NSHT.
- Salida macho roscada, cuerda NSHT.
- Con patas y base de acero para apoyo.

Fuente: Elkart Brass. Monitores de alto flujo. p. 21.

Figura 11. **Rociador Montante**



Fuente: Reliable. Manual Reliable, rociador Tipo J168.

La tabla V muestra las especificaciones de los sprinklers contra incendios.

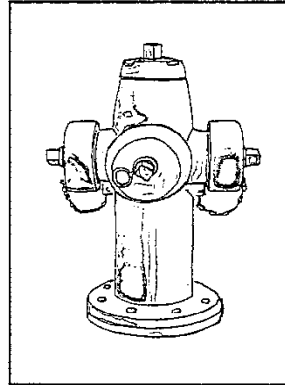
Tabla V. **Datos técnicos sprinklers**

<b>Datos técnicos</b>	<b>Valor</b>
Mínima presión de trabajo	0,5 bar
Máxima presión de trabajo	12,1 bar
Coefficiente de descarga K	241,9 (Lpm/bar) <sup>1/2</sup>
Rosca de entrada	¾ pulg
Longitud total	73 mm

Fuente: elaboración propia.

La siguiente figura muestra el tipo de hidrante utilizado en la mayoría de sistemas contra incendios.

Figura 12. **Hidrantes para conexión de mangueras contra incendios**



Fuente: MAPFRE 2000. Manual de bomberos. p. 111.

La tabla VI muestra las especificaciones de los hidrantes para suministrar agua contra incendios.

Tabla VI. **Especificaciones de hidrantes**

Tipo 80	1 salida de 70 mm y 2 de 45 mm
Tipo 100	1 salida de 100 y 2 de 70 mm
Caudal tipo 80	500 litros/min
Caudal tipo 100	1 000 litros/min
Presión mínima	1 bar
Presión máxima	12 bar

Fuente: elaboración propia.



### 2.1.9.2. Abastecimiento de agua contra incendios

En los centros de trabajo siempre se debe contar con una fuente inagotable de agua contra incendios, la red principal de agua contra incendios puede tener en todo el circuito equipos para el lanzamiento de agua y espuma. La espuma es especial para el combate de incendios que involucren hidrocarburos. Es importante utilizar espuma adecuada para el tipo de producto que se está quemando.

Para el cálculo del agua contra incendios requerida para enfriamiento se puede hacer una distinción básica entre tres situaciones de exposición al incendio, cada una con su propia recomendación de cantidad de agua de aplicación. A continuación se presenta la tabla VII que hace referencia al agua a utilizar en caso de presentarse cualquiera de las situaciones explicadas, los valores fueron sacados de la Norma NTP 420. Ver anexo 2.

Tabla VII. **Agua contra incendios requerida para el enfriamiento**

EXPOSICIÓN AL INCENDIO	CANTIDAD DE AGUA DE APLICACIÓN
Calor radiante	4-8 litros / min / m <sup>2</sup>
Llama directa incidente	10 litros / min / m <sup>2</sup>
Llama dardo (jet flame)	1000-2000 litros/min (caudal del chorro de manguera)

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Norma NTP 420. p. 3.

Para el cálculo de la demanda de agua contra incendios y radio máximo afectado se debe tener en cuenta el cumplimiento de la Instrucción Técnica Complementaria MIE-APQ-001 referente a almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles, de la que se extrae la tabla VIII.

Tabla VIII. Caudal de agua necesario y radio máximo de incendio

CLASE DE LÍQUIDO DEL RECIPIENTE SUPUESTO INCENDIADO	RECIPIENTES A ENFRIAR	CAUDAL MÍNIMO DE AGUA A PREVER (NOTA 3)		
		PARA ENFRIAMIENTO		PARA ESPUMA
		Recipientes con líquidos de clase A	Otros recipientes o instalaciones	
1 LÍQUIDO CLASE A: CAPACIDAD UNITARIA O GLOBAL HASTA 200 m <sup>3</sup>	El supuesto incendiado y los situados a menos de 10 m de las paredes de aquel.	0,18 m <sup>3</sup> /h (3 litros/min) por m <sup>2</sup> de superficie de los recipientes. (Nota 2)	Clases B y C, según el punto 2º de esta tabla	Es necesario solamente para los posibles sistemas de espuma destinados a proteger instalaciones adyacentes
	CAPACIDAD UNITARIA O GLOBAL SUPERIOR A 200 m <sup>3</sup>	a) El supuesto incendiado y los situados a menos de 30 m de las paredes de aquel. b) Los restantes recipientes contenidos en el mismo cubeto.		
2 LÍQUIDOS CLASES B Y C	a) El supuesto incendiado.		0,90 m <sup>3</sup> /h (15 litros/min) por metro de perímetro	Máximo caudal de agua necesaria para producir espuma en el tanque supuesto incendiado y/o a su cubeto.
	b) Los situados a menos de 15 m de las paredes del supuesto incendiado o de 1,5 veces su radio.	0,18 m <sup>3</sup> /h (3 litros/min) por m <sup>2</sup> de superficie de los recipientes. (Nota 2)	Caudales por m <sup>2</sup> de 1/4 de la superficie de los recipientes. (Nota 2) Techo fijo: Clase B1: 0,30 m <sup>3</sup> /h (5 litros/min) Clases B2 y C: 0,12 m <sup>3</sup> /h (2 litros/min) Techo flotante: ≤ 7500 m <sup>3</sup> , 0,18 m <sup>3</sup> /h (3 litros/min) > 7500 m <sup>3</sup> , 0,12 m <sup>3</sup> /h (2 litros/min) (Nota 3)	

Fuente. Instrucción Técnica Complementaria MIE-APQ-001. Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles. p. 37.

Nota 1: para la refrigeración de los recipientes próximos al incendiado que tengan un aislamiento térmico con una conductancia mínima de 20 kilocalorías hora por metro cuadrado grados Celsius y resistentes al fuego y al chorro de agua, se usara la mitad del caudal de agua establecido en el cuadro.

Nota 2: se considera como superficie total a refrigerar, la superficie total para los recipientes cilíndricos de eje horizontal y para los esféricos y la superficie lateral para otros.

Nota 3: se añadirá el caudal necesario para la protección de las instalaciones adyacentes cuando proceda.

Otro reglamento también a considerar es el BOE No. 94 24-04-95 de donde se extrae la tabla IX. Aquí también se considera el área a proteger en caso de incendio.

Tabla IX. Evaluación del caudal de agua reglamentario

TIPO DE TANQUE SUPUESTO INCENDIADO		TANQUES A ENFRIAR	CAUDAL DE AGUA A PREVEER		
			PARA ENFRIAMIENTO		PARA ESPUMA
			Depósitos de hidrocarburos de la clase A	Otros tanques	
1 HIDROCARBUROS LICUADOS (clase A)	Dpósitos de capacidad hasta 200 m <sup>3</sup>	El depósito supuesto incendiado y los situados a menos de 10 m de las paredes de aquél.	10 litros/m <sup>2</sup> /min sobre la superficie de los depósitos (1).		
	Otros depósitos de radio R y capacidad superior a 200 m <sup>3</sup>	a) Todos los depósitos total o parcialmente comprendidos dentro del cilindro vertical de radio R+30 m, con eje coincidente con el depósito supuesto incendiado.	10 litros/m <sup>2</sup> /min sobre la superficie de los depósitos (1).		
		b) Los restantes depósitos contenidos en el mismo cubeto de retención que el depósito supuesto incendiado.	3 litros/m <sup>2</sup> /min sobre la superficie de los depósitos (1).		
2 CRUDO E HIDROCARBUROS LÍQUIDOS (Clases B y C)		a) El tanque incendiado de radio R y de superficie horizontal S.  b) Los tanques total o parcialmente comprendidos en el cilindro con eje común al del tanque supuesto incendiado y radio igual a 2.5 R.	3 litros/m <sup>2</sup> /min sobre la superficie de los depósitos (1).	15 litros/min por metro de circunferencia.  Caudales sobre 1/4 de la superficie lateral en litros/m <sup>2</sup> /min <b>Techo fijo:</b> Punto de inf. < 21°C 5 litros/m <sup>2</sup> /min Punto de Inf. > 21°C 3 litros/m <sup>2</sup> /min <b>Techo flotante:</b> < 7500 m <sup>3</sup> 3 litros/m <sup>2</sup> /min > 7500 m <sup>3</sup> 2 litros/m <sup>2</sup> /min	Según artículo 27.2 b/.

Fuente: Instrucción Técnica Complementaria MIE-APQ-001. Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles. p. 78.

La superficie a refrigerar de los depósitos se considerará: la superficie total, para los depósitos cilíndricos de eje horizontal y para los esféricos. La superficie lateral para otros.

R se expresa en metros. S se expresa en metros cuadrados. Q se expresa en metros cúbicos por hora.

El combustible bunker o residual de petróleo, tiene un punto de inflamación que varía entre los 70 a 80 grados Celsius, este producto está clasificado como un producto clase C, hidrocarburo líquido, cuyo punto de inflamación viene dado entre 55 grados Celsius y 95 grados Celsius. Ver anexo 4.

Los radios a proteger para tanques con productos clase C, son de  $R+15$  metro y  $1,5 \cdot R$  metro y para crudo e hidrocarburos líquidos es de  $2,5 \cdot R$ , donde R es el radio del tanque, todos estos radios son concéntricos, teniendo como eje, el centro del tanque incendiado.

Se debe tener en cuenta que los caudales indicados en las tablas VIII y IX, son mínimos de agua a prever, por lo que, según los casos. Se puede considerar otras normas de reconocido prestigio de la Asociación Nacional para Protección Contra Incendios de Estados Unidos NFPA, que sobrepasen dichos valores mínimos de las tablas antes mencionadas, para este estudio se toman los valores de la tabla VII. Siguiendo las recomendaciones de la Norma NTP 420.

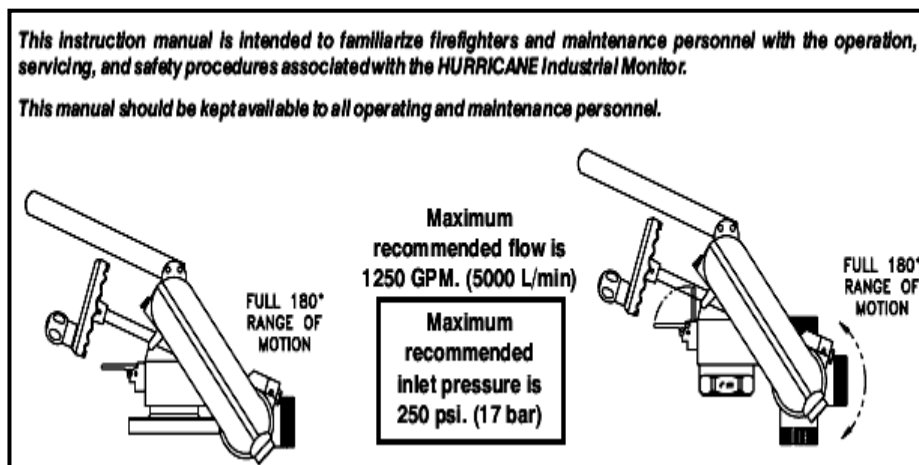
Para este caso se considera la recomendación del caudal de agua para enfriamiento (calor radiante) a razón de 4-8 litros por minuto por metro cuadrado. Y para el control de un tanque incendiado (llama incidente) se deberá controlar a razón de 10 litros por minuto por metro cuadrado. Ver anexo 2.

Teniendo en cuenta el cumplimiento de lo anterior, una vez sean calculadas las máximas demandas de agua contra incendio para cada bloque de incendio se comenzará el análisis hidráulico del sistema para abastecimiento de agua contra incendio teniendo en cuenta caudales y presiones.

Para la determinación de la presión mínima residual para cada bloque de incendio se puede considerar que las presiones operativas serán las indicadas por el método de aplicación del agua contra incendio.

En esta clase de incendios se hace necesaria la utilización de monitores e hidrantes de alto flujo, se pueden apreciar presiones de operación entre 5 y 7 bares en diferentes manuales, para los monitores aparece una presión máxima de operación de 250 psi (17 barios).

Figura 13. **Presión de operación máxima**



Fuente: Elkart Brass. Manual de monitores de alto flujo. p. 58.

El objetivo de un análisis hidráulico del sistema de distribución de agua contra incendios es verificar si las demandas de presión y agua contra incendios pueden cumplirse partiendo de las bombas contra incendios existentes o propuestas y la red de distribución existente.

Para el diseño de las instalaciones de agua contra incendios se pueden tener en cuenta algunos detalles importantes como la elección de tubería según material y tamaño, se debe procurar que sea enterrada, en el caso del acero al carbono, debe estar protegido contra la corrosión y se aconseja realizar las pruebas hidráulicas necesarias para un buen control de calidad. Ver anexo 8.

En un sistema contra incendios las válvulas de cierre o de seccionamiento que deban permanecer normalmente abiertas para el correcto funcionamiento del sistema, pueden ser de tipo husillo ascendente o pueden disponer de otro dispositivo que permita verificar fácilmente si están en posición abierta. Es importante evitar los golpes de ariete generados por el cierre brusco de las válvulas, este efecto trae como consecuencia daños a los equipos de bombeo y fatiga para la tubería y accesorios del sistema, por tal razón no están permitidas las válvulas de cierre rápido como las válvulas de globo o de mariposa.

Se tendrá en cuenta la conveniencia de dimensionar la red contra incendios previendo eventuales ampliaciones de todo el sistema de protección contra incendios.

Siempre que sea posible y especialmente cuando existan redes específicas de hidrantes exteriores, así como, en los sistemas con abastecimiento doble, se recomienda realizar la instalación en anillo, con válvulas de seccionamiento, para asegurar la máxima eficiencia del sistema incluso en el caso de avería en algún tramo.

Cada derivación de la red general de incendios para alimentar una red específica debe estar provista de una válvula de seccionamiento y una de retención ver anexo 8.

## **2.2. Propuesta para el Programa de Control de Riesgos en Planta**

En este apartado se detalla la propuesta del proyecto de EPS, el cual se estará realizando en la planta de generación de energía eléctrica Gesur. Para este proyecto se aplicarán los conocimientos adquiridos al concluir los cursos de la carrera de Ingeniería Industrial.

### **2.2.1. Distribución de los tanques**

Para determinar las necesidades de abastecimiento de agua contra incendio, es necesario dividir la planta en bloques críticos para el sistema (de mayor probabilidad de incendio) bien delimitados, sobre el plano de distribución de la planta. Cada bloque delimitado de incendio representa un área definida con peligros potenciales de explosión o incendio, identificados tras un proceso de análisis de las áreas de almacenamiento.

Para cada bloque se analizan o prevén los peores escenarios de incendio, en el caso en estudio se analizan incendios en tanques de almacenamiento de combustibles de la planta.

Las características geográficas del terreno y la distribución de los equipos hacen fácil la identificación de las áreas críticas de riesgo. En este caso se delimitan perfectamente 3 bloques que se describen a continuación:

- Bloque de almacenamiento Bluref con cuatro tanques cilíndricos, donde se almacenan 1 000 000 galones de combustible de los tipos C por lo que representa una de las áreas de mayor riesgo de incendio en el terreno.

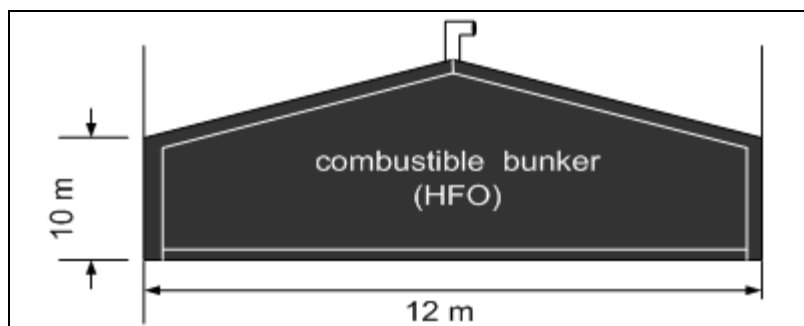


- Bloque de almacenamiento GCA con cuatro tanques cilíndricos, en donde se almacenan 1 000 000 galones de los tipos B y C por lo que representa el área de mayor riesgo de incendio en el terreno.
- Bloque de almacenamiento Bluref tanque # 5 con 1 tanque cilíndrico, en el se almacena gran cantidad de combustible (250 000 galones) de los tipos B y C por lo que representa el área de mayor riesgo de incendio en el terreno.

### 2.2.2. Geometría de los tanques para almacenamiento de combustible bunker

Los tanques de almacenamiento de combustible HFO, todos tienen la mismas dimensiones, este bloque de almacenamiento se encuentra en la parte central del establecimiento industrial Liztex S.A., y constituyen los tanques más grandes del lugar. Cada uno con una capacidad de 250 000 galones. En la figura 14 se presenta el perfil de los tanques.

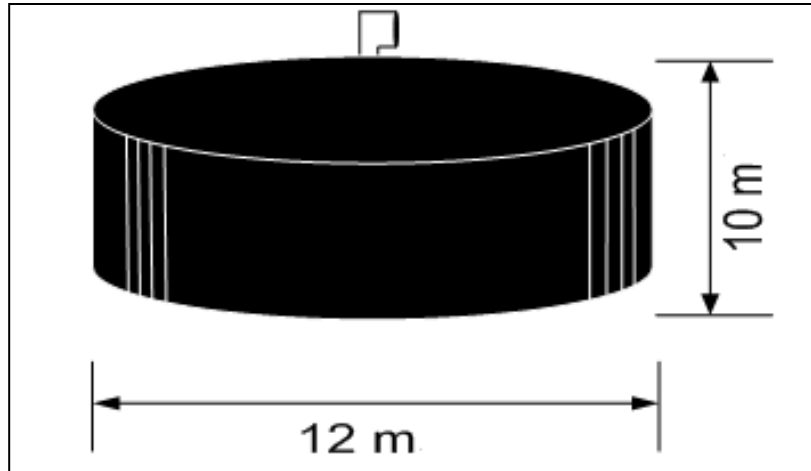
Figura 14. Perfil de un tanque de almacenamiento de bunker



Fuente: elaboración propia.

En la figura 15 se presenta la vista en tres dimensiones del los tanques de almacenamiento de bunker.

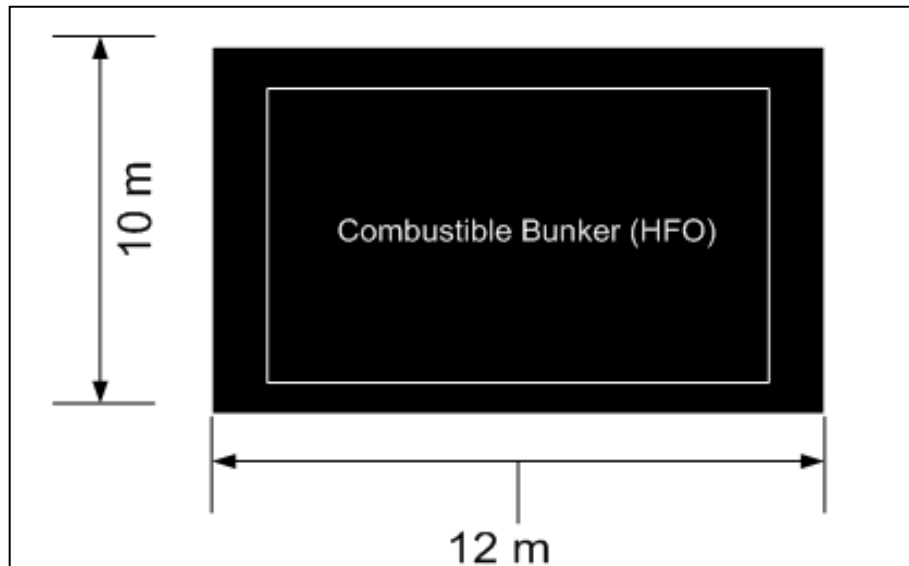
Figura 15. **Vista 3D del tanque del almacén de bunker**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 16 se muestra la vista lateral de los tanques de almacenamiento de hidrocarburos.

Figura 16. **Vista lateral de un tanque de combustible**



Fuente: elaboración propia.

A continuación se detallan las dimensiones, perímetros y área que ocupan un tanque de almacenamiento de combustible bunker.

Diámetro (D) = 12 m

Radio (r) = 6 m

Altura (L) = 10 m

Perímetro (P) = 38 m

Área (A) = 113 m<sup>2</sup>

Superficie lateral = P\*L=377 m<sup>2</sup>

Para el almacenamiento de combustible diésel se utilizan los mismos tanques, a este tipo de tanques se les denomina tanques atmosféricos por tener el venteo directamente a la atmósfera, en estos casos todos los vapores emanados por el producto se disuelven directamente en el aire. Ver apéndice 14.

### **2.2.3. Peligros potenciales de incendio o explosión**

Luego de la delimitación geográfica de los bloques de incendio y de las dimensiones de los tanques, se analizan los puntos críticos que indican mayor probabilidad de incendio en el área. En este caso para el área de almacenamiento, los puntos críticos con mayor riesgo son los bloques de almacenamiento con 9 tanques de combustible, se analizarán las simulaciones de incendio independientemente para prever los insumos necesarios para el momento de una emergencia para estos casos se simula la peor situación de incendio que pueda presentarse en lugar. En la siguiente tabla X se detallan las posibles causas que pueden dar origen a un incendio.

Tabla X. **Energías causantes de ignición**

<b>Tipología</b>
Calor procedente de objetos calientes
Arco o sobrecarga eléctrica
Calor procedente de los objetos activados por combustibles
Calor de origen natural
Fuegos abiertos o chispas
Procedente de la acción de fumar
Calor procedente de fuego exterior
Explosivos o fuegos artificiales
Otras formas

Fuentes: BALLESTA GERMAN, José. Guía de planificación de accidentes de tipo térmico.  
p. 20.

En el área de tanques, las posibles causas de incendios pueden ser las siguientes:

- Fuegos abiertos o chispas producidos por trabajos de soldadura con arco eléctrico, al momento de realizar ampliaciones en el sistema de tuberías o montaje de equipos de bombeo.
- Sobrecargas eléctricas producidas por tormentas eléctricas, ya que el área no cuenta con un sistema de pararrayos.
- Calor procedente de fuego exterior. Durante el arranque de los motores restos de carbonilla en forma de braza caliente son lanzadas a la atmósfera, el área de tanques se encuentra a pocos metros de donde se ubican los escapes de los motores.

A continuación en la tabla XI se muestran algunos factores que contribuyen a agravar los daños producidos por un incendio en instalaciones químicas y petroleras.

Tabla XI. **Factores que agravan los daños durante un incendio**

<b>Factores</b>
Ausencia de sistemas de protección
Fallos humanos
Presencia de otros líquidos inflamables
Rotura de otros recipientes
Acumulación de residuos
Sistema de protección inadecuado o deteriorado
Otros

Fuente: BALLESTA GERMAN, José. Guía de planificación de accidentes de tipo térmico. p. 21.

### **2.2.3.1. Propiedades del bunker almacenado para el consumo de los motores**

En la siguiente tabla XII se muestran las propiedades del tipo de combustible almacenado en planta.

Tabla XII. **Propiedades físico-químicas del bunker**

<b>Combustible Heavy Fuel Oil</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
Calor de combustión	42 875 158	J/kg
Calor latente de vaporización	348 900	J/kg
Temperatura de ebullición	220	°C
Calor específico medio a presión constante	2 092	J/(kg°C)
Presión de vapor saturado (30°C)	4 190	Pa.
Densidad	967	Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: elaboración propia.

Aquí se muestran las propiedades del Heavy Fuel Oil conocido en el mercado como bunker. A partir de estos datos se calculará más adelante la tasa de evaporación de este combustible. Los datos anteriores fueron sacados del certificado de propiedades químicas. Ver anexo 4.

La información servirá para el cálculo de las variables necesarias para determinar la magnitud de los incendios que se pueden generar dentro de las instalaciones de la planta.

### **2.2.3.2. Alcance del incendio en área de tanques de combustible bunker**

Primero se calcularán las variables del incendio para un tanque Heavy Fuel Oil (bunker), este tipo de incendio se conoce como incendio cilíndrico vertical, debido a su geometría particular.

La distancia a la cual el valor umbral de 32 kilowatts/metro cuadrado afecta las estructuras cercanas es de 14 metros medidos desde el centro del tanque, (ver anexo B NTP 420). Siguiendo las indicaciones de la tabla XIII los radios a considerar son:  $1,5 \cdot R$ ,  $2,5 \cdot R$  y  $R+15$ .

A continuación se presenta la tabla XIII que describe las dimensiones de los tanques para este análisis.

Tabla XIII. **Dimensiones de los tanques en estudio**

<b>Variables</b>	<b>Unidades en metros</b>
Diámetro	12 m
Radio	6 m
Altura	10 m
Capacidad m <sup>3</sup>	946,25 m <sup>3</sup>
Área	113,00 m <sup>2</sup>
Perímetro	37,69 m

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.3.3. Clasificación del incendio**

Para determinar el tipo de incendio a través de las variables más representativas, se hace un cálculo del área total afectada por el incendio, así se podrá determinar con mayor precisión la categoría a la cual pertenece.



Para el área afectada se toma el radio del tanque igual a 6 metros, en la tabla XIV se presentan los radios a considerar durante un incendio de hidrocarburos.

Tabla XIV. **Radios a considerar en un incendio**

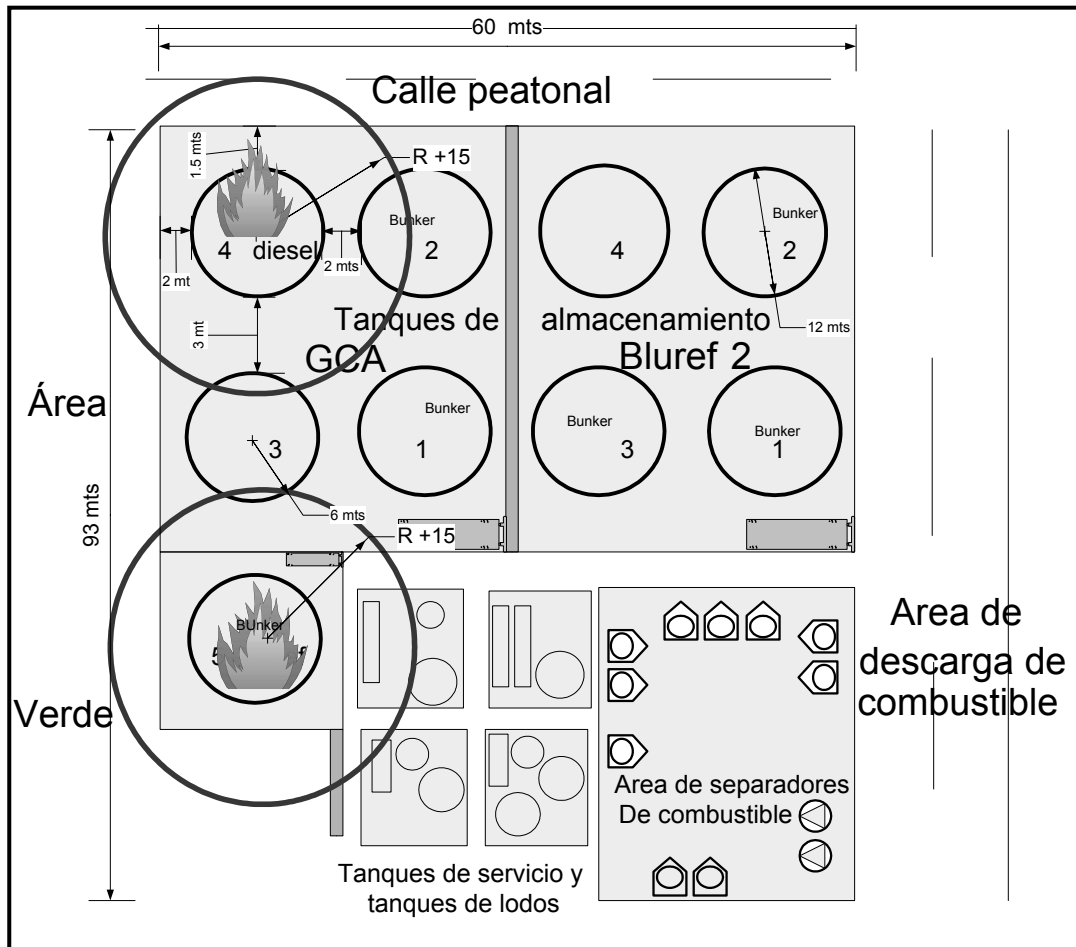
<b>Radios a considerar R=6 m</b>	<b>metros</b>
1.5*R	9
2.5*R	15
R+15	21

Fuente: elaboración propia.

Para este análisis una tasa de radiación de 32 kilowatts/metro cuadrado tiene un alcance de 14 metros, por lo que todas las estructuras que se encuentran dentro de este círculo se verán afectadas, un círculo R+15 equivalente a 21 metros, que esta fuera del alcance de los 32 kilowatts/metro cuadrado, pero está considerado dentro de la tabla XIV como radio a considerar en un incendio.

Para el área total del bloque de incendios se tomará el área comprendida por el bloque que alberga los 9 tanques. El área aproximada es de 5 580 metros cuadrados. Ver figura 17.

Figura 17. **Bloque de incendios**



Fuente: elaboración propia.

$$\text{Área afectada} = 3\,416 \cdot (6+15)^2 = 1\,385 \text{ m}^2$$

$$\text{Área total del bloque de incendios} = 93 \cdot 60 = \text{aprox. } 5\,580 \text{ m}^2$$

$$\% \text{ de área afectada por el incendio} = (1\,385 / 5\,600) \cdot 100 = \text{aprox. } 25\%$$

El área afectada por el incendio es del 25% por lo que según NTP 420 ver anexo 2. Este incendio pertenece al grupo 2 con categoría C donde los 32 kilowatts/metro cuadrado afectan solamente al 25% o menos del bloque de incendio considerado.

#### 2.2.3.4. Cálculo del tiempo de duración del incendio

Para determinar el tiempo que puede durar un incendio se utilizarán las propiedades de los productos almacenados. Utilizando el método que se indica en la Norma NTP 420, ver anexo 2. En la tabla XV se muestran las propiedades del bunker.

Tabla XV. **Propiedades del combustible**

Combustible bunker	Valor	Unidades
Calor de combustión (hc)	42 875 158	J/kg
Calor latente de vaporización (hv)	348 900	J/kg
Temperatura de ebullición	220	°C
Calor específico medio a presión constante (CP)	2 092	J/(kg °C)
Presión de vapor saturado (30 °C)	4 190	Pa.
Densidad	967	kg/m <sup>3</sup>

Fuente: elaboración propia.

$$\text{Caudal de producto evaporado (m)} = (hc) / (cp \cdot \Delta T + hv) \cdot 0,001 \text{ kg/m}^2\text{s}$$

hc = calor de combustión evaporado J/kg

hv = calor latente de vaporización J/kg

Cp = calor específico a presión constante J/kg k

Delta T = diferencia de temperaturas de ebullición del líquido y la temperatura ambiente (32 °C).

De la sustitución de los valores de las propiedades del combustible bunker en la fórmula anterior se tiene:  $m = 0,057444128 \text{ kg} / (\text{m}^2\text{s})$ .

Multiplicando el caudal del producto evaporado (m) por el área del incendio (área del tanque incendiado 113 m<sup>2</sup>) se tiene la velocidad de combustión:

$m \cdot A = (0,057444128 \text{ kg} / \text{m}^2 \cdot \text{s}) \cdot (114 \text{ m}^2) = 6,5486 \text{ kg/s}$  (velocidad de combustión).

Volumen de bunker contenido en un tanque = 250 000 galones = 945 m<sup>3</sup>

Densidad del bunker = 967 kg/m<sup>3</sup>.

Masa contenida en el tanque = densidad \* volumen = 967\*945= 913 815 kg.

Duración del incendio = masa en el tanque / velocidad de combustión.

Duración del incendio = (913, 815 Kg) / (6,5486 kg/s) = 38,76 horas= 1,6 días.

En otras terminales y refinerías de hidrocarburos hay tanques de grandes dimensiones que almacenan cantidades muy altas. Estos cálculos se basan en la duración de un incendio que involucre solamente un tanque de 945 metros cúbicos de Heavy Fuel Oil (bunker).

Estos tanques son para almacenaje a baja escala, raras veces los tanques alcanzan un 100% de llenado, este análisis solamente da una idea de la magnitud del incendio que se puede desarrollar dentro de la planta Gesur.

Este incendio afectaría al 25% del bloque total analizado. Entre los bloques GCA, Bluref y Bluref Tanque # 5, hay paredes de hormigón reforzado de 8 metros de altura el cual soporta una radiación calorífica de 200 kilowatts/metro cuadrado, las cuales funcionan como una barrera protectora contra el fuego que ayuda grandemente a evitar que el incendio se extienda a los otros bloques.

#### **2.2.3.5. Cálculo del agua necesaria para controlar un incendio**

En este apartado se estima el cálculo del agua necesaria para el control de incendios en tanques de almacenamiento de productos petroleros. Para el caso del incendio del tanque de HFO (bunker), se debe enfriar la superficie del supuesto tanque incendiado y los tanques total y parcialmente comprendidos en el cilindro formado por R= 14 metros que es donde se obtiene una radiación calorífica de 32 kilowatts/metro cuadrado.

Los tanques sometidos a llama incidente, tanques incendiados, se deben enfriar a razón de 10 litros/minutos\*metro cuadrado = 2 642 galones/minutos\*metros cuadrados = 0,01 metro cúbico/minuto\*metro cuadrado.

Los tanques sometidos a calor radiante (tanques restantes) que se encuentran en un radio comprendido entre 14-21 metros se deben enfriar a razón de 4-8 litros/minutos\*metros cuadrados, para efectos de este caso se tomará el valor medio del rango de 6 litros/minutos\*metros cuadrados = 1,6 galones/minutos\*metros cuadrados = 0,0039879 metro cúbico/minuto\*metro cuadrado. Ver anexo 2.

Caudal necesario para el bloque de GCA Radio de 21 metros.

$$\text{Caudal} = 2,642 \text{ gal/min/m}^2 * A_{\text{HFO}} \text{ m}^2 + 3 * \text{tanques} * (1,6) * A_{\text{otros Tanques}}$$

Donde:

$A_{\text{HFO}}$  = área superficial del tanque de HFO (377 m<sup>2</sup>)

$A_{\text{diésel}}$  = área superficial de los demás tanques (377 m<sup>2</sup>)

Caudal necesario = (2,642\*377)+ (1,6\*377)\*3= 2 805 aprox. 3 000 gal/min

Caudal sobre dimensionado= 3 000 gal/min + (3 000\*0,15) = 3 500 gal/min

Se deberá tomar en cuenta que el sistema hidráulico deberá atender una demanda de 4 a 5 hidrantes para mangueras de 100 galones por minuto. Para el combate de incendios menores o enfriar superficies afectadas por el incendio.

### **2.2.3.6. Cantidad de monitores necesarios para combatir incendios**

Núm. de monitores necesario para enfriar tanque de combustible incendiado:

$$\text{Núm. de monitores}_{500\text{gpm}} = 2,642 \cdot 377 / 500 = 2 \text{ monitores}$$

Núm. de monitores necesario para enfriar tanques afectados por calor radiante:

$$\text{Núm. monitores}_{500\text{gpm}} = (3 \cdot 1,6 \cdot 377) / 500 = 3,61 \quad (3,6 \text{ aprox. a } 4 \text{ U}) = 4 \text{ monitores.}$$

El número de monitores necesarios para la protección del área de tanques es de 6 unidades. Para el otro bloque se procede a calcular el caudal necesario y el número de monitores de la misma manera, en este caso la distribución de los equipos para combatir incendios se debe realizar equitativamente, de modo que el sistema sea funcional para los dos bloques, ya que los 9 tanques tienen la misma geometría, para el bloque Bluref tanque # 5 el cual sólo contiene un tanque, se utilizará el mismo sistema hidráulico, ya que este tanque se encuentra en un extremo encerrado entre paredes de 8 metros de altura lo que protege la estructura a sus alrededores. Debido a que el hormigón armado soporta una radiación calorífica de 200 kilowatts/metros cuadrados.

Se asume que el agua a utilizar proviene de las reservas que existen en la planta, en planta se tiene 1 tanque de 75 000, 1 de 50 000 y uno de 25 000 galones (agua suficiente para combatir el incendio aproximadamente por 1 hora).

Tiempo suficiente para coordinar con otras instituciones el suministro de agua contra incendios. Un chorro de monitor es el que arroja un caudal de 400 galones por minuto o más, para este caso se utilizaron monitores de 500 galones por minuto (2 000 litros), la boquilla que más se ajusta es la de 1 3/8" (1,375) pulgadas para una presión de trabajo de 80 libras por pulgada cuadrada, ver tabla XVI.

Tabla XVI. **Caudales de funcionamiento de los monitores**

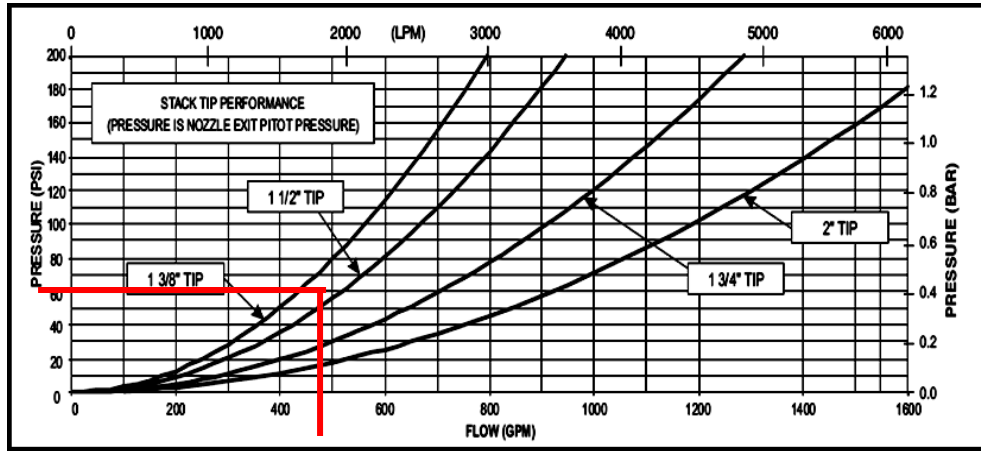
English Units		Nozzle Pressure (PSI)							
Nozzle Diameter (inches)	40		60		80		100		
	Flow GPM	Reaction lbf	Flow GPM	Reaction lbf	Flow GPM	Reaction lbf	Flow GPM	Reaction lbf	
1.375	360	120	440	180	500	240	560	300	
1.50	420	140	520	210	600	280	670	350	
1.75	580	190	700	290	810	380	910	480	
2.00	750	250	920	380	1060	500	1190	630	

Fuente: Hurricane. Manual técnico de monitores. p. 13.

En la figura 18 se puede apreciar el caudal y las presiones de operación de los monitores de 500 galones por minuto.



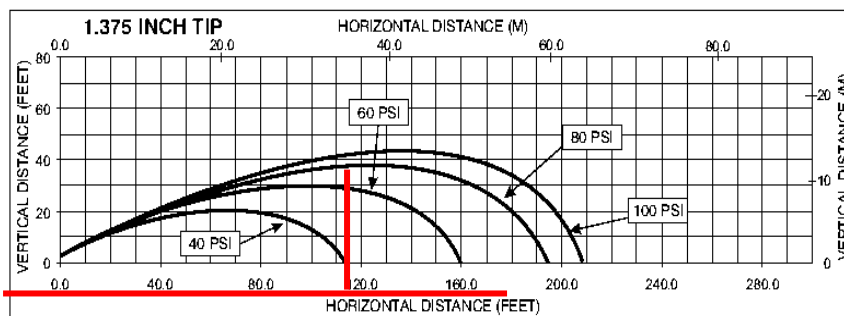
Figura 18. Caudal y presión de funcionamiento de un monitor de 500 galones por minuto



Fuente: Hurricane. Manual de monitores. p. 26.

A continuación en la figura 19 se presenta la gráfica del alcance vertical y horizontal de un monitor de 500 galones por minuto y una boquilla de descarga de 1,375 pulgadas. A 38 metros de distancia tiene un alcance máximo vertical de 12,25 metros de altura.

Figura 19. Alcance típico de un monitor



Fuente: Hurricane. Manual de monitor. p. 35.

Para la instalación de los monitores contra incendios, se deberá tomar en cuenta que la altura, puede variar entre 1 a 5 metros, en este caso el nivel donde se colocarán los monitores está a 7 metros de altura medidos desde la base de los tanques. El caudal se da como un dato del proyecto, ya que el diseño hidráulico queda a criterio de un profesional del ramo quien deberá considerar la selección de los equipos de bombeo y la ubicación de los monitores contra incendios.

### 2.2.3.7. Cálculo del perímetro de seguridad para las personas en el combate de incendios

En la tabla XVII se indican las variables que determinan la forma de calcular la radiación térmica de un incendio en tanque vertical para almacenaje de hidrocarburos.

Tabla XVII. Definición de las variables necesarias para el cálculo de radiación térmica

<b>Simbología utilizada</b>
<b>q</b> = intensidad de irradiación a una distancia determinada (kilowatts/metro cuadrado)
<b>d</b> = coeficiente de transmisión atmosférica (adimensional)
<b>F</b> = factor geométrico de visión, de vista o de forma (adimensional)
<b>E</b> = intensidad media de radiación de la llama 190 kilowatts/metro cuadrado
<b>Pv</b> = presión parcial del vapor de agua a la temperatura determinada (Pa)
<b>x</b> = longitud de recorrido de la radiación, distancia desde la superficie de llama al blanco receptor (metro)
<b>a</b> = altura de la llama
<b>b</b> = radio del recipiente
<b>c</b> = distancia entre P y el centro de la base de las llamas

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta la tabla XVII con las fórmulas a utilizar para determinar la radiación térmica emitida por un incendio de hidrocarburos en las instalaciones de la planta Gesur.

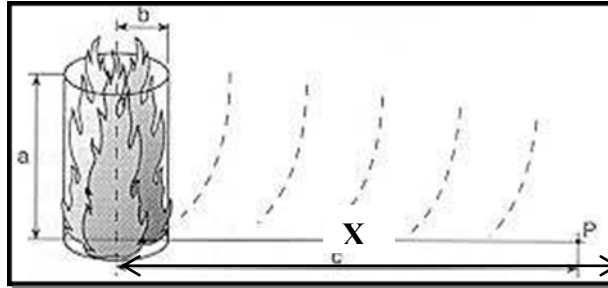
Tabla XVIII. **Fórmulas a utilizar para el cálculo de la radiación térmica**

<b>Fórmulas</b>	<b>Descripción</b>
$q = d F E$	Cantidad de radiación térmica recibida
$d = 2,02 (P_v \cdot x)^{-0,09}$	Coefficiente de transmisión atmosférica a una distancia x desde la superficie del fuego
a/b , c/b	Factor de visión vertical
$a = 29b^{0,7} \cdot m^{0,6}$	Altura de las llamas
$m = (hc) / ((C_p \cdot \text{dif de } T) + hv)$	Caudal másico evaporado (kg/m <sup>2</sup> *s)
$P_v = \text{humedad relativa} \cdot \text{presión de vapor}$	Presión de vapor

Fuente: elaboración propia.

La figura 20 muestra la forma del incendio a analizar este tiene forma cilíndrica vertical.

Figura 20. Incendio de forma cilíndrica vertical



Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Norma NTP 326. p. 2.

Para el cálculo de la radiación térmica es necesario determinar la presión parcial de vapor, la cual se encuentra multiplicando la humedad relativa del aire por la presión de vapor saturado a una temperatura dada, en la tabla XIX se muestran algunos valores en función de la temperatura.

Tabla XIX. Presión de vapor saturado de agua en el aire

Temperatura °C	Presión de vapor (Pa)	Temperatura °C	Presión de vapor (Pa)
0	600	19	2170
2	700	20	2310
4	800	21	2450
6	920	22	2610
8	1060	23	2770
10	1210	24	2940
11	1300	25	3130
12	1380	26	3320
14	1580	27	3520
15	1680	28	3730
16	1790	29	3950
17	1920	30	4190
18	2040		

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Norma NTP 326. p. 3.

A continuación se presenta la figura 21 del tipo de veleta electrónica utilizada para medir la temperatura ambiente y la humedad relativa que tiene el aire del lugar. En el anexo I se presentan las especificaciones de este equipo.

Figura 21. **Veleta electrónica**



Fuente: elaboración propia.

La humedad relativa es la cantidad de agua que un metro cúbico de aire puede admitir a una determinada presión y temperatura, directamente la temperatura del aire tiene una influencia directa sobre ella. En la tabla XX se muestran algunas condiciones ambientales del lugar.

Tabla XX. **Condiciones ambientales del lugar**

<b>Condiciones ambientales</b>	
Humedad relativa	75%
Temperatura ambiente	28 °C
Densidad del aire	1,2 kg/m <sup>3</sup>

Fuente: elaboración propia.

De la tabla anterior (tabla XIX, presión de vapor saturado de agua en el aire) se toma el valor de la temperatura ambiente (28°). A la cual le corresponde una presión de vapor de 3 730 pascales.

Presión parcial de vapor:

$$P_v = (\text{humedad relativa (\%)} * \text{presión de vapor})/100$$

A continuación se sustituyen los valores en la siguiente ecuación y se obtiene la presión parcial de vapor.

$$P_v = (75\% * 3,730)/100 = 2\,797,5 \text{ pa}$$

Para obtener el coeficiente de transmisión atmosférica se toma un valor de  $X = 15$ , ( $R + 15$ ,  $R = 6 \text{ m}$ ) ya que este se mide desde la superficie de las llamas hasta el receptor, que para este caso estará situado a  $X = 15$  metros de distancia del incendio.

$$D = 2,02 (P_v * X)^{-0,09}$$

$$D = 2,02 (2,797,5 * 15)^{-0,09}$$

$$D = 0,775$$

A continuación se calcula la altura de las llamas, en la tabla XXI se muestran los valores a utilizar.

Tabla XXI. **Variables para el análisis de factor de visión vertical**

<b>Variables de análisis</b>	
Velocidad de combustión (m)	0,05744 kg/m <sup>2</sup> *s
Radio del recipiente (b)	6 m
Distancia al punto P desde el centro de las llamas (C)	21 m
Distancia X	15 m

Fuente: elaboración propia.

Altura de las llamas (a):

$$a = 29b^{0,7} * m^{0,6}$$

$$a = 29(6)^{0,7} * (0,05744)^{0,6} = 18,30 \text{ m}$$

A continuación en la tabla XXII se presentan los valores que darán el factor de visión geométrico vertical.

Tabla XXII. **Valores para encontrar el factor de visión geométrico del incendio**

a/b	18/6=3
c/b	21/6=3,5

Fuente: elaboración propia.

Ahora se procede a buscar en la tabla XXIII el factor de visión geométrico.

Tabla XXIII. **Factor de visión vertical para tanques cilíndricos**

Factor de visión horizontal, $F_h$										
a/b	0.1	0.2	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0	6.0	10.0	20.0
c/b										
1.10	0.132	0.242	0.332	0.354	0.360	0.362	0.362	0.362	0.363	0.363
1.20	0.044	0.120	0.243	0.291	0.307	0.310	0.312	0.312	0.313	0.313
1.30	0.020	0.065	0.178	0.242	0.268	0.274	0.277	0.270	0.278	0.279
1.40	0.011	0.038	0.130	0.203	0.238	0.246	0.250	0.251	0.252	0.253
1.50	0.005	0.024	0.097	0.170	0.212	0.222	0.228	0.229	0.231	0.232
2.00	0.001	0.005	0.027	0.073	0.126	0.145	0.158	0.160	0.164	0.166
3.00	0.000	0.000	0.005	0.019	0.050	0.071	0.091	0.095	0.103	0.106
4.00	0.000	0.000	0.001	0.007	0.022	0.038	0.057	0.062	0.073	0.078
5.00	0.000	0.000	0.000	0.003	0.011	0.021	0.037	0.043	0.054	0.061
10.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.007	0.009	0.017	0.026
20.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.003	0.003
50.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Factor de visión vertical, $F_v$										
1.10	0.330	0.415	0.449	0.453	0.454	0.454	0.454	0.454	0.454	0.454
1.20	0.196	0.308	0.397	0.413	0.416	0.416	0.416	0.416	0.416	0.416
1.30	0.130	0.227	0.344	0.376	0.383	0.384	0.384	0.384	0.384	0.384
1.40	0.096	0.173	0.296	0.342	0.354	0.356	0.356	0.357	0.357	0.357
1.50	0.071	0.135	0.253	0.312	0.229	0.312	0.333	0.333	0.333	0.333
2.00	0.028	0.056	0.126	0.194	0.236	0.245	0.248	0.249	0.249	0.249
3.00	0.009	0.019	0.047	0.086	0.132	0.150	0.161	0.163	0.165	0.166
4.00	0.005	0.010	0.024	0.047	0.080	0.100	0.115	0.119	0.123	0.124
5.00	0.003	0.006	0.015	0.029	0.053	0.069	0.086	0.091	0.097	0.099
10.00	0.000	0.001	0.003	0.006	0.013	0.019	0.029	0.032	0.042	0.048
20.00	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.004	0.007	0.009	0.014	0.020
50.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.004
Factor de visión máximo, $F_{max}$										
1.10	0.356	0.481	0.559	0.575	0.580	0.581	0.581	0.581	0.581	0.581
1.20	0.201	0.331	0.466	0.505	0.517	0.519	0.520	0.521	0.521	0.521
1.30	0.132	0.236	0.387	0.448	0.468	0.472	0.474	0.474	0.475	0.475
1.40	0.094	0.177	0.323	0.398	0.427	0.433	0.436	0.436	0.437	0.437
1.50	0.072	0.138	0.271	0.355	0.392	0.400	0.404	0.404	0.405	0.406
2.00	0.028	0.056	0.129	0.208	0.267	0.285	0.294	0.296	0.299	0.300
3.00	0.009	0.019	0.048	0.088	0.141	0.160	0.183	0.189	0.195	0.197
4.00	0.005	0.010	0.024	0.047	0.083	0.106	0.129	0.134	0.143	0.147
5.00	0.003	0.005	0.015	0.029	0.054	0.073	0.094	0.100	0.111	0.117
10.00	0.000	0.001	0.003	0.006	0.013	0.019	0.030	0.034	0.045	0.055
20.00	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.004	0.007	0.009	0.014	0.022
50.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.004

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Norma NTP 326. p. 4.

En este caso se procede a realizar una interpolación para determinar con mayor exactitud el valor que se busca. En la tabla XXIV se muestran los valores para la interpolación.



Tabla XXIV. **Determinación del factor de visión vertical**

3	0,071
3,5	X=Fv
4	0,038

Fuente: elaboración propia.

Interpolación:

$$(3-3,5)/(3-4)=(0,071-X)/(0,071-0,038)$$
$$Fv= 0,0545$$

Para el cálculo de la radiación térmica recibida por una persona a 15 metros (medidos desde la superficie de las llamas) de distancia, en posición vertical será de ver anexo 3.

Se toma  $E= 190 \text{ kW/m}^2$

$q$  = radiación recibida por una persona u objeto en posición vertical

$d$  = coeficiente de transmisión atmosférica

$f$  = factor de visión geométrico

$E$  = radiación media en incendios de hidrocarburos

$$q = d \cdot f \cdot E$$

$$q = 0,75 \cdot 0,0545 \cdot 190 \text{ kW/m}^2$$

$$q = 7,77 \text{ kW/m}^2 \text{ aprox } 8 \text{ kW/m}^2$$

A 12,5 kilowatts/metro cuadrado máximo soportable con trajes estructurales, tal es el caso de los bomberos. A una tasa de 8 kilowatts/metro cuadrado (a 15 metros de las llamas) la mayoría de seres humanos están en peligro de muerte, los monitores y equipos para el combate de incendios pueden instalarse a 21 metros de distancia, estos equipos tienen un alcance de 60 metros.

A continuación se presenta la tabla XXV donde se muestran diferentes niveles de radicación térmica para personas y otros materiales.

Tabla XXV. **Efecto de la radiación térmica sobre estructuras y seres humanos**

Kw/m <sup>2</sup>	EFECTOS DE LA RADIACIÓN CALÓRICA INCIDENTE	
	Daños a equipos/materiales	Daños a personas
400	Máxima radiación tolerable por una pared de ladrillos	
200	Debilitamiento del hormigón armado	
60	Máximo radiación tolerable por el cemento	
40	Máximo tolerable por el acero estructural y el hormigón prensado. Destrucción de equipos y tanques	
37,5	Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras	100 % de mortalidad en 1 minuto
25	El acero delgado, aislado, puede perder su integridad mecánica. Energía mínima para encender madera, por larga exposición, sin llama	1 % de mortalidad en 1 minuto. Lesiones significativas en 10 segundos
12,5	Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama ignición de tubos y recubrimiento de plástico en cables eléctricos, daños severos a equipos de instrumentación.	<b>ZONA DE INTERVENCIÓN:</b> máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado (ejemplo bomberos). Es más que conveniente, de todos modos, refrigerar a la persona expuesta a esta dosis sin trajes especiales. 1% de mortalidad en 1 minuto, quemaduras de 1er grado en 10 segundos.
11,7	El acero delgado, parcialmente aislado puede perder su integridad mecánica.	
8		Umbral de letalidad (1 % de afectación) por incendio, para un tiempo de exposición de 1 minuto
4		<b>ZONA DE ALTERNATIVA:</b> suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 20 segundos. Quemadura de 1er grado improbable formación de ampollas.
1,5		Máxima soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado

Fuente: elaboración propia.

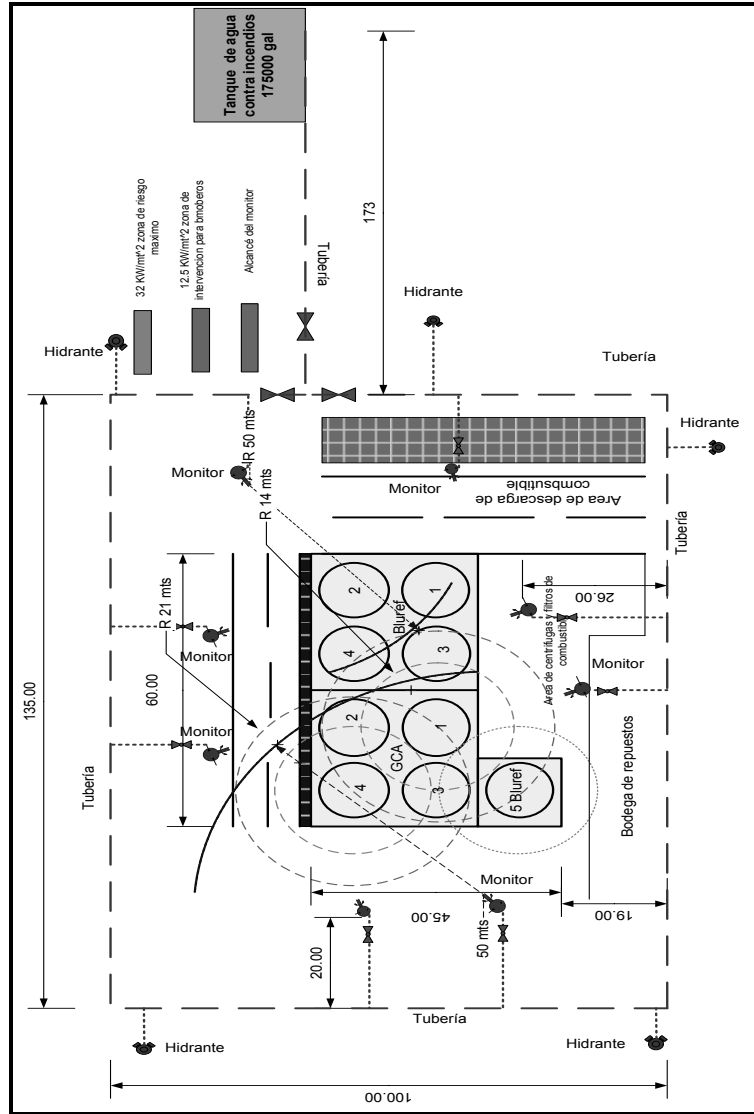
### **2.2.3.8. Distribución de equipos contra incendios en función de la radiación térmica irradiada**

Los criterios para una buena distribución de los equipos contra incendios se deben tomar en cuenta lo siguiente:

- Características del equipo hidráulico al momento de operarlo. Ver apartado 2.2.3.5.
- Cantidad de equipo hidráulico necesario en la zona. Ver apartado 2.2.3.6.
- Calculo del perímetro de seguridad. Ver apartado 2.2.3.7.
- Efectos de la radiación térmica sobre estructura y seres humanos ver tabla XXV.
- Actualmente, se cuenta con un sistema hidráulico de lazo cerrado, este sistema está montado por la parte de adentro de los tanques representando una desventaja durante un incendio. Considerando la disposición de áreas verdes a las orillas de los tanques, se propone sacar el sistema, de esta manera las paredes perimetrales protegerán la tubería soportando una radiación de 40 kilowatts sobre metro cuadrado (kilowatts/metro cuadrado).
- Los radios perimetrales que se consideran en este trabajo se describen en el apartado 2.2.3.3.

A continuación se propone el siguiente plano de distribución de equipos contra incendios (figura 22).

Figura 22. **Distribución de los equipos contra incendios y la red hidráulica**



Fuente: elaboración propia.

## **2.2.4. Control de riesgos para trabajos en espacios confinados**

En este apartado se habla de todas las condiciones que se deben cumplir para trabajar de forma segura dentro de un espacio confinado. Los ingresos a túneles, alcantarillas, hoyo en la tierra, tanques y camiones cisternas, forman parte de los espacios confinados. En este capítulo el enfoque es directamente sobre el riesgo que se deriva cuando se ingresa a espacios con atmósferas irrespirables y en condiciones desfavorables para la vida de las personas.

### **2.2.4.1 Procedimientos y permisos de ingreso a espacios confinados**

Como medio de control existen los permisos de trabajo, estos reúnen una serie de condiciones las cuales se deben cumplir a cabalidad para minimizar los riesgos. En el apéndice 2, aparecen los permisos de trabajo para espacios confinados, todo documento debe brindar información que facilite la supervisión durante y después de haber realizado los trabajos. A continuación se listan los aspectos de estos documentos.

- Fecha
- Nombre de los responsables del trabajo
- Descripción del trabajo a realizar
- Equipo o área de trabajo
- Lugar o establecimiento

- Nombre del documento
- Nombre del supervisor que emite el permiso
- Aspectos de seguridad para el trabajador
- Equipos utilizados
- Apartado para firma
- Observaciones

Como procedimiento de trabajo se entienden todas las recomendaciones necesarias a seguir para alcanzar un determinado fin teniendo como objetivo evitar desviaciones que provoquen riesgos para las personas. En el apéndice 15 se presenta el procedimiento para ingreso a espacios confinados.

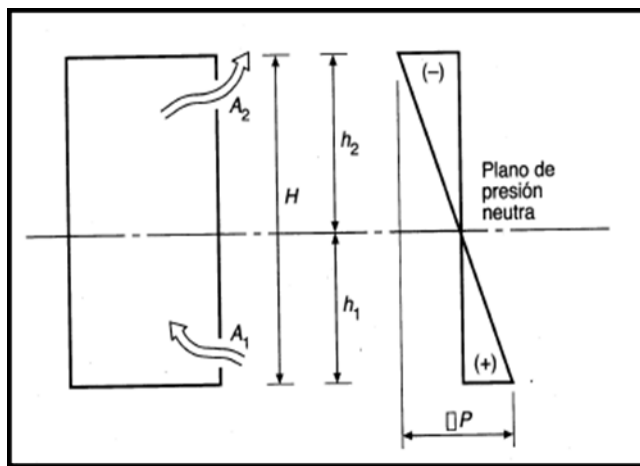
#### **2.2.4.2. Ventilación forzada para trabajos internos, en tanques de almacenamiento de bunker**

El efecto de chimenea es el factor predominante que causa el movimiento vertical del aire en edificios, hangares, naves industriales, tanques verticales, etcétera. Este movimiento de aire se da por las fuerzas del viento exterior y el movimiento de aire por equipo mecánico.

Cuando existe una diferencia de presión a través de abertura, se produce una corriente del lado de presión más alta hacia el lado de presión más baja.

En la planta Gesur hay 9 tanques para almacenar combustible bunker, cada tanque es vaciado por completo, a cada tanque se le da mantenimiento una vez por año, durante estos trabajos la ventilación juega un papel bien importante, la forma de ventilar los tanques para diluir los gases de la atmósfera interna se realiza a través de equipos mecánicos. A continuación en la figura 23 se muestra la forma en que se da el efecto chimenea en lugares donde no existen subdivisiones horizontales que interfieran la corriente de aire.

Figura 23. **Efecto chimenea y ventilación por presión positiva**



Fuente: NFPA. Manual contra incendios. p. 6.

La corriente natural entre las dos aberturas es causada por la diferencia de peso de la columna de aire dentro de la caja y el de una columna de aire correspondiente de las mismas dimensiones fuera de la caja. El movimiento vertical del aire en un tanque es causado por el efecto chimenea. La magnitud del efecto chimenea depende de la diferencia entre la temperatura interna ( $T_i$ ) y la temperatura externa ( $T_{ext}$ ) y de la distancia vertical entre aberturas.

Si la temperatura interior y la exterior son iguales, no hay movimiento natural de aire. Cuando la temperatura externa es menor que la temperatura interna, el aire se mueve verticalmente hacia arriba, con la abertura inferior actuando como entrada y la abertura superior como salida.

Basándose en principios elementales de ingeniería, se asume que la distribución de presión entre estos dos lugares es lineal. Si hubiese una abertura en la pared exterior en una región de presión positiva, el aire fluiría hacia el interior del edificio. Una abertura en una región de presión negativa hará que el aire fluya hacia afuera de la estructura. El plano de presión neutra indica dónde son iguales las presiones interiores y exteriores. Si hubiese una abertura a este nivel, el aire no se movería adentro ni hacia fuera.

En la tabla XXVI se presentan los datos de campo recabados para el análisis.

Tabla XXVI. **Condiciones atmosféricas del lugar**

Temperatura ambiente	32 °C
Temperatura interior tanques	40 °C
Constante R para gases perfectos	0,082 atm · 1/k · mol.
Densidad del aire a 20 °C	1,2 kg/m <sup>3</sup>
Humedad relativa	70 %

Fuente: elaboración propia.



Para este tipo de trabajos, los tanques son vaciados hasta el nivel más bajo por lo que siempre se encuentran pequeñas cantidades de HFO, en estos trabajos los gases encontrados al inicio son: monóxido de carbono CO, sulfuro de hidrógeno H<sub>2</sub>S, las lecturas tomadas con detectores de gases se presentan en la tabla XXVII. Estos son valores promedios.

Tabla XXVII. **Lecturas iniciales de gases tóxicos**

Nivel de oxígeno	20 %
Sulfuro de hidrogeno H <sub>2</sub> S	30 ppm
Monóxido de carbono CO	60 ppm

Fuente: elaboración propia.

La ventilación por dilución consiste en la dilución del aire contaminado con aire sin contaminar, con el objetivo de controlar el riesgo para la salud, olores y contaminantes molestos.

La densidad del aire se define como su masa por unidad de volumen que es de 1,2 kilogramo/metro cúbico, a 20 grados Celsius y presión de 1 atmósfera. Este valor se obtiene de la ecuación de los gases perfectos.

$$P = (d \cdot R \cdot T) / M$$

Donde:

P= presión en atmósferas

d= densidad m<sup>3</sup>/kg

R= 0,082 atm\*1/°k \*mol constante de los gases perfectos

M= peso molecular, para el aire se adopta 28,8 g/mol

T= temperatura absoluta, grados Kelvin T= °C + 273

De la ecuación anterior se deduce que la densidad es inversamente proporcional a la temperatura a presión constante. Si existe una variación en la temperatura la densidad del aire cambiará (D).

$$D = d \text{ standar} * (T \text{ standar}/T) = 1,2 \text{ kg/m}^3 * (293)/(273 + \text{°C})$$

La presión dinámica está definida como la presión para acelerar el aire desde su velocidad cero hasta una cierta velocidad y es proporcional a la energía cinética de la corriente de aire. La relación, presión dinámica y velocidad esta dado por.

$$PD = D * (V/4,43)^2$$

Donde:

PD = presión dinámica

V = velocidad, m/s

D = densidad del aire a determinada temperatura

La cantidad de aire que entra a un tanque se puede medir a través de la siguiente fórmula:

$$Q = C * A * V$$

Donde:

Q = flujo de aire en m<sup>3</sup>/s

C = coeficiente de entrada

A = área de paso en m<sup>2</sup>

V = velocidad del aire m/s

Tabla XXVIII. **Coeficiente C**

<b>C</b>	<b>Características</b>
0,25-0,35	Cuando actúa longitudinalmente
0,3-0,5	Cuando actúa perpendicularmente

Fuente: elaboración propia.

Conocido el volumen de aire a renovar, se debe calcular el caudal de aire necesario para que se dé una buena ventilación.

$$CA= V* \text{No. r/hora}$$

Donde:

C = caudal de aire necesario en m<sup>3</sup>

V = volumen de aire que se desea renovar

No. r/hora = número de renovaciones de aire por hora

En planta se tienen dos ventiladores para realizar actividades de mantenimiento en tanques, en la figura 24 se muestra el modelo utilizado.

Figura 24. **Ventilador axial utilizado para trabajos en tanques**



Fuente: elaboración propia.

Este es un ventilador de Axial Fans, corriente AC, potencia de 1/3 Hp, voltaje de operación 115 VAC, caudal 2,370 m<sup>3</sup>/h. Con un peso de 22 l.

Los gases tóxicos monitoreados en el área de trabajo deberán reducirse a valores aceptables para las personas que estarán adentro del tanque, los valores permisibles para el monóxido de carbono, sulfuro de hidrógeno y oxígeno en el lugar se muestran en la tabla XXIX.

Tabla XXIX. **Niveles de gases permisibles para la salud de las personas**

Oxígeno	19,5-23
Sulfuro de hidrógeno	15-20
Monóxido de carbono	35-50

Fuente: elaboración propia.

Para efectuar una buena ventilación es necesario formar un sello hidráulico en la entrada del tanque, esto es posible con la presión dinámica de la corriente de aire, el flujo de aire al salir del ventilador adopta una forma cónica, la distancia a la cual se debe colocar el ventilador es importante de lo contrario habrá desperdicio de aire. A continuación en la tabla XXX, se muestran los datos tomados para proceder al cálculo de las variables necesarias para determinar el volumen de aire para ventilación.

Tabla XXX. **Variables para el flujo a remover**

<b>Variables</b>	<b>Valores</b>
Área de entrada (sección circular)	Diámetro 0,6 metros
Velocidad del aire en la entrada	6 metro/segundo
Valor máx. de C, Flujo perpendicular	0,5
Distancia del ventilado a la entrada	1,8 metro
Área de la sección de entrada	$3,1416 \cdot (0,6)^2 = 1,13$ metro cuadrado

Fuente: elaboración propia.

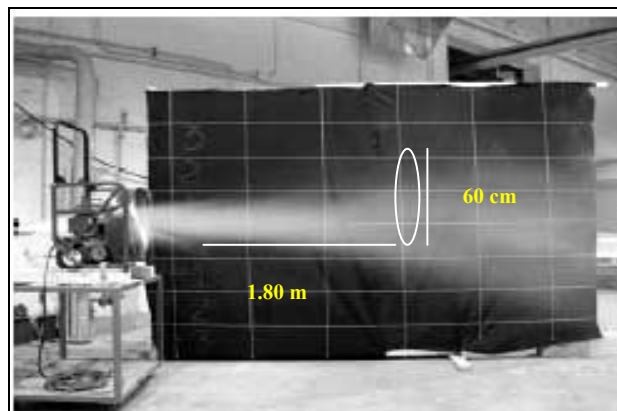
En las siguientes figuras se muestra la forma de colocar el ventilador y la distancia a la cual se forma el sello hidráulico.

Figura 25. **Distancia para colocar el ventilador de la entrada**



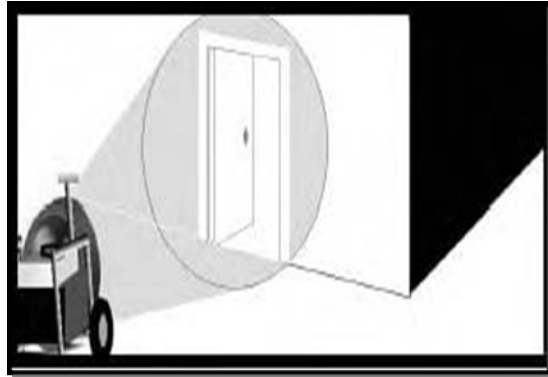
Fuente: planta Gesur. Amatlán.

Figura 26. **Interpretación de la forma cónica de la corriente de aire**



Fuente: NFPA. Manual de ventilación por presión positiva. p. 84.

Figura 27. **Forma de sellar la entrada con el ventilador**



Fuente: NFPA. Manual de ventilación por presión positiva. p. 92.

Ahora se procede a determinar todas las variables necesarias para un buen cálculo de la ventilación de los tanques.

$$Q=C*A*V$$

Donde:

Q=flujo de aire en  $m^3/s$

C= coeficiente de entrada

A= área de paso en  $m^2$

V= velocidad del aire  $m/s$

$$Q= (0,5)*(1,13 m^2)*(6 m/s) = 3,4 m^3/s$$

Ahora con este dato se procede a calcular el caudal de aire necesario para una buena ventilación. Basado en el número de renovaciones por hora para trabajos industriales se deberá utilizar la tabla XXXI.

Tabla XXXI. **Renovaciones de aire por hora**

Habitaciones y oficinas	1
Dormitorios	2
Hospitales enfermedades comunes	3-4
Hospitales enfermedades epidémicas	5-6
Talleres (trabajo industrial)	3-4
Teatros	3-4

Fuente: elaboración propia.

$$CA = V * \text{No. R/hora}$$

Donde:

C = caudal de aire necesario en  $\text{m}^3$

V = volumen de aire que se desea renovar

No. r/hora = número de renovaciones de aire por hora

Se utiliza el máximo valor para trabajos industriales o taller.

$$CA = (3,4 \text{ m}^3/\text{s}) * (4) = 13,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para tener una buena ventilación es necesario aplicar un caudal de  $14 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Ahora para mantener un buen sello de presión en la entrada se procede a calcular la presión dinámica de la corriente. Calculando la densidad del aire a 30 grados de temperatura.



Densidad D

$$D = 1,2 \text{ kg/m}^3 * (293 \text{ }^\circ\text{K}) / (293 \text{ }^\circ\text{K} + 30 \text{ }^\circ\text{C})$$

$$D = 1,08 \text{ kg/m}^3$$

Con este dato se procede a calcular la presión dinámica de la corriente de aire.

$$PD = D * (V/4.43)^2$$

Donde:

PD = presión dinámica

V = velocidad, m/s

D = densidad del aire a 30 °C de temperatura

$$PD = 1,08 \text{ kg/m}^3 * ((6 \text{ m/s})/(4,43))^2$$

$$PD = 2 \text{ Pa}$$

En la tabla XXXII se muestran las pruebas realizadas para el volumen de aire a una distancia de 1,8 metros. Las pruebas realizadas con los ventiladores que se tienen en planta determinaron lo siguiente.

Tabla XXXII. **Flujo de aire a 1,8 metros de distancia**

Prueba 1	18 m <sup>3</sup> /s
Prueba 2	14 m <sup>3</sup> /s
Prueba 3	16 m <sup>3</sup> /s
Prueba 4	15,4 m <sup>3</sup> /s
Prueba 5	18,3 m <sup>3</sup> /s

Fuente: elaboración propia.

El promedio del volumen de aire es de 16,3 m<sup>3</sup>/s

Aplicando un caudal de 14 metros cúbicos/segundo y luego midiendo los valores, se aprecia una reducción considerable del sulfuro de hidrógeno H<sub>2</sub>S, monóxido de carbono CO y un incremento en el porcentaje de oxígeno. En la tabla XXXIII se muestran dichos valores.

Tabla XXXIII. **Valores medidos después de aplicar ventilación**

Sulfuro de hidrógeno H <sub>2</sub> S	10 ppm
Monóxido de carbono CO	15 ppm
Oxígeno O <sub>2</sub>	21 %

Fuente: elaboración propia.

Obviamente, el combustible bunker, según el certificado muestra un contenido muy bajo de sulfuro de hidrógeno (ver anexo 4).

A continuación en las siguientes figuras se muestran los datos experimentales para medir la velocidad y la distancia de ubicación del ventilador, para recoger los datos se utilizó una veleta electrónica.

Figura 28. **Velocidad del aire a 1,8 metros de distancia**



Fuente: planta Gesur. Amatlán.

Figura 29. **Medición del flujo de aire con veleta electrónica**

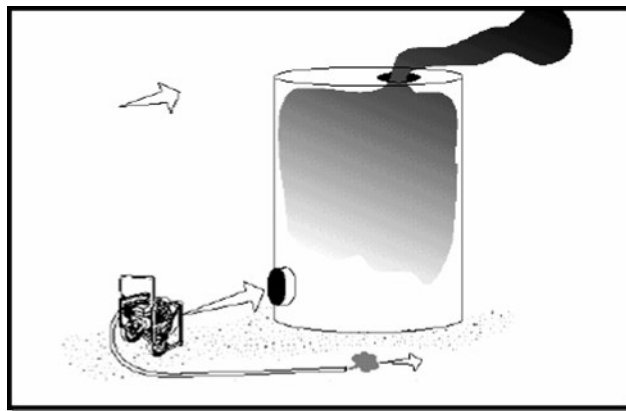


Fuente: planta Gesur. Amatlán.

El caudal aplicado con un ventilador como los que se tienen en planta se sobrepasa el caudal de aire necesario para una buena ventilación, por lo que se tiene la capacidad de diluir los gases tóxicos. En el apéndice 16, se detalla el procedimiento para la práctica de ventilación en tanques.

A continuación en la figura 30 se muestra la forma de ventilar un tanque vertical. Con equipo mecánico aplicando presión positiva.

Figura 30. **Ventilación con motor de combustión interna**



Fuente: NFPA. Manual de ventilación por presión positiva. p. 24.

Hay que reconocer que la ventilación no sustituirá el uso de equipo de protección respiratoria, ni los demás equipos de protección personal, el uso de equipo de protección personal está en función del riesgo que pueda estar presente al momento de realizar estos trabajos. En el siguiente apartado se describen los equipos necesarios al momento de realizar estos trabajos.

### **2.2.4.3. Equipo para trabajos en espacios confinados**

En este apartado se menciona el equipo necesario para trabajar de forma segura dentro de un espacio confinado. A continuación se mencionan los equipos principales para realizar estos trabajos.

- **Detector de gases:** los gases peligrosos, que pueden encontrarse en la parte superior, media o inferior del espacio confinado, pueden variar en su densidad. Por lo tanto, para determinar los gases presentes, deben llevarse a cabo pruebas atmosféricas en todos los niveles. Si algún gas tóxico o combustible o una atmósfera deficiente o enriquecida de oxígeno están presentes, se tiene que ventilar el espacio confinado y realizar pruebas antes de permitir la entrada al mismo.

Uno de los detectores más utilizados se muestran en la figura 31, es el modelo X-AM 2000 de la marca alemana Dräger safety.

**Figura 31. Detector de gases Dräger X-am 2000**



Fuente: planta Gesur. Amatitlán.

En la figura 32 se presentan los datos técnicos del detector de gases utilizado en planta.

Figura 32. Especificaciones técnicas del detector de gases

Dräger

# Dräger X-am<sup>®</sup> 1100 / 1700 / 2000

approved as type LQG 00xx

### Cuidados

El aparato no necesita cuidados especiales.

- Si el aparato está muy sucio puede lavarse con agua fría. Si es necesario utilícese una esponja para el lavado.

**ATENCIÓN:**  
Los objetos de limpieza ásperos (cepillos, etc.), detergentes y disolventes pueden dañar los filtros de agua y polvo.

- Secar el aparato con un paño.

### Mantenimiento

Según EN 50073 el aparato debe ser sometido a mantenimiento / ajustes en intervalos de tiempo regulares por personal cualificado.

### Eliminar el aparato

Desde agosto de 2005 están vigentes las normativas europeas sobre eliminación de dispositivos eléctricos y electrónicos que están determinadas en la directiva europea 2002/96/CE y en las leyes nacionales y que afectan a este aparato.

Para el uso doméstico se establecen posibilidades especiales de recogida y reciclaje. Ya que este dispositivo no está previsto para el uso doméstico tampoco puede ser desechado por estos medios. Para su eliminación puede ser enviadas de vuelta a su distribuidora nacional Dräger Safety, con la que puede contactar si tiene dudas sobre la eliminación.

### Datos técnicos

Extracto: Para más detalles véase el manual técnico<sup>1)</sup>.

Condiciones ambientales:	
Durante el funcionamiento y el almacenamiento	de -20 a 50 °C (-20 a 40 °C con baterías individuales NiMH, tipo 180AAHC) de 700 a 1300 hPa 10 hasta 90% (hasta 95% brevemente) h. r.
Clase de protección	IP 67 para dispositivo con sensores
Volumen de la alarma	volumen típico 90 dB (A) a 30 cm de distancia
Tiempo de funcionamiento	12 horas en condiciones normales
- Pila alcalina	12 horas en condiciones normales
- Batería NiMH	aprox. 130 x 48 x 44 mm (alto x ancho x profundo)
Dimensiones	aprox. de 220 a 250 g
Peso	
<b>Marcado CE:</b>	Compatibilidad electromagnética (directiva 89/336/CEE) Directiva de baja tensión (directiva 72/23/CEE) Protección contra explosiones (directiva 94/9/CEE)
<b>Autorizaciones:</b>	(véase "Notes on Approval" en la página 113)

Extracto: Para más detalles, véanse las fichas técnicas de los sensores utilizados<sup>1)</sup>.

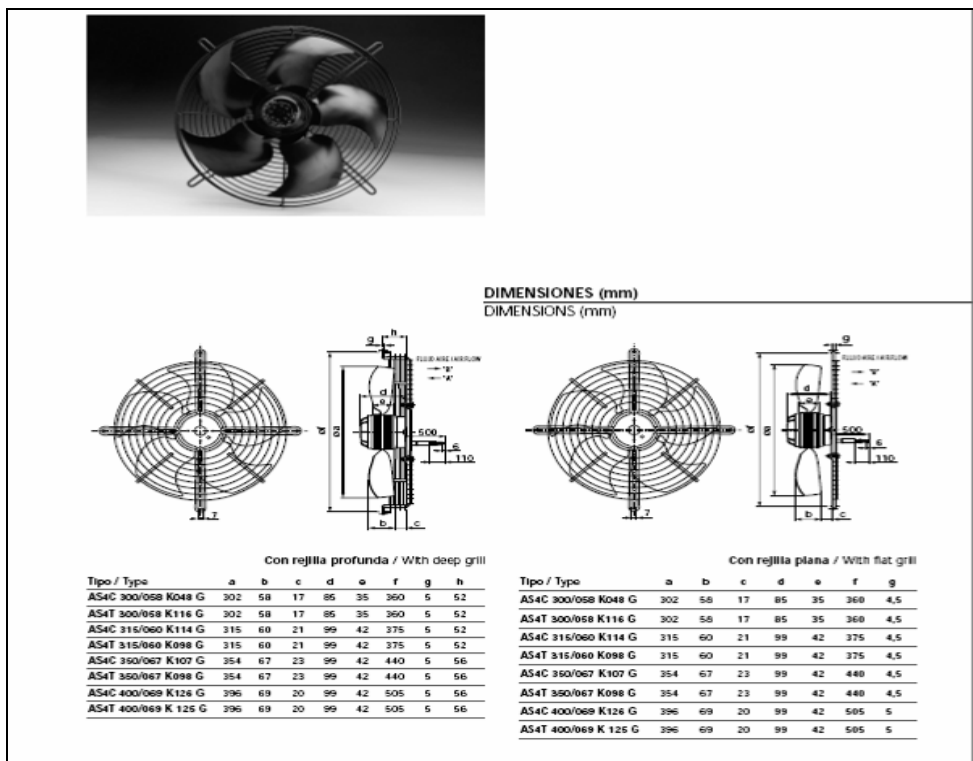
	Ex	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	CO
Principio de medición	Combustión catalítica	electroquímica	electroquímica	electroquímica
Tiempo de respuesta t <sub>0...50</sub>	<7 segundos para metano <30 segundos para nonano <sup>5)</sup>	<6 segundos	<6 segundos	<6 segundos
Ámbito de medición	0 a 100 %LIE (alcalinos desde metano a nonano, valores LIE según EN 61779-1)	0 hasta 25 % vol.	0 a 200 ppm H <sub>2</sub> S (certificado para 1 a 100 ppm)	0 a 2000 ppm CO (certificado para 3 a 500 ppm)
Diferencia del punto cero (EN 45544)	---	---	2 ppm	6 ppm
Desviación del aparato	---	---	<1 % del valor de medición/mes	<1 % del valor de medición/mes
Tiempo de calentamiento	35 segundos	<5 minutos	<5 minutos	<5 minutos
Influencia de venenos - sulfuro de hidrógeno H <sub>2</sub> S, 10 ppm	<1 %LIE/ 8 horas	---	---	---
Hidrocarburos halogenados, metales pesados, sustancias que contengan silicona, azufre o que sean polimerizables	Envenenamiento posible			
Exactitud de la medición [% del valor de medición]	<5	<1	<2	<2
Normas	EN 61779-1 <sup>2)</sup> EN 61779-4 EN 50271	EN 50104 (medición de falta y exceso de oxígeno) EN 50271	EN 45544-1 <sup>3)</sup> EN 45544-2 EN 50271	EN 45544-1 <sup>4)</sup> EN 45544-2 EN 50271
Función de medición para protección contra explosión y medición de falta y exceso de oxígeno y de gases tóxicos, EXAM, Essen, Germany; BVS 06 ATEX G 006 X), PFG 06 G 001				

1) El manual técnico y las fichas técnicas de los sensores utilizados se adjuntan en CD.  
 2) El aparato reacciona con la mayoría de los gases y vapores combustibles. La sensibilidad es diferente, en función de gas. Recomendamos una calibración con el gas final a medir. Para la serie de alcalinos, la sensibilidad se reduce de metano a nonano.  
 3) Las señales de medición se pueden ver influenciadas de forma activa por dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno y de forma pasiva por cloro.  
 4) Las señales de medición se pueden ver influenciadas de forma activa por acetileno, hidrógeno y monóxido de nitrógeno.  
 5) Para concentraciones en caída el tiempo de ajuste de nonano puede ser más prolongado (hasta 170 segundos).

Fuente: Dräger. Detector de gases. p. 2.

- Ventiladores: estos deberán ser eléctricos con puesta a tierra y dependiendo de las características del lugar se pueden utilizar extractores o impulsores de aire. En el mercado guatemalteco la empresa Elex, S.A se dedica a la venta de equipo de ventilación de la marca Axial Fans con hélices de diferentes diámetros. En las siguientes figuras se muestran diferentes modelos de ventiladores.

Figura 33. Ventilador Axial Fans



Fuente: Elex. Manual de usuario equipo Axial. p. 4.

Figura 34. Datos técnicos ventiladores Axial Fans

DATOS TÉCNICOS TECHNICAL DATA												
A descarga libre con el ventilador montado en su embocadura y flujo "B". Free blowing with fan mounted in a wall ring and airflow "B".												
Tipo / Type	Nº CURVA N. CURVE	TENSION VOLTAGE	FRECUENCIA FREQUENCY	CONDENSADOR CAPACITOR	POTENCIA INPUT	INTENSIDAD CURRENT	CAUDAL AIR VOLUME	VELOCIDAD SPEED	NIVEL RUIDO NOISE LEVEL	PRESIÓN MÁXIMA OPERATING UP TO MAX	MAX. AMBIENT. TEMPERATURA TEMPERATURE	PESO WEIGHT
		V	Hz	µF	W	A	m <sup>3</sup> /h	RPM	dB(A)	Pa	°C	Kg
AS4C 300/058 K048	1	230	50	3	78	0,36	1650	1380	67	140	65	2,3
			60	3	105	0,47	1900	1590	70	100	50	
AS4T 300/058 K116	2	230/400	50	-----	75	0,23	1725	1400	67	175	75	2,4
			60	-----	95	0,23	1990	1600	70	225	80	
AS4C 315/060 K114	3	230	50	5	120	0,54	1900	1400	69	190	60	2,8
			60	5	135	0,60	2200	1610	72	100	50	
AS4T 315/060 K098	4	230/400	50	-----	90	0,35	1935	1450	69	200	50	2,8
			60	-----	120	0,27	2150	1600	72	50	55	
AS4C 350/067 K107	5	230	50	8	128	0,63	2880	1380	69	120	55	2,9
			60	6	172	0,80	3130	1525	71	90	50	
AS4T 350/067 K098	6	230/400	50	-----	131	0,65	2990	1385	69	150	55	3,0
			60	-----	169	0,62	3205	1560	71	150	50	
AS4C 400/069 K126	7	230	50	4	126	0,64	3610	1345	67	75	55	3,1
			(*) 60	4	165	0,73	3975	1535	70	50	50	
AS4T 400/069 K125	8	230/400	50	-----	133	0,61	3690	1390	67	100	55	3,2
			(*) 60	-----	160	0,60	4000	1545	70	80	50	

Fuente: Elex. Manual de usuario equipo Axial. p. 5.

- Equipos de protección respiratoria: se utilizan hoy en día diferentes equipos para la protección respiratoria, las máscaras que cubren la cara completamente, forman parte de los equipos más utilizados para la realización de actividades donde es necesario la protección de las personas, a continuación en la siguientes figuras se muestran algunos modelos, en Guatemala la empresa 3M, se encarga de distribuir equipos de alta calidad para este tipo de trabajos.

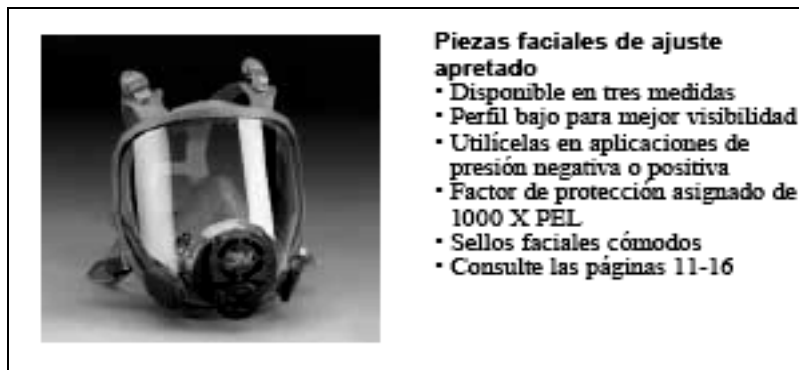


Figura 35. **Mascarilla de protección completa de la cara serie 600 y 7000 3M**



Fuente: 3M. Catálogo de equipo de protección personal. p. 8.

Figura 36. **Fullface serie 7000 3M**



Fuente: 3M. Catálogo de equipo de protección personal. p. 11.

- Equipo de bloqueo y etiquetado: las líneas de entradas y salidas a tanques deben permanecer bloqueadas por la válvula de paso, es importante bloquear con candados identificados con el nombre de cada persona, las válvulas y controles para evitar arrancar involuntariamente el equipo mecánico, en Guatemala la empresa Elex distribuye equipo específico para estos trabajos. En la figura 37 se muestra el equipo de bloqueo con sus especificaciones técnicas.

Figura 37. **Equipo de bloqueo para válvulas de compuerta.**  
**Modelo ML480**



Fuente: Master Safety Series Lock. Catálogo de productos. p. 15.

- Iluminación: es importante utilizar lámparas con una buena iluminación, de esto depende la minimización de accidentes dentro de lugares con poca iluminación, en estos casos las lámparas de casco son más útiles que las otras ya que permiten tener las dos manos sueltas. Controlando mejor los movimientos del cuerpo. En la figura 38 se muestra una linterna de casco marca Pelican distribuida en Guatemala por Elex.

Figura 38. Linterna de casco PL 2680


**PELICAN™**  
*You break it, we replace it... forever.*

**PL2680 HeadsUp Lite™ Recoil LED™**



**Especificaciones:**

Fuente de Luz: Recoil LED  
 Baterías: 4 AA Alcalina (Incluidas)  
 Watts: 1  
 Largo: 4.64" (11.8 cm)  
 Valor de prueba en Lumen: 33.0  
 Tiempo de Batería: 33 hrs.  
 Voltaje: 6  
 Peso con Baterías: 9.7 oz. (0.27 kg)  
 Peso sin Baterías: 6.1 oz. (0.17 kg)  
 Valor de prueba en Lux: 5,000.


Sumergible

La HeadsUp Lite™ 2680 Recoil LED™, es extremadamente poderosa, durable y eficiente.

Utiliza LED de 1 watt, que apunta para atrás hacia un reflector, el 100% de la luz es capturada y dirigida hacia delante, brillante e incandescentemente.

El cuerpo esta construido por resina ABS, a prueba de la corrosión y es virtualmente indestructible. Puede ser sumergida hasta 500 pies.


Viene con una cinta para ser utilizada con el casco y una cinta ajustable para colocársela directamente a la cabeza.

Fuente: Pelican. Catálogo de productos. p. 13.

- Equipo de protección personal: aquí se incluye, calzado industrial, guantes, gafas, cascos, chalecos reflectivos, protección respiratoria y equipo para trabajos en alturas si fuera necesario. En el mercado son varios los proveedores de equipo de protección personal a continuación se mencionan algunos de ellos.

Elex Guatemala: equipo para trabajos en alturas en la figura 39 se muestran arneses de cuerpo entero para protección anticaídas.

Figura 39. Arnese de cuerpo entero marca Exofit



**El ExoFit™ XP es el arnés más cómodo y fácil de usar que jamás se ha construido.**


Acollachados desmontables para hombros, espalda y piernas con forro de malla transpirable 3-D convierten a este arnés en el máximo exponente de comodidad y seguridad. El acolchado está construido en forma de "X" que lo envuelve para colocación sin enredos. El anillo D dorsal siempre arriba permite efectuar las conexiones sin esforzarse.

- El primer arnés auténticamente lavable de la industria, con acolchado desmontable
- Forro de malla 3-D transpirable con bordes suaves para mayor comodidad
- Exclusivo anillo D dorsal siempre arriba con resorte e indicador de impacto
- Sujetador integral porta-ganchos, para evitar riesgos de caida por tropiezo
- I-Safe™


Todo arnés DBI-SALA se suministra ahora con I-Safe™, el sistema de seguridad inteligente que incorpora RFID y tecnologías de comunicación activadas por la red, proporcionándole la posibilidad de registrar inspecciones de forma centralizada, efectuar seguimiento de existencias y gestionar información.

**El arnés de cuerpo entero ExoFit™ tiene un diseño envolvente para no enredarse, que se pone como un chaleco y que permite ponérselo de manera más rápida y sencilla, proporcionando ventilación, comodidad, acolchado y seguridad.**


### EXOFIT™ XP ARNESES DE CUERPO ENTERO



**EXOFIT™ XP ARNÉS PARA LA CONSTRUCCIÓN**  
Acollchado de cadera y cinturón para uso con bolsas de herramientas y anillos D laterales para posicionamiento **1110150**




**EXOFIT™ XP ARNÉS ESTÁNDAR**  
Árnes ideal para todas las aplicaciones de tipo general **1110100**




**EXOFIT™ XP ARNÉS CRUZADO**  
Modelo cruzado con anillo D frontal; también ideal para trabajadoras femeninas **1109800**

EXOFIT™ XP ARNESES DE CUERPO ENTERO						
Modelo y Talla	Estilo	Anillos D	Tipo de hebilla	Acollchado de cadera/cinturón	Tabillado dorsal	
<b>1110100</b> (01)(02)(03)	Chaleco	Espalda	Conexión rápida			✓
<b>1110125</b> (26)(27)(28)	Chaleco	Espalda	Hebilla de lengüeta			✓
1110225 (26)(27)(28)	Chaleco	Espalda, lateral	Conexión rápida			✓
<b>1110150</b> (51)(52)(53)	Construcción	Espalda, lateral	Conexión rápida	✓		✓
1110175 (76)(77)(78)	Construcción	Espalda, lateral	Hebilla de lengüeta	✓		✓
<b>1109800</b> (01)(02)(03)	Cruzado	Espalda, frontal	Conexión rápida			✓
1110887 (84)(85)(86)	Norma/kevlar/Construcción	Anillo D Dorsal Recubierta PVC	Conexión rápida	✓		✓


### EXOFIT™ ARNÉS DE CUERPO ENTERO



**EXOFIT™ ARNÉS PARA LA CONSTRUCCIÓN**



**EXOFIT™ ARNÉS ESTÁNDAR**



**EXOFIT™ ARNÉS PARA TRABAJADOR**

Fuente: Exofit. Catálogo de producto. p. 25.

- Elex Guatemala: guantes anticortes con protección para la manipulación de productos químicos. Ver figura 40 especificaciones técnicas.

Figura 40. **Guantes anticorte modelo Showa KV 660**

**SHOWA-BEST®  
GLOVE**

**Showa KV660**




**Características del Producto:**

- Triple capa de recubrimiento de PVC.
- Forro tejido de Kevlar sin costuras.
- Resistente al corte.
- Resistente a aceites y grasas.
- 12" de largo.
- Resistencia a químicos.
- Color azul con acabado arenoso.

CE		Abrasión	Desgarre
0 1 2 0	4 3 4 1	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4
		Corte	Punción
		0 1 2 3 4	0 1 2 3 4

Metanol	Ácido Clorhídrico 36%
0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
Hidróxido de Sodio	Sulfuroso
0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6

**Desempeño ANSI/ISEA 105-2005**

Resistencia a la Abrasión	Resistencia al Corte	Resistencia a la Punción
0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5

**Aplicaciones:**

- Ensamble de maquinaria y compartimientos.
- Embotelladoras.
- Reciclaje.
- Manipulación de vidrio.
- Mecánica automotriz.
- Mantenimiento.
- Construcción.
- Petroquímicas.
- Refinerías.
- Protección contra Cromo Hexavalente.

**Presentación:**

- Unidad de venta: Par.
- Tamaños: Medium y Large.

COMERCIALIZADO POR: 

**Elex®**  
Safety & Industrial Supplies

Fuente: Showa-Best. Catálogo de productos. p. 16.

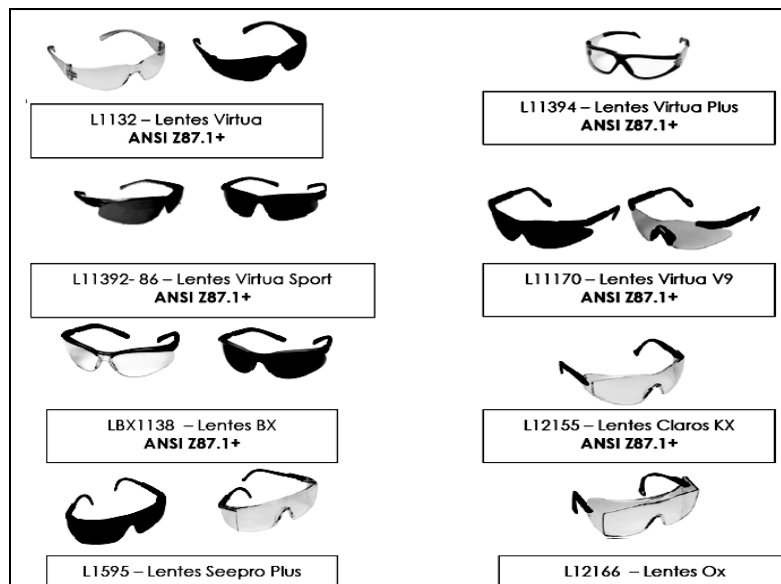
- Elex Guatemala: proveedor de cascos, chalecos reflectivos y gafas protector en la figura 41 se muestran los modelos de cascos utilizado por el personal en planta y en la figura 42 las gafas protectoras.

Figura 41. Cascos protectores



Fuente: MSA. Catálogo de productos. p. 5.

Figura 42. Tipos de gafas



Fuente: MSA. Catálogo de productos. p. 12.

- Extintores contra incendios: cuando se realizan trabajos en caliente en espacios confinados es necesario contar con equipos para el combate de incendios, los más usuales son los extintores portátiles, el proveedor exclusivo de extintores para Liztex S.A. es Ecogas, empresa del mismo grupo, a continuación en la figura 43 se presenta el tipo de extintor con los datos técnicos.

Figura 43. Extintor tipo ABC capacidad 10 libras

ESPECIFICACIONES	
MODELO	PQ 10 LB
AGENTE	POLVO QUIMICO
CLASIFICACION UL Rating	4A: 60B:C
CAPACIDAD Y CARGA (lbs)	10
PESO COMPLETO (lbs)	15
ALTURA (IN)	21
ANCHO	5
TIPO	RECARGABLE
PRESION DE TRABAJO (psi)	195
PRESION DE PRUEBA (psi)	585
RANGO DE TEMPERATURA	65 A 120 F
TIEMPO DE DESCARGA (Seg)	30
SOPORTE DE PARED Y ROTULO	SI
SOPORTE DE CARRO O MARINO	OPCIONAL
PROBADO	ANSI/UL#711 Y 229 CE
APLICACION	MANGUERA
CONTROL DE ACCION	MANUAL
VALVULA	BRONCE
FABRICADO	EUROPA

Extintor



ABC

Calidad superior de manufactura de extintor fabricado y aprobado bajo estándares de ANSI/UL 711 atractivo, confiable, durable, fácil de operar y mínimo costo de mantenimiento con garantía de 5 años por defectos de fabricación.

Los extintores TORNADO de Polvo Químico múltiple ABC son efectivos para combatir fuego de forma rápida y efectiva, su agente extintor al cubrir las llamas le protege de una posible reiniciación del fuego. Además de contar con un indicador de presión de carga que le permite al usuario conocer de su estado operativo.

Fuente: Tornado. Catálogo de extinguidores. p. 20.

- Medidores de temperatura Láser: utilizado para medir las condiciones ambientales del lugar, se recomienda no utilizar equipo láser cuando existan atmósferas inflamables, los gases presentes pueden arder y generar un incendio o explosión. Servensa S.A, es proveedor del equipo Fluke. En las siguientes figuras se muestran los datos técnicos de los equipos de medición.

Figura 44. **Medidor láser marca Fluke modelo 568**



Fuente: Fluke. Manual de usuario 568. p. 3.



#### **2.2.4.4. Medición del nivel de explosividad permisible**

Las atmósferas de los espacios confinados que contengan gases combustibles, pueden clasificarse en tres niveles en función del porcentaje de mezcla de gas combustible y aire y son:

- Nivel pobre: no hay suficiente gas combustible en el aire como para arder.
- Nivel rico: tiene mucho gas y no suficiente aire.
- Nivel explosivo: tiene una combinación de gas y aire que forma una mezcla explosiva que en contacto con una fuente de calor lo suficientemente intensa, puede ocasionar una explosión.

Durante el proceso de preparación para el ingreso, los espacios confinados que han contenido sustancias combustibles, pueden pasar por estas tres etapas: mezcla rica en vapores combustibles, mezcla explosiva y mezcla pobre. En la figura 31, se muestra el detector de gases Dragger X-am 2 000 y en la figura 32, su ficha técnica.

Para eliminar cualquier riesgo de incendio o explosión dentro de un tanque, habrá que eliminar los productos residuales, puede ser necesario lavarlo con agua fría, caliente, vaporizar o neutralizar químicamente los residuos, en este caso, todos los líquidos residuales deben ser enviados a la planta de tratamiento para evitar contaminación ambiente.

El otro método del cual se hablo ya, es la dilución por ventilación, para ello, se puede usar simplemente aire o gases inertes. La dilución con aire tiene la ventaja de ser un método económico y sin límites, pero la desventaja es que en el período de dilución se saca la atmósfera del interior del tanque, esta por ser explosiva genera un riesgo importante cuando hay una fuente de calor cerca de donde salen los gases.

Este método de dilución con aire es recomendable cuando no hay fuentes de ignición en el espacio confinado ni en las proximidades y cuando el venteo de la salida de aire y gas, es segura de acuerdo con la dirección del viento.

La dilución con gases inertes en los espacios confinados, tienen la ventaja de no generar peligros de explosión en el interior del espacio confinado, pero es un método costoso, limitado y deja en el interior una deficiencia de oxígeno, que obliga a tener que ventear con aire después para llevar la concentración de oxígeno a los niveles permisibles (19,5% a 23,5%).

#### **2.2.4.5. Medición de atmósferas suboxigenadas o con deficiencia de oxígeno**

Normalmente, el aire ambiente contiene un 20,8% de oxígeno por volumen, cuando en un espacio confinado, este porcentaje está por debajo de 19,5% de su atmósfera total, se considera que la atmósfera tiene deficiencia de oxígeno y cuando el nivel está por encima del 23% la atmósfera está enriquecida de oxígeno.

La disminución de concentración de oxígeno en el espacio del ambiente confinado, puede deberse al desplazamiento por otros gases, herrumbre, corrosión, fermentación, otras formas de oxidación y trabajos realizados que consuman oxígeno (llamas). Cuando la concentración de oxígeno supera el 23,5%, se considera que la atmósfera está sobre oxigenada y próxima a volverse inestable.

La posibilidad y severidad de fuego o explosión, se incrementa significativamente si la concentración en una atmósfera, llega a valores del 28%, los tejidos ignífugos, dejan de serlo.

Por lo tanto, los elementos, como ropa, delantales, guantes, etcétera, que con una concentración normal de oxígeno (20,8%), no son combustibles, si pueden serlo si el porcentaje de oxígeno en la atmósfera, aumenta. En la tabla XXXIV se muestran los diferentes niveles de oxígeno dañino para la salud.

Tabla XXXIV. **Niveles de oxígeno permisibles**

<b>% de oxígeno</b>	<b>Efectos</b>
19,5/16	Sin efectos visibles.
16/12	Incremento de la respiración. Latidos acelerados. Atención, pensamientos y coordinación dificultosa.
14/10	Coordinación muscular dificultosa. Esfuerzo muscular que causa rápida fatiga. Respiración intermitente.
10/6	Náuseas, vómitos. Incapacidad para desarrollar movimientos o pérdida del movimiento. Inconsciencia seguida de muerte.
por debajo	Dificultad para respirar. Movimientos convulsivos. Muerte en minutos.

Fuente: elaboración propia.

Las especificaciones del equipo detector de gases, se muestran en el anexo 5.

#### **2.2.4.6. Medición de ácido sulfhídrico H<sub>2</sub>S**

Este gas incoloro tiene un olor desagradable, pero el olor no se toma como advertencia porque la sensibilidad al olor desaparece rápidamente después de respirar una pequeña cantidad de gas. Se encuentra en alcantarillas o tratamientos de aguas y en operaciones petroquímicas. El H<sub>2</sub>S es inflamable y explosivo en altas concentraciones. Envenenamiento repentino puede causar inconsciencia y paro respiratorio.

En un envenenamiento menos repentino, aparecen náuseas, malestar de estómago, irritación en los ojos, tos, vómitos, dolor de cabeza y ampollas en los labios. En la tabla XXXV se muestran los diferentes niveles de H<sub>2</sub>S dañinos para la salud.

Tabla XXXV. **Niveles de H<sub>2</sub>S dañinos para la salud**

<b>Nivel de H<sub>2</sub>S en ppm</b>	<b>Efectos</b>
18/25 ppm	Irritación en los ojos.
75/150 ppm por algunas horas	Irritación respiratoria y en ojos.
170/300 ppm por una hora	Irritación marcada.
400/600 ppm por media hora	Inconsciencia, muerte.
1 000 ppm	Fatal en minutos.

Fuente: elaboración propia.

Para las especificaciones del equipo detector de gases ver anexo 5.

#### 2.2.4.7. Medición de monóxido de carbono CO

Un gas incoloro e inodoro generado por la combustión de combustibles comunes con un suministro insuficiente de aire o donde la combustión es incompleta. Es frecuentemente liberado por accidente o mantenimiento inadecuado de mecheros o chimeneas en espacios confinados y por máquinas de combustión interna. Llamado el asesino silencioso, el envenenamiento con CO puede ocurrir repentinamente. En la tabla XXXVI se muestran los niveles dañinos para la salud de las personas.

Tabla XXXVI. Niveles CO dañinos para la salud

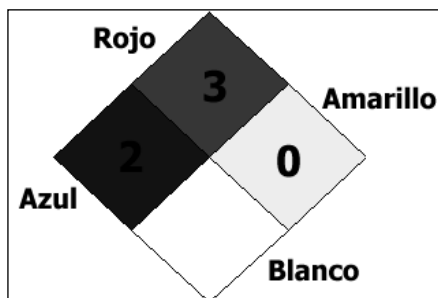
Nivel de CO en ppm	Efectos
200 ppm por 3 h	Dolor de cabeza.
1 000 ppm en 1 hora o 500 ppm por 30 minutos	Esfuerzo del corazón, cabeza embotada, malestar, flashes en los ojos, zumbido en los oídos y náuseas.
1 500 ppm por 1 hora	Peligro para la vida.
4 000 ppm	Colapso, inconsciencia y muerte en pocos minutos.

Fuente: elaboración propia.

#### 2.2.4.8. Trabajos con productos químicos dentro de espacios confinados

Productos químicos son todo tipo de material de naturaleza orgánica o química, que puede estar presente como elemento o compuesto puro o como la mezcla o combinación de los anteriores. Se pueden encontrar en estado sólido, líquido, gaseoso o plasma atómico. El conocimiento del correcto manejo de cualquier PQ es indispensable para toda labor dentro o fuera de un espacio confinado. A continuación se presenta la figura 45 rombo NFPA 704 el cual es utilizado a nivel mundial para la identificación de los peligros a través de colores y categorías. Ver anexo 6.

Figura 45. Rombo NFPA 704 identificación de productos químicos



Fuente: Norma NFPA 704. p. 5.

Cada color tiene un significado, su interpretación es muy fácil a continuación se detalla cada color.

- Rojo: con este color se indican los riesgos a la inflamabilidad.
- Azul: indica los riesgos a la salud.

- Amarillo: con este color se indican los riesgos por reactividad (inestabilidad).
- Blanco: en esta casilla se harán las indicaciones especiales para algunos productos. Como producto oxidante, corrosivo, reactivo con agua o radiactivo.

Respecto a las categorías se presenta la tabla XXXVII que describe cada categoría por color indicando el nivel de riesgo que representa.

Tabla XXXVII. **NFPA 704 código de colores nivel de riesgo**

Riesgo para la salud color azul	Riesgo de inflamabilidad color rojo	Riesgo de reactividad color amarillo
<b>4</b> Materiales capaces de causar muerte o daño permanente durante corta exposición a pesar de recibir tratamiento médico inmediato.	<b>4</b> Materiales capaces de evaporarse rápidamente a presión atmosférica y temperatura ambiente, quemándose rápidamente.	<b>4</b> Materiales capaces de autodetonarse o reaccionar violentamente a condiciones normales de temperatura y presión.
<b>3</b> Materiales capaces de causar daños serios temporalmente durante corta exposición a pesar de recibir tratamiento médico inmediato.	<b>3</b> Materiales que pueden inflamarse en casi todas las condiciones de temperatura normal. El agua pudiera ser ineficaz debido al bajo punto de inflamación de los materiales.	<b>3</b> Materiales capaces de autodetonarse y causar reacción violenta pero requiriendo una fuente de calor bajo confinamiento o por reacción violenta con el agua.
<b>2</b> Materiales capaces de causar incapacidad temporal durante una exposición intensa o continuas si no se le da tratamiento médico de inmediato	<b>2</b> Materiales que deben ser expuestos a altas temperaturas ambientales para producir su ignición.	<b>2</b> Materiales normalmente inestable o que pueden reaccionar violentamente con el agua.
<b>1</b> Materiales capaces de causar irritación o daños menores si no se recibe atención médica.	<b>1</b> Materiales que deben ser calentados para producir ignición.	<b>1</b> Materiales normalmente estables, capaces de volverse inestables a temperaturas y presiones elevadas que pueden reaccionar con el agua en forma no violenta.
<b>0</b> Materiales que al ser expuestos al fuego no ofrecen daños más que los generados por los materiales combustibles ordinarios.	<b>0</b> Materiales no combustibles.	<b>0</b> Materiales normalmente estables e inclusive bajo las condiciones de fuego y que no reaccionan con el agua.

Fuente: Norma NFPA 704. p. 8.

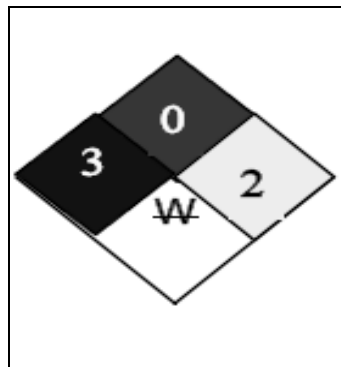


La numeración de la tabla XXXVII indica el grado de peligrosidad del producto químico y el color los riesgos para quienes los manipulan. Para el siguiente ejemplo se tomará el rombo del ácido sulfúrico composición química  $H_2SO_4$ .

Interpretación de la Norma NFPA 704.

Ejemplo:

Figura 46. **Ejemplo de la utilización del rombo NFPA 704**



Fuente: elaboración propia.

Color azul

- Riesgos para la salud.
- Categoría 3: se busca este valor en la columna salud, ver tabla XXXVII materiales que bajo una corta exposición pueden causar daños temporales o permanentes aunque se dé pronta atención médica.

### Color rojo

- Inflamabilidad.
- Categoría 0: se busca en la columna inflamabilidad ver tabla XXXVII, materiales que no se queman.

### Color amarillo

- Reactividad con otros productos.
- Categoría 2: se busca este valor en la columna reactividad ver tabla XXXVII. Materiales que están listos a sufrir cambios químicos pero que no detonan, también se deben incluir los materiales que reaccionan violentamente con el agua o que pueden formar mezclas potencialmente explosivas con el agua.

### Color blanco

- En esta casilla se harán las indicaciones especiales para algunos productos. Como producto oxidante, corrosivo, reactivo con agua (W) o radiactivo.

Para un manejo seguro de este producto ver anexo 7 hojas de seguridad del producto cada fabricante incluye todas las medidas de seguridad y riesgos potenciales que se pueden derivar al desconocer las medidas de seguridad en el uso de este producto.

## **2.2.5. Control de equipos contra incendios**

En este apartado se hablará de la forma de cómo se llevará a cabo la codificación para mejorar el control de los equipos contra incendios.

### **2.2.5.1. Diseño de códigos para identificar los equipos contra incendios**

Registro de unidades se refiere a la utilización de una codificación estandarizada para la debida identificación de cada recurso y la creación del registro técnico del equipo. El registro de unidades contiene mucha información práctica que será necesaria para realizar los trabajos de mantenimiento en una forma eficiente.

En la planta Gesur se cuenta con un sistema contra incendios que integra diferentes equipos, es responsabilidad del Departamento de Seguridad Industrial el control y la administración correcta del sistema. Para ello, se deberá codificar los equipos para controlar el mantenimiento de cada unidad. A continuación se detallan los equipos a los cuales se aplicará dicha codificación.

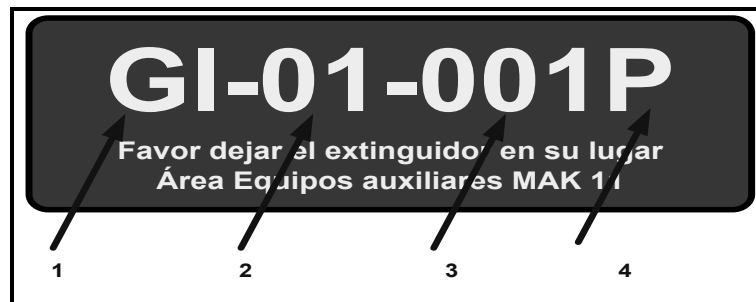
- Extintores portátiles y robots
- Mangueras contra incendios
- Eductores de espuma
- Monitores de espuma
- Alarmas contra incendios

- Tipo de código

Debe proporcionar información básica de cada equipo, así como, la ubicación en planta y el área que va a proteger. Esto facilitará las inspecciones programadas por el Departamento de Seguridad Industrial. A continuación se detalla dicha información.

- Ubicación
- Área en la que se encuentran instalados los equipos
- Número de orden
- Tipo de equipo contra incendio

Figura 47. Código de identificación



Fuente: elaboración propia.

- Nomenclatura utilizada en el diseño del código

Para identificar cada equipo dentro de la planta de generación se utilizará la siguiente nomenclatura en la tabla XXXVIII se muestra cada una de ellas.

Tabla XXXVIII. **Nomenclatura utilizada para la asignación de códigos**

Letra y número GI:	Hace referencia a la generadora 1
Letra y número GII:	Hace referencia a la generadora 2
Código de área 01:	Hace referencia al área de bluref 2
Código de área 02:	Hace referencia al área de GCA
Código de área 03:	Hace referencia al área de bluref 1
Código de área 04:	Hace referencia a la bodega de repuestos # 4
Código de área 05:	Hace referencia al área del taller de inyección y soldadura
Letras mayúsculas EP:	Hace referencia a un extintor portátil
Letras mayúsculas ER:	Hace referencia a un extintor robot
Letra mayúsculas M:	Hace referencia a mangueras contra incendios
Letras mayúsculas MO:	Hace referencia a los monitores de alto flujo
Letras mayúsculas AL:	Hace referencia a las alarmas del sistema
Letra mayúsculas E:	Hace referencia los eductores de espuma
Números de tres dígitos XXX del 0 al 999:	Hace referencia al número de orden asignado a cada equipo

Fuente: elaboración propia.

Para el orden de cada equipo se utilizará un número de tres dígitos, el cual da un mayor margen de codificación desde el 1 hasta el 999, pensando siempre en una ampliación del sistema contra incendios a largo plazo.

- Dimensiones del código para cada equipo

Las dimensiones del código son de 5 centímetros de altura por 15 centímetros de largo, los números y las letras serán de 1,5 centímetros de altura y 1 centímetro de largo. El código se colocará en un lugar visible sobre el equipo contra incendios. A continuación la figura 48 muestra las dimensiones del código.

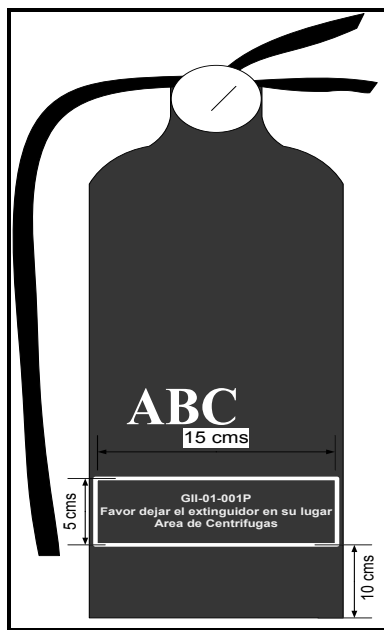
Figura 48. **Dimensiones del código para equipos contra incendios**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 49 se muestra la colocación del código en los equipos contra incendios.

Figura 49. Colocación del código



Fuente: elaboración propia.

#### 2.2.5.2. Diseño de formularios para la inspección de extintores

Para los siguientes equipos se realizarán inspecciones mensuales a través de formularios.

- Extintores portátiles
- Extintores robot o sobre ruedas

A continuación en las siguientes figuras se muestran los formularios utilizados para la revisión de extintores.

Figura 50. Formulario utilizado para la revisión anual de extintores

FORMATO PARA LA INSPECCION DE EXTINTORES GENERADORA 1 Y 2, CRISTAL		
Fecha: _____ Hora: _____ Responsable: _____		
Planta: _____ Área: _____ Tipo de revisión: _____		
Código: _____ Peso: _____ Tipo de extinguidor _____		
Ubicación: _____ Fecha de próxima recarga _____		
Fecha en que se realizo la prueba hidrostática _____		
	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1. El extintor esta en su lugar?		
2. El extintor esta completamente cargado y operable?		
3. El acceso al extintor esta libre de obstrucciones?		
4. Tiene sello de seguridad?		
5. Tiene pasador de seguridad?		
6. Si las respuestas de las preguntas 4 y 5 son negativas (se pierde la garantía del proveedor) se debe verificar el peso en los de bióxido de carbono (si hay perdidas de mas del 10% de su peso se deben recargar). En los de Polvo Químico, se debe verificar que la presión en el manómetro este en el rango de operación aceptable. Peso _____ colocar sello y pin de seguridad _____		
7. La pintura esta en buen estado?		
8. El cilindro presenta oxidación, abolladuras o golpes?		
9. La manguera tiene roturas, poros o agrietamiento?		
10. Están bien los empalmes de la manguera a la válvula, corneta y boquilla?		
11. La corneta (en los de Co2) presenta fisuras, cristalizaciones y defectos en acoples?		
12. La válvula presenta oxidación, daños en la manija, deformaciones que impidan su funcionamiento?		
13. Si las respuestas de la 7 a la 12 son negativas se programan para mantenimiento. Orden de mantenimiento No _____		
14. La lectura de presión esta dentro del rango operable?		
15. Las calcomanías y las placas de instrucciones están legibles y en el frente del extintor?		
16. El gabinete o el gancho esta a una altura no mayor de 1.50 mts?		
17. La base del extintor esta a no menos de 10 cms de altura del nivel del piso?		
<b>Observaciones:</b> _____ _____ _____		
<b>Nota:</b> En los extintores rodantes se verificara que la carretilla se deslice con facilidad, esté bien de pintura, que no presente oxidación, que los ejes tengan suficiente grasa y no estén torcidos.  En los extintores de polvo químico se deben de poner de cabeza (con la válvula para abajo) durante 1 minuto cada dos meses para que el agente extintor no se compacte y mantenga con fluidez  Al terminar la inspección se debe informar al responsable sobre los hallazgos encontrados en los equipos, para su respectiva corrección.		

Fuente: elaboración propia.



Figura 51. Formato para la inspección mensual de extintores

<b>INSPECCION MENSUAL DE EXTINTORES PLANTA CRISTAL</b>							
<b>RESPONSABLE:</b> _____		<b>PC- 07-001P</b>					
<b>TIPO DE REVISION:</b> _____		↑      ↑      ↑      ↑ Planta cristal    codigo    correlativo    portatil					
<b>FECHA:</b> _____		<b>Departamento de Seguridad Industrial</b>					
<b>HR DE INICIO:</b> _____		<b>Textiles del Lago S.A.</b>					
CODIGO	POSICION	Tiene carga		TIPO	PROXIMA RECARGA	Peso lbs	OBSERVACIONES
PC-07-001P	Sala de maquinas			ABC			
PC-07-002P	Sala de maquinas			ABC			
PC-07-003P	Chimenea 3			ABC			
PC-07-004P	Chimenea 4			ABC			
PC-07-005R	Lokers			ABC			
PC-07-006P	Cuarto de MV y LV			ABC			
PC-07-007P	Cuarto de MV y LV			ABC			
PC-07-008P	Bodega			ABC			
PC-07-009P	Bodega			ABC			
PC-07-010P	Sanitarios			ABC			
PC-07-011P	Frente al generador M1			ABC			
PC-07-012P	Frente al generador M2			ABC			
PC-07-013P	Area del separador de aceite M1			ABC			
PC-07-014P	Area del separador de aceite M2			ABC			
PC-07-015P	Atrás del M1			ABC			
PC-07-016P	Parte de atrás entre M1 y M2			ABC			
PC-07-017P	Parte de atrás M2			ABC			
PC-07-018P	A un costado del M1			ABC			
PC-07-019P	Cuarto de motores			ABC			
PC-07-020P	Cuarto de motores			ABC			
PC-07-021P	Cuarto de motores			ABC			
PC-07-022P	Pila			ABC			
PC-07-023R	Pila			ABC			
PC-07-024P	Tanques de servicio			ABC			
PC-07-025P	Tanques de servicio			ABC			
PC-07-026P	Tanques de almacen de Bunker			ABC			
PC-07-027P	Tanques de almacen de Bunker			ABC			
PC-07-028P	Talleres			ABC			
PC-07-029P	Talleres			ABC			
PC-07-030P	Descarga de HFO			ABC			
PC-07-031P	Descarga de HFO			ABC			
PC-07-032P	Colocar ubicación			ABC			

Fuente: elaboración propia.

Como todo documento el formulario de trabajo deberá llevar la información del equipo. Los formatos utilizados para las órdenes de trabajo llevarán los siguientes encabezados en las columnas.

- Código de los equipos
- Ubicación
- Capacidad
- Producto utilizado
- Tipo de fuego
- Observaciones

La información antes mencionada facilitará la inspección de los equipos contra incendios. Los demás formularios incluirán la información que aparece en la base de datos sobre cada tipo de equipo. En la parte de anexos se mostrará el formulario para las inspecciones de los demás equipos contra incendios.

### **2.2.5.3. Almacenaje de información**

Por simplicidad se ha determinado la utilización de las herramientas proporcionadas por Microsoft Office en su versión 2007, dado que son genéricas y se puede encontrar en la mayoría de los equipos utilizados dentro de la planta, haciendo que su movilidad sea bastante amplia.

Toda la información de los equipos contra incendios, se almacenará en la base de datos general. Este control proporciona una asistencia al administrador o supervisor de seguridad industrial, ayudándolo en el desenvolvimiento de sus tareas de control y supervisión del equipo aquí propuesto.

La base de datos almacena parte de la información esta fue diseñada utilizando una plataforma de Excel 2003, con macros habilitados de Visual Basic del mismo año, fue pensada de esta manera para que el encargado de llevar el control de datos, le sea de fácil manejo, no requiriendo un grado de especialización en programación.

La base de datos recopila información acerca del equipo de seguridad contra incendios como lo es; extintores, mangueras contra incendios, monitores, eductores, alarmas. Para cada uno se requieren diferentes datos técnicos acorde a sus funciones por ejemplo, extintores, en el se requiere información como fecha de recarga, ubicación, área, código del equipo, prueba hidrostática, tipo de extintor (portátil o rodante) estado de la instalación (señalización, estado de pintura) peso, capacidad y tipo de fuego.

El encargado de actualizar la base de datos es el ingeniero de seguridad industrial de la planta. La base de datos contiene, los siguientes campos generales para todos los equipos:

- Código de área
- Ubicación
- Tipo de fuego que se puede atacar

- Fecha de próxima recarga
- Fecha de ensayo hidrostático
- Estado actual
- Número correlativo
- Observaciones

Para modificar cualquier información de los equipos, se podrá realizar de forma directa guardando los cambios. Es importante revisar la información de la base de datos semanalmente, ya que en algunos casos se pueden tener equipos dañados descargados o modificaciones en sus instalaciones y será necesario ingresar nueva información.

#### **2.2.5.4. Diseño del programa de mantenimiento preventivo para equipos contra incendios**

El Sistema de Mantenimiento Preventivo ayuda a planificar, a programar y ejecutar los trabajos de mantenimiento utilizando diferentes técnicas para realizar los procedimientos de mantenimiento. Estos procedimientos pueden ser programados basados en tiempos fijos, por horas de utilización del recurso, por monitoreo de condiciones de operación, por análisis de fallas, por rutinas de inspección, etcétera. Lo verdaderamente importante es que exista la cultura y la disciplina para que las actividades de mantenimiento realmente tengan una alta prioridad dentro de la empresa.

Un Sistema de Mantenimiento Preventivo, interrelaciona los recursos, materiales, al personal técnico, a su administración y a sus objetivos. Lo que busca el Sistema de Mantenimiento es incrementar al máximo la disponibilidad de los recursos.

Este programa tiene como objetivo el desarrollo de la cronología, recursos y actividades necesarias para el mantenimiento y cuidado de los equipos contra incendios. El programa de mantenimiento incluye inspecciones periódicas de todos los equipos, este programa deberá apoyarse en la documentación y procesamiento de la información para su funcionamiento.

El mantenimiento dentro de la empresa se dividirá en 2 partes.

- Inspección dentro de la empresa y almacenaje de la información
- Actividades de mantenimiento en el taller de servicio

La inspección dentro de la empresa y almacenaje de la información, tiene como función determinar los equipos que serán enviados a servicio, en planta se tiene una base de datos operada por el personal del Departamento de Seguridad Industrial que servirá para almacenar toda la información de los equipos contra incendios.

Para el servicio de los equipos, se seleccionó a la empresa Ecogas por ser una empresa de Grupo Liztex, la cual se dedica a la venta y mantenimiento de diferentes equipos contra incendios dentro y fuera del país.

Las actividades de mantenimiento se pueden resumir en cinco.

- Inspección mensual de los extintores: esta tarea corresponde al supervisor de seguridad industrial de la planta, puede ser el asistente del Ing. jefe de departamento.
- Almacenaje de información: esta actividad corre a cargo del Ing. de seguridad industrial, este debe actualizar la información de la base de datos para lograr un buen control de los equipos.
- Para generar una lista de equipo, basta con ingresar las fechas de la próxima recarga en la base de datos. Y todo aquel equipo con fecha de vencimiento o descargado será marcado para enviar a servicio.
- La preparación del equipo para enviar a servicio corresponde al supervisor de seguridad industrial.
- El traslado corresponde a la empresa contratada.

Anteriormente, la falta de un programa de mantenimiento preventivo para extintores disminuía la disponibilidad de estos equipos, con el diseño del programa de mantenimiento preventivo la disponibilidad de estos equipos se ha incrementado. Anteriormente, tomaba en promedio 12 días regresar un extinguidor a su lugar, además no se tenían equipos en reserva para la sustitución inmediata. Hoy en día el proveedor reemplaza temporalmente las unidades para no dejar desprotegidos los lugares. La disponibilidad de un equipo se calcula con la siguiente fórmula.

$$D = ((\text{tiempo total} - \text{tiempo muerto}) / (\text{tiempo total})) * 100\%$$

A continuación se presenta la disponibilidad cuando no se contaba con un programa de mantenimiento preventivo.

tiempo total = 365 días

tiempo muerto = 12 días

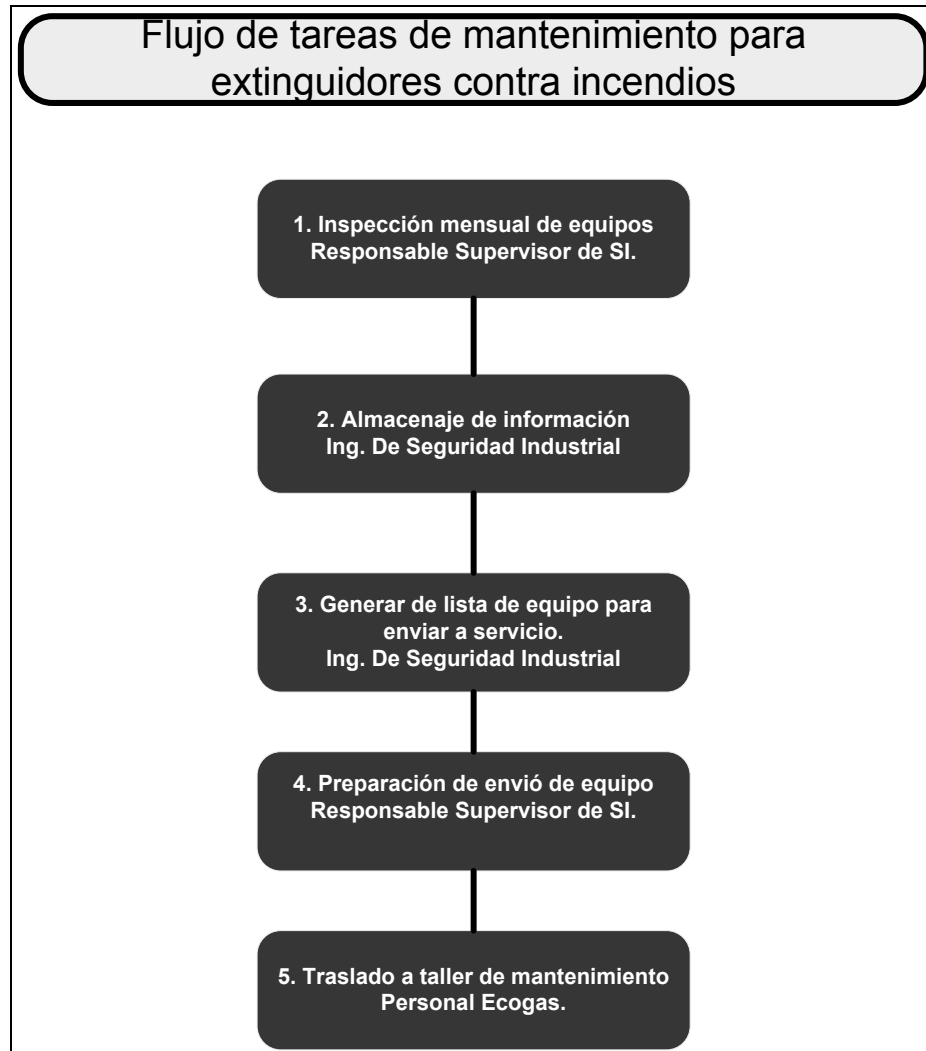
$$D = ((365 - 12) / (365)) * 100\% = 96,71\%$$

Con el programa de mantenimiento preventivo se desea incrementar la disponibilidad de los equipos a un 100%, al momento de enviar los equipos a servicio el proveedor proporcionará unidades de reserva para no dejar áreas desprotegidas, la revisión de los equipos se realiza anticipadamente, la finalidad del programa de mantenimiento preventivo es tener los equipos disponibles los 365 días del año.

$$D = ((365) / (365)) * 100\% = 100\%$$

En la figura 52 se muestra el flujo de actividades para el envío de los equipos.

Figura 52. Flujo de actividades



Fuente: elaboración propia.




A continuación se describen los equipos sobre los cuales se deberá tener el control.

- Extintores portátiles: para estos equipos se deberán programar inspecciones mensuales y anuales con el fin de determinar el estado físico del equipo y de sus instalaciones en el taller de mantenimiento se harán inspecciones más a profundidad del estado y las diferentes partes del equipo, para esto se apoyarán en una empresa certificada que preste el servicio Ecogas.
- Monitores de alto flujo: se realizarán inspecciones mensuales ya que por el tipo de equipo e instalación, el control es más fácil pero no menos importante, la revisión semanal tendrá como objetivo velar porque estos equipos estén en buenas condiciones de operación. Ver apéndice 5 formulario de inspección para monitores de alto flujo.
- Eductores: se realizarán inspecciones mensuales ya que por el tipo de equipo e instalación, el control es más fácil pero no menos importante, la revisión semanal tendrá como objetivo velar porque estos equipos estén en buenas condiciones de operación durante una emergencia. Ver apéndice 7 formulario de inspección.
- Mangueras contra incendios: se realizarán inspecciones mensuales y semanales, por el tipo de equipo e instalación, el control es más fácil pero no menos importante. La revisión semanal tendrá como objetivo velar porque estos equipos estén en buenas condiciones de operación durante una emergencia. Ver apéndice 6 formulario de inspección.

- Bomba contra incendios: se realizarán inspecciones anuales, mensuales y semanales ya que por el tipo de equipo e instalación, el control es más fácil pero no menos importante, en los apéndices 9, 10 se muestran los formularios para realizar estos trabajos.
- Alarmas contra incendios: se realizarán inspecciones mensuales ya que por el tipo de equipo e instalación, el control es más fácil pero no menos importante. Ver apéndice 8.

A continuación se presenta la lista de equipo, utilizada para el envío de extintores a taller de mantenimiento.

Figura 53. Orden de trabajo emitida por la empresa que presta el servicio de mantenimiento



**Seguridad Industrial**  
**Division Extintores**

Km. 32 Carretera al Pacífico Bodega No. 1 Norte, Flor del Campo Amatitlán  
PBX: (502) 6632-2812/14 - Fax: (502) 6632-2811  
www.ecogas.com.gt

TAMBIÉN LE OFRECEMOS OXIGENO, GAS CARBÓNICO,  
ARGÓN, HELIO, ACETILENO, MEZCLAS.

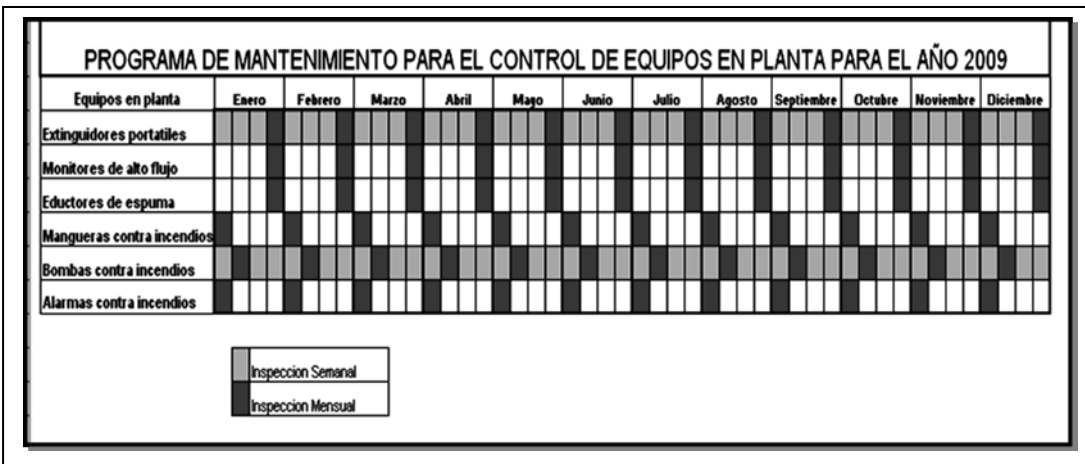
**ORDEN DE TRABAJO**  
Serie: A  
**Nº 01692**

Empresa: <b>GESUR</b>		NIT:	
Direccion: <b>VIAEX Amatitlan</b>			
Nombre de Contacto		Tel.:	
DESCRIPCIÓN		FECHA:	
<b>PQS</b>			
Unidades	Libras	Costo	TOTAL
4	150	C 1 Sin Anillo	
<del>3</del>	<del>125</del>		
14	30		
7	10		
<b>Co2</b>			
6	50	C 1 Sin Anillo	
5	100	C 3 Sin Anillo ni Anillo	
10	10		
1	15		
<b>Otros</b>			
<b>Rótulo</b>			
<b>Bases</b>			
<b>Bolsa de PQS</b>			

Fuente: Ecogas talonario de ordenes de trabajo.

En la figura 54 se muestra la programación de mantenimiento por equipos para el 2009.

Figura 54. **Cronograma de mantenimiento de equipos contra incendios 2009**



Fuente: elaboración propia.

### 2.2.5.5. Señalización por tipo de equipo contra incendios

Toda señalización deberá cumplir con normas internacionales para la protección contra incendios, todos los equipos deberán tener su respectiva señalización, se seleccionará la señalización adecuada para cada uno de los equipos del sistema contra incendios. Los colores para el equipo contra incendios son rojo y blanco.

En el mercado nacional existen varios proveedores que pueden proporcionar los carteles de señalización siguiendo la normalización correspondiente.

Entre ellos se encuentran la empresa Elex. Ítems internacionales y Ecogas. Por política de la empresa toda la señalización industrial se compra con Ecogas por ser una empresa de Grupo Liztex S. A.

En la figura 55 se muestra la señalización más utilizada para extintores, mangueras contra incendios, alarmas e hidrantes.

Figura 55. Señalización para equipo contra incendios NTP 399.010-1

 EXTINTOR	 EXTINTOR	 EXTINTOR	 EXTINTOR PQS	 EXTINTOR CS2
 EXTINTOR ME 0	 EXTINTOR ME 1	 EXTINTOR ME 2	 EXTINTOR RODANTE	 MANGUERA CONTRA INCENDIOS
 MANGUERA DE INCENDIOS	 MANGUERA DE INCENDIOS	 HIDRANTE	 ALARMA CONTRA INCENDIOS	 AVISADOR SONORO
 TELÉFONO DE EMERGENCIA	 ESCALERA PORTÁTIL	 ARENA	 CUBETA PARA CASOS DE INCENDIO	 MANTA APAGAFUEGOS
 PUERTA CORTAFUEGO	 EQUIPO AUTOMÁTICO CONTRA INCENDIOS	 CONEXIÓN A TUBERÍA PARA INSTALACIONES AUTOMÁTICAS	 CONEXIÓN BÁSICA PARA INSTALACIONES AUTOMÁTICAS	 MUESTRA DE CONTROL PARA INSTALACIONES AUTOMÁTICAS

Fuente: Instituto de Seguridad Laboral de Perú. Norma NTP 399.010-1. p. 12.

### 2.2.5.6. Personal a cargo del control de los equipos

Hoy en día el Departamento de Seguridad Industrial cuenta con personal asignado para diferentes tareas de mantenimiento de equipo contra incendios. Estas personas están a cargo del jefe del Departamento de Personal a cargo de la inspección de los equipos, deberá contar con la capacidad y el conocimiento necesario sobre el funcionamiento de los equipos, conocimientos sobre el desarrollo del fuego y las diferentes formas de atacar un incendio.

Tabla XXXIX. **Personal a cargo del control de equipos contra incendios**

<b>Personal</b>	<b>Funciones</b>
Ing. de seguridad industrial	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Responsable de la dirección, control y administración de los riesgos en planta.</li><li>2. Responsable de la coordinación del plan de emergencia.</li></ol>
Supervisor 1 de seguridad industrial	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Encargado de realizar las inspecciones de mantenimiento y en equipos contra incendios.</li><li>2. Encargado del envío y recepción de equipos contra incendios.</li><li>3. Encargado de la emisión de permisos de trabajo en planta.</li></ol>
Colaborador 2 de seguridad industrial	Encargado de trabajos menores en equipos contra incendios, limpieza, pintura y sustitución de equipos en mal estado.

Fuente: elaboración propia.

#### **2.2.5.7. Manual de usuario para el manejo de la base de datos**

Este manual fue realizado bajo el programa informático Excel 2003, por la simplicidad de la interface y que es de fácil adaptación en los equipos de la mayoría de la planta, con este fin se pretende capacitar al personal encargado del control de la base de datos y su descripción se encuentra detallada en el manual de usuario. Ver apéndice 1.

### **2.3. Implementación del programa de control de riesgos**

En este apartado se detalla la forma de implementar el programa de control de riesgos. Es necesario que se tenga un seguimiento constante de estas actividades ya que de ellas depende minimizar cualquier riesgo de accidente o emergencia en planta.

#### **2.3.1. Instrucciones generales para realizar inspecciones y mantenimiento de extintores contra incendios**

Las instrucciones de cómo realizar las inspecciones y el mantenimiento de los equipos contra incendios serán indicadas por el responsable del Departamento de Seguridad Industrial. Para las inspecciones se deberán seguir los siguientes pasos. En el apéndice 16 se presenta el procedimiento para realizar la inspección y mantenimiento de los equipos contra incendios.

### 2.3.2. Sustitución de equipos en mal estado

Todo equipo del sistema que sea sustituido deberá, ser reportado al responsable de seguridad industrial.

Deberá anotar la información respectiva del motivo por el cual quedará fuera de servicio. Los equipos nuevos que serán instalados deben tener las mismas características y capacidad, de los que fueron sacados de servicio. Los equipos nuevos seguirán utilizando el mismo sistema de identificación. Es importante contar con la misma línea de equipos ya que esto simplifica muchas actividades de control y mantenimiento. En la figura 59 se presentan los equipos que se deben sustituir.

Tabla XL. Equipos en mal estado

Tipo	Ubicación	Tipo de fuego	Cantidad	capacidad	P máx.	Agente extinguidor	observaciones
Manguera	Taller G 1	AB	1	100 gpm largo 50 Ft	800psi	agua	Perforada D= 2,5 pulgadas
Manguera	caldera 2	AB	1	100 gpm largo 50 Ft	800 psi	agua	Perforada D= 2,5 pulgadas
Extintor robot	Generadora	BC	1	100 lb	195 psi	CO2	Fuga de CO2 en manguera
Extintor portátil	Motor 11	ABC	1	10lb	195 psi	PQS	Calcomaniilla rota
Extintor portátil	Tanques	ABC	1	10 lb	195 psi	PQS	Rosca dañada

Fuente: elaboración propia.

Mangueras a sustituir:

Mangueras contra incendios = 2 unidades

Presión máxima = 800 psi

Flujo = 100 GPM

En las siguientes figuras se presenta el tipo de quipo que reemplazará al que está en mal estado.

Figura 56. **Equipo nuevo a ser instalado**

ESPECIFICACIONES	
MODELO	PQ 11 LB
AGENTE	POVO QUIMICO
CLASIFICACION UL Rating	4A, 88B,C
CAPACIDAD Y CARGA (lb)	10
PESO COMPLETO (lb)	15
ALTURA (in)	21
ANCHO	5
TIPO	RECARGABLE
PRESION DE TRABAJO (psi)	185
PRESION DE PRUEBA (psi)	885
RANGO DE TEMPERATURA	65 A 128 F
TIEMPO DE DESCARGA (Seg)	38
SOPORTE DE PARED Y ROTULO	SI
SOPORTE DE CARRIO MARINO	OPCIONAL
PROBADO	ANSI/UL111 Y 229 CE
APLICACION	MANGUERA
CONTROL DE ACCION	MANUAL
VALVULA	BRONCE
FABRICADO	EUROPA

Extintor



Calidad superior de manufactura de extintor fabricado y aprobado bajo estándares de ANSI/UL 711 atractivo, confiable, durable, fácil de operar y mínimo costo de mantenimiento con garantía de 5 años por defectos de fabricación.

Los extintores **TORNADO** de Polvo Químico múltiple **ABC** son efectivos para combatir fuego de forma rápida y efectiva, su agente extintor al cubrir las llamas le protege de una posible reiniciación del fuego. Además de contar con un indicador de presión de carga que le permite al usuario conocer de su estado operativo.

Mangueras contra incendios **Double Jacket** de 50' pies de largo por 2 ½" de diámetro, la manguera viene con acoples fabricados en aleación de aluminio de alta resistencia y durabilidad con rosca NST (rosca de bombero). Con una prueba de testeo de 800 PSI Listadas UL (Underwriter Laboratories), Cumplen con Norma NFPA 1961, FM y ASTM, Garantía de 5



Fuente: Elex. Catálogo de equipos. p. 16.

Para el extintor de CO<sub>2</sub> de 100 l, se emite la lista de envío para los trabajos de reparación en los talleres de Ecogas ya que el desperfecto lo tiene en la manguera.



### **2.3.3. Sensibilización del personal en materia de seguridad industrial**

Todo el personal de la planta, debe ser capacitado en materia de seguridad industrial, es responsabilidad de la alta gerencia apoyar el programa de seguridad industrial, la planificación de trabajos que ayuden a mejorar el control de riesgos debe tomarse como prioridad, pues todas las actividades de mantenimiento están ligadas con la seguridad industrial y la calidad.

Hay que anticiparse a los accidentes con base en la evaluación de riesgos previamente realizada por una persona competente, se deberán tomar las medidas necesarias de acuerdo con el tipo de riesgo detectado, la seguridad de las personas está sobre todas las cosas, de esta manera se evitará pérdidas humanas, daños materiales a los equipos e instalaciones, toda persona es responsable de seguir las recomendaciones necesarias en materia de seguridad industrial en el lugar de trabajo.

### **3. PLAN DE CONTINGENCIA PARA LA PLANTA GESUR**

En este capítulo se realiza el planteamiento del plan de emergencias de la planta Gesur. El plan de emergencias busca minimizar las pérdidas a la hora de un desastre, optimizando los recursos tanto materiales como humanos.

#### **3.1. Plan de contingencia**

Un plan de contingencia está orientado al control inmediato de situaciones que puedan presentarse o ya se hayan presentado, afectando personas, infraestructura, sistemas de un establecimiento o grupo humano. Su aplicación facilita los procedimientos de asistencia humanitaria haciendo eficiente la distribución del talento humano y el uso de recursos, en relación con la minimización de daños. A continuación se muestra la estructura del plan de emergencias.

Base de operaciones: es el lugar de concentración del grupo de gerencia desde el cual han de dirigirse las operaciones para el control de una emergencia.

Centro de operaciones: es el sitio donde el grupo de control de emergencias recibe las instrucciones emanadas de la base de operaciones y se coordinan las acciones para el control de la emergencia. Aquí se encuentran los jefes de las diferentes brigadas quienes coordinan con el grupo de control.

El grupo de control para emergencias, son las personas organizadas y debidamente capacitadas para enfrentar las emergencias. Estos se dividen en brigada contra incendios, brigada de evacuación, brigada de rescate y primeros auxilios.

### **3.1.1. Descripción de las instalaciones**

En la parte central del establecimiento industrial Liztex. S.A. está ubicada la planta de generación de energía eléctrica Gesur en sus alrededores están las plantas de hilatura donde se prepara el algodón para la elaboración de hilo y la producción de tela.

La planta Gesur se divide en dos bloques el primero llamado generadora 1 y el otro generadora 2, brindando un servicio eléctrico interno como externo. La planta está dividida en dos edificios, cada uno con dos niveles y sótano y se encuentran conformados de la siguiente manera:

- Primer piso: se encuentra el cuarto de motores, generadores, paneles de control, filtros de combustibles, bombas de circulación, separadores de aceite lubricante, enfriadores de aceite, patios de transformadores, bodega, taller de soldadura e inyección.
- Segundo nivel: se encuentra el cuarto de control, calderas de aceite térmico bombas de circulación de aceite térmico, radiadores y tanques de expansión de aceite térmico.

- Sótano: se encuentran los tanques de almacenamiento de aceite, los tanques colectores de combustible, bombas de agua de refrigeración, bombas de prelubricación de aceite, bombas de presión de aceite térmico, bombas de rebalse del tanque colector de combustible y el *Sum tank*.

En el anexo 1 se muestran los planos de las instalaciones de la planta Gesur.

### **3.1.2. Especificaciones de las instalaciones**

El área de generación cuenta actualmente con 16 motores de las siguientes capacidades: 2 motores de 8 cilindros con una capacidad instalada cada uno de 5 megawatts, 6 motores de 9 cilindros con una capacidad instalada de 7,5 megawatts cada uno, 2 motores de 6 cilindros con una capacidad instalada de 5 megawatts cada uno y 6 motores de 6 cilindros en V con una capacidad instalada de 10 megawatts.

Frente al área de la generadora 2 se encuentra el patio de tanques de almacén de hidrocarburos, el combustible es utilizado en el proceso de generación de energía eléctrica. Actualmente, hay 9 tanques con capacidad de 250 000 galones cada uno, alrededor existen otros tanques donde se almacena diésel, aceite lubricante, bunker para consumo y tanques de procesamiento de lodos.

En el segundo nivel de la generadora 2 se encuentran las calderas de aceite térmico, estas calientan el aceite con el calor de los gases de escape del motor, este sistema sirve como medio de calefacción para los diferentes procesos en la planta, el aceite que fluye por esta tubería se mantiene siempre arriba de los 150 grados Celsius.

En planta se cuenta con un sistema para combatir incendios, entre ellos, se destaca la gran cantidad de extintores portátiles y mangueras para lanzar agua, también se cuenta con 7 monitores de alto flujo para lanzar una mezcla de espuma-agua, 14 educutores con 2 toneles de espuma contra incendios (AFFF) cada uno, los sistemas de *sprinklers* protegen el cuarto de motores, el área de descarga de bunker, el área del *Sump tank* y los tanques de expansión de aceite térmico.

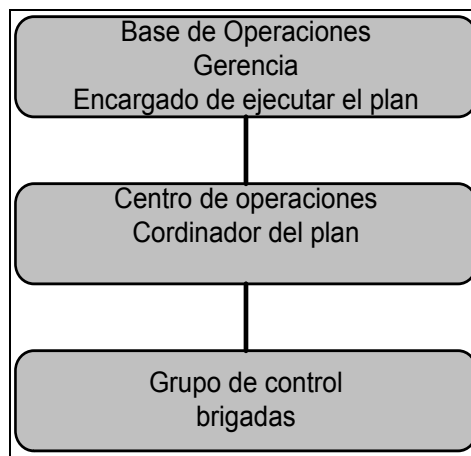
La tubería de agua contra incendios se distribuye por todo el bloque de generación, se tienen dos bombas jockey de 100 galones por minuto para mantener la presión en el sistema sumándose una bomba diésel, con capacidad de 300 galones por minuto que trabaja a 1 300 revoluciones por minuto y a una presión de 150 libras por metro cuadrado.

### **3.1.3. Esquema organizacional del plan de emergencias**

El esquema organizacional en caso de emergencias, se basa en la primicia de unidad de mando, para hacer más eficientes los sistemas de actuación, control de emergencias y comunicación directa en las líneas de la estructura organizacional. El plan de emergencia deberá estar, estructurado de la siguiente manera: (ver figura 57).

- Ejecutor del plan
- Coordinador del plan
- Grupo de control (brigadas)

Figura 57. **Esquema de jerarquía del plan de contingencia**



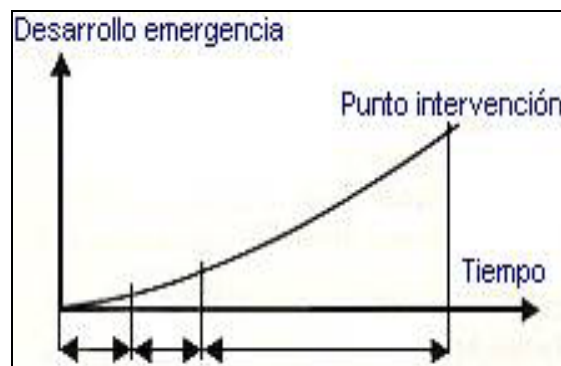
Fuente: elaboración propia.

### 3.1.4. **Tiempo de intervención para un incendio**

Como ya se ha mencionado, en caso de una emergencia se realizan toda una serie de acciones para limitar sus consecuencias: evacuar, evitar la extinción con medios propios, avisar a bomberos, etcétera. Una de las claves en el éxito de dichas acciones, es tener presente que en cualquier acción que baya a tomar, implica tiempos de retardo, tiempo durante el cual la emergencia se ha desarrollado y su control se hace cada vez más difícil. A continuación se muestra la siguiente figura donde se muestra el tiempo transcurrido hasta la intervención.

A continuación se presentan los datos tomados de los ensayos realizados simulando un incendio en el área de tanques de almacenamiento de hidrocarburos, en la figura 61 se muestra el tiempo de intervención de un bombero.

Figura 58. **Tiempo de intervención**



Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España. Norma NTP 45.

p. 23.

$T_d$  = tiempo de detección

$T_a$  = tiempo de alarma

$T_{inter}$  = tiempo de preparación

El área de tanques cuenta con un sistema de cámaras, el cual es monitoreado por los operadores de planta las 24 horas. Por turno hay 4 operadores un total de 8 al día, los cuales permanecen frente a las computadoras la mayor parte del tiempo. Por lo que se estima detectar una alarma de incendio, en los tanques 5 segundos, solamente tendría que ver la pantalla del computador y hacer sonar las alarmas. En sala de control de motores se encuentran todos los dispositivos de alarma y vigilancia.

El tiempo de preparación de un bombero entrenado es de 2,35 segundos. Y el de intervención hasta operar los equipos es de 1,01 segundos. El tiempo que le toma a una persona evacuar el área de motores hasta el punto de reunión más cercano es de 18 segundos.

En la figura 59 se muestra la preparación de un bombero para intervenir en un incendio.

Figura 59. **Preparación para el combate de incendios**



Fuente: planta Gesur. Amatitlán.

En la figura 64 se muestra a un bombero operando una manguera contra incendios, la distancia que hay desde la ubicación de los equipos de bombero hasta los tanques es de 100 metros. Le tomo trasladarse al lugar y operar los equipos un tiempo de 18 segundos.



Sumando los tiempos de la tabla XL y comparando la gráfica de la figura 58 se tiene un tiempo total de intervención de 4 minutos.

Tabla XLI. **Tiempo de intervención**

Tiempo de detección	5 segundos
Tiempo de preparación o tiempo de alarma	3 minutos
Tiempo de intervención	1,01 segundos
<b>Tiempo total para intervenir</b>	<b>4 minutos</b>

Fuente: elaboración propia.

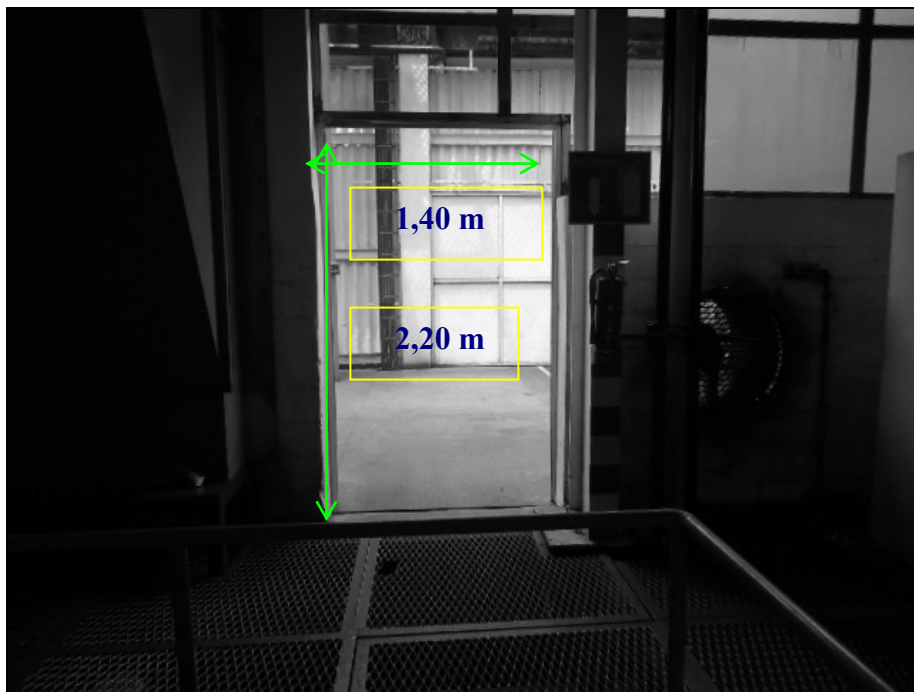
Figura 60. **Bombero operando una manguera contra incendios**



Fuente: planta Gesur. Amatitlán.

A continuación se presenta el cálculo de la evacuación de una persona del lugar de trabajo. En la figura 61 se presentan las dimensiones de las salidas.

Figura 61. Salida peatonal de la recámara de motores



Fuente: planta Gesur. Amatitlán.

Área de la salida =  $A * L$

Área de salida =  $2,10 * 1,40 = 2,94 \text{ m}^2$

Área promedio de una persona promedio

Altura =  $1,78 \text{ m}$

Talla hombros =  $62 \text{ cm}$

Área persona =  $1,05 \text{ m}^2$

Área por persona en la salida =  $(1,05/2,94)*100 = 35,71\%$

Una persona ocupa el 36% del área de salida por lo que pueden salir 2 personas al mismo tiempo.

Los tiempos promedios que les tomo a las 10 personas que trabajan en distintos puntos del área de motores se presentan en la tabla XL. Para este cálculo se hicieron 5 intentos. La distancia hasta el punto de reunión más cercano es de 75 metros. La prueba consiste en cronometrar el tiempo que le tomo en salir a los 10 mecánicos del lugar. Al salir el último mecánico se para el cronómetro y ese es el tiempo que duro la prueba.

Tabla XLII. **Tiempo de evacuación del Área de Motores**

<b>Intentos</b>	<b>Valores en segundos</b>
Prueba #1	31
Prueba #2	30
Prueba #3	29
Prueba #4	28
Prueba #5	28

Fuente: elaboración propia.

El tiempo promedio fue de 29 segundos, para dejar las instalaciones de trabajo. En la figura 62 se muestra el pasillo por donde deben pasar las personas hasta la salida.

Figura 62. **Pasillo de salida**



Fuente: planta Gesur. Amatitlán.

### **3.1.5. Centro de operaciones**

Es el lugar de convergencia de todos los encargados de la subcomisiones, responsable y coordinador del plan, aquí se coordina y se toman decisiones en el manejo del plan de emergencia. Físicamente se ubica en un lugar cercano al evento, donde se pueda tener perspectiva general de las acciones que se ejecutan para la atención del evento, sin entorpecer las mismas.

EL centro de control designado es la generadora 1. Ya que durante años este lugar es utilizado como centro de reuniones empresariales, además se encuentra a una distancia prudente del área de almacenamiento de combustibles, en ella sólo se tienen 2 motores a diferencia de la generadora 2 que alberga 14, en la generadora 1 se almacenan pocas cantidades de combustible.

A continuación la tabla XLI describe los equipos e instalaciones que se encuentran en el lugar que son de mucha utilidad a la hora de una emergencia. Ver anexo 1.

Tabla XLIII. **Equipos en el centro de control**

<b>Equipo e instalaciones</b>	<b>Cantidad</b>
Sala de capacitaciones	1
Generadores eléctricos de emergencia	1
Taller de soldadura	1
Equipo de comunicación a larga distancia	1
Líneas de servicio telefónico	2
Redes de Internet	4
Vehículos tipo panel para 15 personas	2

Fuente: elaboración propia.

### **3.1.6. Situaciones de emergencias potenciales**

A continuación se describen las posibles situaciones de emergencia dentro de la planta Gesur: para la clasificación de.

- Incendio o explosiones en Área de Tanques de Almacenamiento de Hidrocarburos.
- Incendios de origen eléctricos en subestaciones.
- Incendios en calderas o sistema de circulación de aceite térmico.

- Intoxicaciones por derrames de productos químicos.
- Incendios en instalaciones continuas a la generadora.
- Terremotos.
- Huracanes.
- Tormentas tropicales.
- Lluvias de ceniza volcánica.

De acuerdo con su magnitud las emergencias se clasifican en:

- Emergencia menor: cualquier situación que sin poner en peligro la vida de las personas representa riesgo de daños a la propiedad o al ambiente y que está dentro de la capacidad de control de la empresa.
- Emergencia seria: cualquier situación que ponga en peligro la vida de las personas y que representa riesgo de daños a la propiedad o al ambiente y que estando dentro de la capacidad de control de la empresa requiera limitada ayuda externa.
- Emergencia mayor: cualquier situación que ponga en peligro la vida de las personas y que representa riesgo de daños a la propiedad o al ambiente y que rebase los recursos de la empresa requiriendo auxilio exterior o la movilización completa de los recursos.

De acuerdo a su origen

- Emergencia por fallos de operaciones: cuando alguna variable se sale de control y el personal humano que opera el proceso no puede corregir el fallo con los mandos de control.
- Emergencias causadas por la naturaleza: daños inevitables provenientes de las fuerzas naturales.
- Emergencias causadas por actos de terceros: actos de sabotaje o terrorismo, interrupción de caminos, interrupción de servicios o pérdida de información.

En estos casos es necesario utilizar la designación de colores para interpretar el tipo de alerta.

- Alerta verde: situación normal, vigilancia permanente de la presencia de eventos adversos, verificación de rutas de evacuación, actualización de recursos y supervisión de albergues.
- Alerta amarilla: vigilancia y monitoreo minucioso de la evolución del evento, verificación de la disponibilidad de personal de respuesta y permanecer pendiente de boletines informativos.
- Alerta anaranjada: monitoreo permanente, movilización de equipo y recurso humano, habilitación e implementación de albergues, realizar evacuación y realizar censos de población evacuada.

- Alerta roja: respuesta escalonada, atención a la población. Evacuación de personas.

A continuación se presenta la tabla XLIV, allí se presentan las emergencias de acuerdo con su magnitud y origen.

Tabla XLIV. **Determinación del tipo de emergencia**

<b>Tipo de Emergencia</b>	<b>Magnitud</b>	<b>Origen</b>	<b>Implicación</b>
Incendio o explosión en área de tanques	Mayor	Fallos operacionales Fuerzas de la naturaleza	Respuesta inmediata
Incendio de origen eléctrico	Mayor	Fallo operacional Fuerzas de la naturaleza	Respuesta inmediata
Incendios en calderas de aceite térmico	Mayor	Fallo operacional Fuerzas de la naturaleza	Respuesta inmediata
Intoxicaciones con productos químicos	Seria	Fallo operacional	Respuesta inmediata
Incendios en instalaciones vecinas		Fallo operacional	Respuesta escalonada
Terremotos		Fuerzas de la naturaleza	Respuesta inmediata
Huracanes		Fuerzas de la naturaleza	Respuesta inmediata
Tormentas Tropicales		Fuerzas de la naturaleza	Respuesta escalonada
Lluvias de ceniza volcánica		Fuerzas de la naturaleza	Respuesta escalonada

Fuente: elaboración propia.

Esta tabla indica la magnitud de la emergencia, la fuente que la origina y la implicación del tipo de respuesta para minimizar los daños.



### **3.2. Servicios de emergencia externos**

A continuación se presenta una lista de centros de asistencia, en caso de desarrollarse una emergencia dentro de la planta Gesur. Este apartado es una fuente de consulta que permite contar con información precisa del servicio requerido. Minimizando así, el tiempo de respuesta, con una mejor comunicación para atender las necesidades de los afectados.

#### Hospitales

- Hospital Nacional de Amatitlán  
7a. calle 10ª Av. Esquina, Amatitlán, Guatemala TEL: 6633-0348
- Hospital Centro Médico  
6a Av. 3-47 zona 10, Guatemala Tel: 2279-4949
- Hospital Novicentro  
17a Av. 28-01 zona 11, Guatemala Tel: 2442-1204
- Hospital General de Accidentes  
13a Av. 1-51 zona 4, Col Monte real, Mixco, Guatemala  
Tel: 2437-9625
- Hospital General de Escuintla  
Carretera a Taxisco, km 59,5, Escuintla, Guatemala  
Tel: 7888-0083

- IGSS de Amatitlan  
12a Av. 5-11 Cantón Hospital, Amatitlán, Guatemala  
Tel: 6633-7482
- IGSS de Escuintla  
Avenida Centro América Final zona 3, Escuintla, Guatemala  
Tel: 7889-7230 al 32

#### Servicios de ambulancia

- Bomberos Voluntarios de Escuintla  
1a Av. 2-08 zona 3, Escuintla, Guatemala  
Tel: 7888-1122
- Ambulancias del IGSS  
Tel: 128
- Cruz Roja Guatemalteca  
3a calle 8-40 zona 1  
Tel: 125
- Bomberos Voluntarios de Amatitlán  
3a Av. y 3a calle esquina, Cantón la Cruz Amatitlán, Guatemala.  
Tel: 6633-0333

### Servicios militares policíacos

- Policía Nacional Civil  
Tel: 110/120

### Departamento de bomberos

- Bomberos Voluntarios de Escuintla, 1a Av. 2-08 zona 3,  
Escuintla, Guatemala Tel: 7888-1122
- Bomberos Voluntarios de Amatitlan 3a Av. y 3a calle esquina, Cantón la  
Cruz Amatitlan, Guatemala Tel: 6633-0333
- Bomberos Voluntarios Sistema Central  
Tel: 122
- Bomberos Municipales Sistema Central  
Tel: 123

### Servicios Aéreos

- Rescate 911  
Avenida Reforma 3-87 zona 10, Guatemala  
Tel: 2362-5157, 2361-4001

## Consejo coordinador contra desastres

- Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED) Avenida Hincapié 21-72 zona 13, Guatemala  
PBX: 2385-4144, 2385-2500
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) 7a Av. 14-57 zona 13 Guatemala  
Tel: 2331-4986, 2331-4722, 2331,5944
- Cruz Roja Guatemalteca  
3a calle 8-40 zona 1, Ciudad de Guatemala  
[www.guatemala.cruzroja.org](http://www.guatemala.cruzroja.org)

### **3.3. Funciones específicas de las brigadas**

En este apartado se mencionan las responsabilidades que debe cumplir cada miembro de las diferentes brigadas. En el capítulo 4 se instruirá al personal de cómo debe actuar ante una emergencia.

### **3.3.1. Funciones específicas de los miembros de la brigada de evacuación**

Este grupo estará integrado por jefes o encargados de las diferentes áreas de la generadora. Este grupo se encargará de ejecutar las acciones previamente establecidas para la coordinación del repliegue del personal y la evacuación del mismo ante la eventualidad de una emergencia, los miembros deberán tener comunicación en todo momento con el encargado del grupo, quien a su vez estará en contacto con los encargados de las otras brigadas para coordinar un repliegue del personal de forma segura. Después de la evacuación se deberá informar al coordinador del plan, que el inmueble ha sido desalojado, esto permitirá la intervención de grupos de acción inmediata, que atenderán la emergencia de forma rápida y eficiente.

Durante una emergencia los miembros de la brigada, deberán utilizar, equipo luminoso para atraer la atención del personal, chalecos reflectivos, silbatos, linternas o cualquier equipo que oriente al personal hacia las salidas y rutas de evacuación. Cada miembro de la brigada deberá tener claro el punto para ubicarse al momento de una emergencia. En el apéndice 18 se muestran las funciones específicas de la brigada de evacuación.

A continuación en la tabla XLV se listan los nombres de los integrantes de la brigada de evacuación.

Tabla XLV. **Integrantes de la brigada de evacuación**

<b>No.</b>	<b>Nombre</b>	<b>Departamento</b>	<b>Extensión</b>
01	Jorge González	Proyectos	604
02	Noé Gálvez	Operaciones	610
03	Cristian Villatoro	Bodega	611
04	Allan Coy	Depto. Eléctrico	612
05	José Pedrosa	Mecánico	611
06	Pedro Westerheide	Operaciones	610
07	Hugo Consuegra	Sistema de aceite térmico	510
08	Víctor García	Mecánico	510
09	Wilson González	Mecánico	510

Fuente: elaboración propia.

### **3.3.2. Funciones específicas de la brigada contra incendios**

Tiene como función principal coordinar las acciones de prevención de incendios y combatir los conatos de incendio o fuegos locales. Esta brigada deberá actuar de forma rápida y eficiente con el propósito de extinguir cualquier incendio que pueda presentarse en el lugar. Las funciones específicas de la brigada contra incendios se muestran en el apéndice 19.

A continuación la tabla XLVI se presenta la lista de los miembros para la brigada contra incendios de la planta Gesur.

Tabla XLVI. **Integrantes de la brigada contra incendios**

<b>No.</b>	<b>Nombre</b>	<b>Departamento</b>	<b>Extensión</b>
01	Daniel Godoy	Operaciones	604
02	Levy Palacios	Mecánico	611
03	Guillermo Chanchavac	Mecánico	611
04	Sergio Román	Mecánico	611
05	Estuardo Román	Mecánico	611
06	Esteban Martínez	Mecánico	604
07	José Monzón	Mecánico	611
08	Gianni Aroche	Ing. Mantenimiento/centrífugas	614
09	Juan Santos	Ing. de seguridad industrial	614
10	William Santos	Mecánico	611
11	Carlos García	Mecánico	611
12	Eleuterio Gomes	Mecánico	610
14	Freddy Orozco	Operaciones	604
15	Juan Sucup	Mecánico	610
18	Mario Paiz	Mecánico	610
19	Gustavo Adolfo Agustín	Mecánico	611

Fuente: elaboración propia.

### **3.3.3. Funciones específicas de la brigada de primeros auxilios**

Esta brigada se encargará de brindar los primeros auxilios a todas aquellas personas que hayan sido afectadas durante o después de una emergencia, se encargarán de trasladar a los pacientes a los puntos de albergue para que puedan ser atendidos por personal médico, posteriormente, serán llevados a un centro hospitalario para una mejor atención.

Para el rescate de los pacientes primero se debe esperar la autorización de ingreso al sitio, porque antes se desconocen las condiciones en las que se encuentra el lugar y esto puede repercutir en un mayor número de personas afectadas. Las acciones de rescate se realizarán juntamente con la brigada contra incendios o los cuerpos de bomberos. La tabla XLVII muestra los integrantes de la brigada de primeros auxilios.

Tabla XLVII. **Integrantes de la brigada de primeros auxilios**

<b>No.</b>	<b>Nombre</b>	<b>Departamento</b>	<b>Extensión</b>
01	Manuel Lux	Bodega	611
02	Roberto Vera	Operador	610
03	Gerardo Itzep	Mecánico	611
04	Jairo Najarro	Mecánico	611
05	Eleazar Méndez	Operaciones	614
06	Cristian Peña	Mecánico	614
07	Douglas Hernández	Bodega	611
08	Daniel Pineda	Gerente de planta	211
09	Paulo García	Jefe de mecánicos	614
10	Marco tulio Galeano	Mecánico	611
11	Emmanuel Hernández	Jefe de mecánicos	611
12	Esdras Urizar	Mecánico	611

Fuente: elaboración propia.

En el apéndice 20 se muestran las funciones específicas de los miembros de la brigada de primeros auxilios.



### **3.4. Medidas de respuesta en caso de emergencia**

Todo el personal de la planta Gesur es responsable de reportar cualquier incidente que represente una amenaza para las personas e instalaciones del lugar, incluyendo el ambiente.

#### **3.4.1. Responsabilidades en caso de emergencia en planta**

En caso de contingencia, existen 2 grupos perfectamente definidos para alertar, minimizar, dirigir y controlar, las operaciones de emergencia en la planta.

Estos grupos son los siguientes:

- Personal clave: personal que por su adiestramiento y disponibilidad está inmediato a contrarrestar las emergencias, ellos son:
  - Responsable de ejecutar el Plan de emergencia
  - Coordinador del Plan de emergencia (Ing. de Seguridad Industrial)
  - Jefes de brigadas industriales
  - Gerencia de departamentos
- Grupo de control: personal que tiene la capacidad y autoridad de manejar al personal en general. (Jefes y gerentes)
- Jefes de turno (departamento de operaciones generadora 1 y 2)
- Jefes de transporte

- Jefes de bodega # 4
- Jefes de seguridad local (Garita Alfa)
- Jefes de planta aledañas a la generador

#### **3.4.2. Lugares para el control y atención de emergencias**

- Base de operaciones: lugar(es) que dispongan de todo tipo de medios de comunicación para dirigir las operaciones de contingencia necesarias desde un lugar seguro. (Central de comunicaciones por radio y cuartos de controles de la generadora 1 y 2).
- Centro de asistencia médica: lugar(es) con equipo adecuado y personal calificado para atender a los lesionados. (Clínica médica interior de la fábrica, Hospital General e IGSS de Amatitlán).

#### **3.4.3. Equipos y sistemas de protección en planta**

El sistema contra incendios, cuenta con gran cantidad de equipos para el combate de incendios declarados. Entre ellos están, extintores portátiles, mangueras contra incendios, eductores de espuma, bomba contra incendios, monitores de alto flujo, equipo de bombero, depósitos de agua y alarmas contra incendios. Todos estos equipos se encuentran distribuidos por todo el lugar, todos cuentan con su respectiva señalización. Existe un plan de mantenimiento para que se puedan operar en óptimas condiciones.

- Extintores

Los extintores de polvo químico seco (ABC) y los de bióxido de carbono están distribuidos en las tres áreas de la generadora, estos se encuentran en diferentes denominaciones que a continuación se describen:

Tabla XLVIII. **Resumen de extintores dentro de la planta**

Extintores	ABC	BC	Totales
Portátiles	96	46	142
Robots	14	15	29

Fuente: elaboración propia.

- Mangueras e hidrantes

Tabla XLIX. **Resumen de mangueras e hidrantes**

Mangueras de bombero con rosca de 1,5 pulgada NH	32
Hidrantes con rosca de bombero de 1,5 pulgada	32
Hidrantes con rosca de bombero de 3 pulgada	2

Fuente: elaboración propia.

- Eductores y toneles de químico espumogeno

Tabla L. **Resumen de equipo eductor**

Eductores de 1,5 pulgada 100 GPM	8
Toneles de químico espumógeno AFFF	14

Fuente: elaboración propia.

- Monitores y toneles de químico espumógeno AFFF

Tabla LI. **Resumen de equipo monitor y toneles**

Monitores de 2,5 pulgada. De 100 GPM y presión de 150 PSI	7
Toneles de químico espumogeno AFFF	14

Fuente: elaboración propia.

- Alarmas

Tabla LII. **Resumen de alarmas**

Alarmas eléctricas tipo timbre de accionamiento manual	16
--	----

Fuente: elaboración propia.

- Equipo de bombero

Tabla LIII. **Resumen de equipo de bomberos**

Traje estructural de bombero	6
Equipos autónomos de respiración	3
Equipos estacionarios de respiración	2

Fuente: elaboración propia.

- Bomba contra incendios

Tabla LIV. **Resumen de bombas contra incendios**

Bomba aurora accionada por un motor diésel de 93 k 120 HP capacidad de 300 GPM a 150 psi	1
Bombas jockey 100 GPM para mantener presión	2

Fuente: elaboración propia.

- Depósitos de agua

Tabla LV. **Resumen de depósitos de agua**

Depósitos principales con capacidad de 50 000 gal	1
Deposito a la intemperie capacidad de 75 000 gal	1

Fuente: elaboración propia.

#### **3.4.4. Notificación a autoridades externas**

En caso de presentarse una emergencia que no sea posible controlar, con los equipos y medios del lugar. Se deberá tomar la decisión inmediata de notificarlo a otras autoridades, con el propósito de minimizar la emergencia.

- Departamento de bomberos

Bomberos Voluntarios de Escuintla

1a Av. 2-08 zona 3, Escuintla, Guatemala Tel: 7888-1122

Bomberos Voluntarios de Amatitlán

3a Av. y 3a calle esquina, Cantón la Cruz Amatitlán, Guatemala.

Tel: 6633-0333

Bomberos Voluntarios Sistema Central Tel: 122

Bomberos Municipales Sistema Central Tel: 123

- Departamento de policía

Policía Nacional Civil Tel: 110/120

- Consejo coordinador contra desastres

Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED)

Avenida Hincapié 21-72 zona 13, Guatemala PBX: 2385-4144, 2385-2500

### **3.4.5. Activación del plan y alerta**

A continuación se detallan cada una de las emergencias y la forma de activar el plan. El gerente de planta y el coordinador, son los responsables directos de la activación del plan. En caso de que no se encuentre ninguna de estas personas, el encargado de dicha activación será el jefe de turno de la planta, quien en comunicación con los miembros de las brigadas, tomarán las decisiones necesarias para el control de los riesgos, inmediatamente deberán comunicar de lo sucedido al coordinador y al responsable del plan.

- Situaciones en las que el fuego se haga presente:

Explosiones que den como resultado un incendio

Incendios por derrames o fugas de líquidos inflamables o combustibles

Incendios de origen eléctrico

Cuando una situación de estas se presente, se debe activar primero la alarma contra incendios, el personal en planta debe ser instruido en materia de prevención de incendios y de los diferentes métodos de actuación.

Toda alarma contra incendios debe ser atendida de inmediato, todos los grupos de apoyo del lugar deben activar sus respectivos planes de control para emergencias, el propósito de esta alarma es reducir los daños ocasionados por el siniestro minimizando el tiempo de respuesta. La comunicación debe ser fluida entre los principales involucrados y el centro de operaciones en todo momento.

- Emergencias donde se encuentren involucrados productos químicos:

Intoxicaciones durante la manipulación del producto

Intoxicaciones masivas (nubes tóxicas)

Contaminación de recursos naturales

Ante una situación como esta, los sistemas de comunicación realizan un papel bien importante, a diferencia de una emergencia contra incendios, la comunicación se hará efectiva por radio, el informante se deberá dirigir con el encargado de Seguridad Industrial o al cuarto de control de la generadora, allí se encuentran los equipos de comunicación, donde se dará aviso a todos los miembros de los grupos de apoyo, cada grupo deberá actuar de forma precisa una buena comunicación dará información clara para que los diferentes grupos activen sus procedimientos de actuación.

La comunicación debe ser fluida entre los principales involucrados y el centro de operaciones en todo momento.

- Emergencias por causas naturales:

Movimientos sísmicos

Tormentas tropicales o inundaciones

Lluvia de ceniza volcánica

En estas emergencias, a diferencia de los terremotos se pueden anticipar las acciones para contrarrestar los daños. A través de las fuentes externas de comunicación se puede tener información a cerca de la evolución de un huracán, la crecida de ríos, la acción volcánica, etcétera.



El tiempo que le toma a un fenómeno como estos alcanzar la magnitud suficiente para causar daños, da tiempo a desplegar a los diferentes grupos de apoyo, para la coordinación de las acciones previamente establecidas, la comunicación con las fuentes externas ayudará a la toma de decisiones. El coordinador del plan juntamente con el responsable del plan, son los encargados de tomar las decisiones respectivas acerca de la operación de la planta, en el mayor de los casos en la planta Gesur, si se toma la decisión de evacuar al personal se tendrá que suspender el proceso de generación de energía eléctrica. En el apéndice 21 se muestra el procedimiento ante movimientos sísmicos.

### **3.4.6. Procedimientos de actuación ante desastres**

Estos procedimientos, son una alternativa para la minimización de los riesgos en planta, la planificación y organización demandan, documentos escritos sobre las acciones a tomar en caso de una emergencia, los procedimientos que aquí se describen son específicos.

#### **3.4.6.1. Disparo de emergencia de toda la planta de generación**

Este procedimiento es de carácter general y aplica para cualquier emergencia que ponga en peligro a todas las personas e infraestructura de la planta Gesur. Para la activación se deberá tomar en cuenta la magnitud del peligro que represente.

En el apéndice 22 se muestra el procedimiento de disparo de emergencia de toda la planta.

### **3.4.6.2. Evacuación del personal en planta**

En este apartado se detallan todos los pasos para realizar una evacuación de manera coordinada y organizada. Este procedimiento se ejecutará de forma automática al momento de que se haga oficial la orden de evacuación, orden que puede ser tomada en función al nivel de riesgo que represente cualquiera de las emergencias descritas anteriormente. En el apéndice 23 se presenta el procedimiento de evacuación de la planta.

### **3.4.6.3. Procedimiento de intervención para incendios industriales**

En la planta Gesur, debido a la gran cantidad de hidrocarburos almacenados, se debe tener especial cuidado con todos aquellos incidentes donde se vean involucrados, derrames de producto, trabajos en caliente, fuga de vapores inflamables, cortocircuitos y todo lo que pueda provocar incendios.

Debido a la gran magnitud de la planta, los procedimientos de intervención tienen que quedar bien establecidos, la optimización de los recursos y la eficiencia para la mitigación del incendio, deben ser lo más precisos posible, este tipo de incendios involucran una serie de variables que hay que controlar. A continuación se detalla la forma de actuación para el combate de incendios en el lugar. En el apéndice 24 se muestra el procedimiento de ataque de incendios industriales.

#### **3.4.6.4. Emergencias médicas**

Durante una emergencia, se deberá ejecutar el plan de emergencia para atender a los heridos del lugar. Es importante considerar la disponibilidad de recursos y amplitud de las instalaciones a la hora de una emergencia. En el apéndice 25 se presenta el procedimiento para emergencias médicas.

#### **3.4.6.5. Procedimiento de búsqueda y rescate**

Este procedimiento tiene como objetivo, lograr una asistencia médica coordinada y eficiente para atender a los heridos, producto de una emergencia.

#### **3.4.6.6. Procedimiento de reingreso al sitio**

Es importante que todas las personas sepan que después de una emergencia, se deben llevar a cabo una serie de acciones para determinar si es seguro reanudar las actividades de trabajo o no. Esta decisión se tomará con base a los informes de los jefes de las diferentes brigadas. Ya que después de una emergencia, pueden derivarse una serie de accidentes que perjudiquen a más personas, en el apéndice 27 se presenta el procedimiento de reingreso al sitio.

### **3.5. Control de variables**

En este apartado se estará hablando de la forma de controlar las diferentes variables que se presentan durante una emergencia, una desviación en cualquiera de las variables podría resultar en grandes pérdidas humanas como materiales para la organización.



### 3.5.2. Control de brigadistas

Es importante tener control sobre el personal que forma las diferentes brigadas contra incendios, es necesario que el personal que forme los diferentes equipos de brigadas tenga condición física aceptable, ya que en estas actividades el cuerpo humano se somete a gran esfuerzo físico. En la figura 64 se presenta el formulario para el control de brigadistas.

Figura 64. Formulario de control de brigadistas

Control de brigadistas		
Fecha:	_____	Lugar: _____
Encargado:	_____	Telefono _____
Titular	_____	_____
Suplente	_____	_____
Jefes de Piso		
Piso #	Nombre Jefe de Piso	Telefono
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
Brigadistas		Telefono
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Fuente: elaboración propia.

En el apéndice 29 se muestra el procedimiento para el control de brigadistas.

### **3.5.3. Puntos de encuentro**

Todas las salidas deberán terminar directamente en una vía pública o en la desembocadura exterior de una salida. Los jardines, los patios, los espacios abiertos u otras porciones de la desembocadura de la salida deberán ser del ancho y del tamaño requeridos para proporcionar a todos los ocupantes un acceso seguro a una vía pública.

Un punto de encuentro debe reunir una serie de características que determinen las facilidades para coordinar y ejecutar una serie de acciones que garanticen la permanencia de las personas, alejadas plenamente del peligro. En la figura 65 se muestran los planos con la señalización de los puntos de encuentro y las rutas de evacuación.

A continuación se detallan las partes de las que se debe componer un punto de encuentro.

- Canal de llegada o ruta de evacuación.
- Dispositivo de descarga, son todas las salidas hacia el punto de encuentro.
- Punto de reunión o disposición de la evacuación.



#### **3.5.4. Transporte a utilizar para emergencias**

Este grupo lo comprenden los vehículos para emergencia, dotados de señalización óptica y acústica, medios de comunicación y equipados con medios específicos que facilitan las labores de rescate. Los vehículos para emergencia se clasifican de la siguiente manera.

- Extinción: son todos aquellos que se emplean para extinguir incendios mediante la proyección a presión, según las características del fuego de una serie de agentes extintores tales como: agua, espuma, etcétera.
- Salvamento: este grupo lo comprenden los vehículos que se utilizan para el rescate de personas y bienes en determinadas situaciones o peligros como pueden ser; en fuego, en accidentes y desastres naturales.
- Auxiliares: complementan a los vehículos citados o poseen misiones propias como, abastecimiento de material y equipos complementarios auxiliar y transportar víctimas, transporte de personas evacuadas, vigilancia, centro de mandos y comunicación.

En planta los vehículos que están debidamente autorizados a ser utilizados durante una emergencia son:

- Vehículos para el transporte de personal
- Vehículos para el abastecimiento de agua contra incendios
- Vehículos para vigilancia perimetral



A continuación se presentan la tabla LVI con la identificación de los vehículos que se podrán utilizar oficialmente durante una emergencia.

**Tabla LVI. Identificación de los vehículos**

<b>No</b>	<b>Vehículos</b>	<b>Código</b>	<b>Placa</b>	<b>Función</b>
1	1 Panel Hiundai	3340	150 BFN	Camioneta para transporte, Máx. 18 personas, incluye radiotransmisor.
2	1 Panel Mitsubishi	3201	4884 BJX	Camioneta para transporte, Máx. 18 personas, incluye radiotransmisor.
3	1 Panel Mitsubishi	3201	4884 BJX	Camioneta para transporte, Máx. 18 personas, incluye radiotransmisor.
4	1 Pickup Izuzo	2242	934 BDN	Vigilancia perimetral, incluye radio transmisor, señalización óptica y acústica.
5	Camión cisterna	TF-9	TC B44BDM	Transporte de agua, incluye radiotransmisor.
6	Camión cisterna	TF-3	TC 29BB2	Transporte de agua, incluye radiotransmisor.

Fuente: elaboración propia.

Haciendo un buen uso de todos estos vehículos, se puede incrementar la eficiencia del plan de emergencias. Los vehículos de extinción son aquellos utilizados por los cuerpos de socorro tales como motobombas, camiones de abastecimiento de agua y ambulancias. A continuación se describe el procedimiento para el posicionamiento de los vehículos en caso de incendios. Ver apéndice 30.

### **3.6. Simulacros**

Un simulacro tiene como propósito simular situaciones de la manera más aproximada a la realidad del hecho o acontecimiento propuesto para realizar un ejercicio en el cual las personas que participarían en una emergencia, sea en condición de actores principales, personal de apoyo o de víctima, aplican los conocimientos y ejecutan las técnicas y las estrategias que le están asignadas, ante un escenario planteado con el fin de resolver las situaciones o problemas presentados como consecuencia de una emergencia. En el apéndice 31 se detalla el procedimiento para evaluar un simulacro.

En la planta se establecerá la realización de simulacros cada 6 meses, es el Departamento de Seguridad Industrial el encargado de la programación y del desarrollo del mismo. Es importante realizar simulacros basados en las situaciones mencionadas en los apartados anteriores de este capítulo.



## 4. CAPACITACIÓN

La capacitación es una actividad sistemática, planificada y permanente cuyo propósito general es preparar, desarrollar e integrar a los recursos humanos al proceso productivo. En este apartado se hablará sobre la capacitación que deben recibir los trabajadores de la planta Gesur.

Todo proceso de capacitación se compone de varias etapas las cuales se describen a continuación.

- Etapa 1: identificar las necesidades de capacitación, juntamente con la temática y el contenido del curso.
- Etapa 2: programar el curso, aquí se establece quién dará el curso, se puede seleccionar a la persona dentro o fuera de la empresa, si es personal interno debe ser un profesional que tenga conocimiento necesario en el tema a dictar, también se debe preparar el material de apoyo y de trabajo a utilizar en el desarrollo del curso, aquí se elabora la evaluación de conocimientos para aplicar al finalizar el curso juntamente con la programación del curso y por último se debe aprobar material de apoyo y evaluación de conocimientos.
- Etapa 3: comprende a la realización del curso, desarrollar la capacitación y realizar la evaluación de conocimientos.

- Etapa 4: evaluar la capacitación, cuántos aprobaron el curso, se alcanzó el objetivo del curso, generar certificado de participación y aprobación del curso.

#### **4.1. Necesidad de capacitar**

Un programa de capacitación, inicia detectando las necesidades del personal, la técnica utilizada para detectar las necesidades de capacitación se fundamenta en la observación directa de las actividades realizadas en el lugar de trabajo. Otra fuente de información son los registros de accidentes ya que en ellos se detallan el tipo de accidente que ha tenido lugar en las instalaciones. Basados en la observación crítica se detallan los aspectos analizados durante este proceso.

- Uso de equipo de protección personal: de las 120 personas que trabajan en la planta se detectó que más del 60% no utilizan equipo de protección personal.
- Trabajos en caliente: de un grupo de 6 soldadores se determinó que al momento de trabajar estos no toman ninguna precaución para evitar incendios provocados por chispas o fragmentos de metal caliente.
- Trabajos en altura: de un grupo de 6 personas incluyendo a los soldadores se ha observado que estos no utilizan ningún tipo de protección adecuada al momento de realizar este tipo de trabajos.

- Trabajos en espacios confinados: la mayoría de personas que realizan este tipo de trabajos desconocen los peligros y las técnicas para realizar el trabajo en forma segura.
- Programa para la prevención de riesgos: actualmente en la planta no existe ningún programa que forme e informe a las personas de los riesgos que se corren al momento de trabajar sin medidas de seguridad.
- Trabajos con productos químicos: la mayoría de personas que trabajan con productos químicos dentro de la planta desconocen la forma de cómo manipular y protegerse al momento de realizar estos trabajos.

#### **4.2. Adiestramiento**

Es un proceso continuo, sistemático y organizado que permite desarrollar en el individuo los conocimientos, habilidades y destrezas requeridas para desempeñar eficientemente el puesto de trabajo. El adiestramiento es el correcto aprendizaje de habilidades.

#### **4.3. Identificación del curso**

Nombre: Preparación para la prevención de riesgos en la planta Gesur.

Tipo de curso: Presencial Teórico-práctico

Días a la semana: Lunes a viernes

Horas por semana:	10 horas a la semana
Horario:	4:00 pm a 6:00 pm
Instructor:	Ing. Eleazar Méndez
Salón:	Generadora 1
Dirigido a:	Trabajadores de la planta Gesur
Área:	Mantenimiento mecánico
Fecha de inicio:	05/02/2009 febrero 2009
Categoría:	Obligatorio área de mantenimiento

El enfoque del curso, es la formación e información de los trabajadores de la planta Gesur para que apliquen las medidas de seguridad necesarias al momento de realizar su trabajo. Va dirigido obligatoriamente a todo el personal de mantenimiento de la planta. Incluyendo jefes de departamento.

#### **4.4. Objetivos**

En este apartado se plantean los objetivos generales y específicos del programa de capacitación, el cual está dirigido al personal de la planta Gesur, esta capacitación se enfoca directamente sobre los aspectos de Seguridad Industrial a cumplir en el centro de trabajo.

#### **4.4.1. Objetivo general**

Capacitar al personal para la minimización de accidentes en el centro de trabajo, incrementando la productividad y asegurando un ambiente más seguro para las personas.

#### **4.4.2. Objetivo específico**

- Que al finalizar el curso el trabajador sea capaz de aplicar el conocimiento adquirido a sus actividades de trabajo, mejorando su rendimiento y analizando los niveles de riesgo que se corren al trabajar sin medidas de seguridad.
- Enseñar a las personas la manera correcta de aplicar las técnicas que permiten controlar los riesgos en trabajos de soldadura, altura, espacios confinados, etcétera.

#### **4.5. Metodología**

Se darán 50 minutos de clase magistral utilizando técnicas audiovisuales, y material de apoyo, se tendrá un receso de 10 minutos y 1 hora de clase práctica con utilización del equipo de seguridad.

#### **4.6. Evaluación**

Evaluación parcial # 1 módulo 1

Evaluación parcial # 2 módulo 2

Evaluación final módulo 5 y 6



## **4.7. Contenido del curso**

En este apartado se describe la temática del curso y su contenido, dividiéndolo por unidades y a la vez estas unidades en diferentes parámetros que facilitaran su conocimiento y entendimiento.

### **4.7.1. Unidad 1**

En esta unidad se habla del concepto de seguridad industrial y de su importancia al momento de realizar las actividades de trabajo, se menciona el uso de equipo de protección personal el cual forma parte de la protección básica de cada trabajador.

#### **4.7.1.1. Teoría de seguridad industrial**

La seguridad industrial: es la encargada del estudio de normas y métodos tendientes a garantizar una producción que contemple el mínimo de riesgos tanto del factor humano como en los elementos (equipo, herramientas, edificaciones, etcétera). Por otro lado y tal vez más importante es el correcto montaje y aplicación de la seguridad industrial para evitar accidentes entre los empleados, puesto que este tipo de traumatismos afectará a la empresa en muchos aspectos, como perder al trabajador y con él su experiencia y la pérdida de tiempo para el cumplimiento de los pedidos.

Otro de los factores de cuidado es la accidentalidad laboral, que se entiende como el suceso imprevisto y repentino que sobreviene por causa o con ocasión del trabajo y que produzca una lesión orgánica perturbadora, ejemplo de estos son: caídas, golpes, compresiones, etcétera.

Se identifica como origen de los accidentes en primer lugar al elemento humano quien por negligencia, por ignorancia, exceso de trabajo, exceso de autoconfianza, falta de interés o desatención, prisa, movimientos innecesarios, mala visión, mala audición, problemas socioeconómicos, etcétera; comete errores que ponen en peligro su integridad física.

Condiciones de trabajo: iluminación deficiente, mala ventilación, desaseo, falta de orden en el lugar de trabajo, etcétera. La experiencia de muchas empresas ha dado como resultado una lista de las principales acciones personales que causan accidentes.

- Usar herramientas y equipos defectuosos.
- Usar el equipo o el material en funciones para lo que no están indicados.
- Limpiar y lubricar equipos en movimiento.
- Usar las manos en lugar de herramientas.
- Omitir el uso de ropa de trabajo, llevar el pelo suelto, mangas largas, relojes, anillos y zapatos de tacón alto.
- Adoptar posturas inseguras.
- Colocarse debajo de cargas suspendidas.
- Hacer bromas pesadas, payasear, reñir, resbalones o caídas.

- No inmovilizar los controles eléctricos cuando una maquinaria entra en reparación.
- Hacer inoperantes los dispositivos de seguridad.
- Trabajar a velocidades inseguras.
- Soldar, reparar tanques o recipientes sin tener en cuenta la presencia de vapores y sustancias químicas peligrosas.

Hoy en día la Seguridad Industrial debe ser considerada como una herramienta en la gestión de la mejora continua de las empresas, puesto que calidad, seguridad y mantenimiento son uno solo.

#### **4.7.1.2. Equipos de protección personal**

Las condiciones de trabajo, pese a todas las medidas preventivas que se adopten en la planificación del proyecto y el diseño de tareas, necesitará algún tipo de equipo de protección personal (EPP), como por ejemplo, cascos, protección de la vista y los oídos, botas y guantes, etcétera. Sin embargo, el uso de EPP tiene sus desventajas:

- Algunas formas de EPP son incómodas y hacen más lento el trabajo.
- Se necesita mayor supervisión para asegurar que los obreros usen el EPP.
- El EPP cuesta dinero. Dentro de lo posible, es preferible eliminar el riesgo que proveer el EPP para prevenirlo.

A continuación se mencionan los equipos de protección personal más utilizados en la industria hoy en día.

- Protección de la cabeza: los objetos que caen, las cargas izadas por las grúas y los ángulos sobresalientes se dan por todas partes en una obra en construcción. Una herramienta pequeña o un perno que cae de 10 o 20 metros de altura puede causar lesiones graves, hasta la muerte, si golpea a una persona en la cabeza desnuda.

Las heridas en la cabeza se producen cuando el obrero trabaja o se desplaza inclinado hacia adelante o cuando endereza el cuerpo después de haberse inclinado. Los cascos de seguridad resguardan la cabeza efectivamente contra la mayoría de esos riesgos y es preciso usar casco constantemente en el lugar de trabajo, sobre todo en las áreas donde se está realizando trabajo más arriba.

- Protección de los pies: las lesiones de los pies se dividen en dos categorías principales:

Las causadas por la penetración de objetos punzocortantes que no han sido sacados o retirados del lugar.

Aplastamiento del pie por materiales que caen. Ambas pueden minimizarse usando calzado protector.

La clase de botas o zapatos de seguridad dependerá de la índole del trabajo (por ejemplo, la presencia de agua subterránea en la obra), pero todo el calzado protector debe tener suela impenetrable y capellada con una puntera de acero. Existe actualmente una gran variedad de calzado de seguridad, como por ejemplo:

Zapatos de cuero bajos y livianos para trepar.

Zapatos o botas de seguridad comunes para trabajo pesado.

Botas altas de seguridad, de goma o plástico, como protección contra las sustancias corrosivas, los productos químicos y el agua.

- Protección de las manos y la piel: las manos son sumamente vulnerables a las lesiones accidentales y en la industria manos y muñecas sufren más lastimaduras que ninguna otra parte del cuerpo. Sufren heridas abiertas, raspaduras, fracturas, luxaciones, esguinces, amputaciones y quemaduras, que en su mayoría son evitables con mejores técnicas y equipo de trabajo manual y con el uso de equipo protector adecuado como guantes o manoplas. Entre las tareas riesgosas más comunes que requieren protección de las manos están las siguientes:

Operaciones que obligan al contacto con superficies ásperas, cortantes o cerradas. Contacto con o salpicaduras de sustancias calientes, corrosivas o tóxicas y resinas.

Trabajo con máquinas vibratorias como perforadoras neumáticas, en las cuales es recomendable amortiguar las vibraciones.

## Trabajo eléctrico en tiempo frío y húmedo

Las afecciones de la piel son muy comunes en la industria general. La dermatitis por contacto es la más frecuente de ellas: causa picazón y enrojecimiento de la piel, que se vuelve escamosa y agrietada y puede llegar a impedir el trabajo. El cemento fresco es uno de los principales peligros para la piel, pero también hay otras sustancias agresivas como los hidrocarburos, aceites usados, productos químicos, etcétera. Todos estos pueden causar cáncer de piel por exposición prolongada, los diluyentes de pintura, los ácidos para la limpieza de mampostería y las resinas epoxy. Además de guantes, se recomienda el uso de cremas protectoras, camisas de manga larga, pantalones largos y botas de goma.

- Protección de la vista: los fragmentos y esquirlas, el polvo o la radiación, son causa de muchas lesiones de la vista en las siguientes tareas.

El picado, corte, perforación, labrado o afirmado de piedra, concreto y ladrillo con herramientas de mano o automáticas.

El rasquetado y preparación de superficies pintadas o corroídas.

El pulido de superficies con rectificadoras a motor.

El corte y soldadura de metales.

Procesos de soldadura y corte oxiacetilénico.

Algunos procesos industriales entrañan también el riesgo de derrame, pérdida o salpicadura de líquidos calientes o corrosivos. Algunos de estos riesgos se pueden eliminar de modo definitivo por medio de resguardos adecuados en las máquinas, extractores de aire y un mejor diseño de tareas.

En muchos casos, como por ejemplo, en el corte y labrado de piedra, la protección personal (uso de anteojos de seguridad o visera) es la única solución práctica. A veces los obreros conocen los riesgos que corren y sus consecuencias si sufren daño en los ojos. Pero no utilizan protección. Ello se debe a que el equipo elegido les dificulta la visión, es incómodo o no está disponible de inmediato cuando lo necesitan.

- Protección respiratoria: hay muchas tareas en las obras que acarrear la presencia de polvos, emanaciones o gases nocivos, tales como:

El manejo y la trituración de piedra.

El arenado.

El desmantelamiento de edificios que tienen aislación de asbesto.

El corte y soldadura de materiales con revestimientos que contienen zinc, plomo, níquel o cadmio.

El trabajo de pintura con pulverizador.

- Cuando se sospeche la presencia de sustancias tóxicas en el aire, es preciso usar máscara respiradora. El tipo de máscara dependerá del riesgo y de las condiciones de trabajo y los obreros deben recibir instrucción acerca de su uso, limpieza y mantenimiento. Las autoridades de salud y seguridad deben brindar información acerca de las distintas clases de respiradores y filtros.
  
- Las máscaras más sencillas son filtros descartables de papel, pero sólo sirven como protección contra polvos molestos. Hay tres tipos de media máscara con filtros, estos son:
  - Para protegerse de las partículas en suspensión en el aire, como por ejemplo, el polvo de piedra, con un filtro grueso dentro del cartucho (nota: esos filtros tienen vida limitada y hay que cambiarlos según las necesidades).
  
  - Para protegerse contra gases y vapores, por ejemplo, cuando se usan pinturas que contienen solventes, con un filtro de carbón activado. Un filtro combinado que tiene filtro de polvo y de gases. Hay que reponer los cartuchos regularmente.
  
  - Las máscaras completas, que cubren todo el rostro, también pueden equiparse con estos filtros y protegen además los ojos y la cara. La mejor protección siempre se consigue con un equipo independiente de respiración, de máscara completa, con presión positiva; se debe usar en los espacios cerrados o cuando se piense que el suministro de aire u oxígeno es insuficiente en el sitio de trabajo.



- El aire puede venir de un compresor con filtro o de tanques de aire/oxígeno. En los climas cálidos, el equipo de máscara completa es el más cómodo porque es de ajuste holgado en torno a la cara y el aire tiene efecto refrescante. Los obreros deben recibir instrucción en el uso de aparatos de respiración y deben atenerse a las especificaciones del fabricante.

Arnés de seguridad: la mayoría de los accidentes fatales en la construcción se deben a caídas desde cierta altura. Cuando no es posible realizar el trabajo desde un andamio o escalera de mano o desde una plataforma móvil de acceso, el uso de arnés de seguridad puede ser el único medio de prevenir lesiones graves o mortales. Otra situación en que habitualmente se utiliza complementado con red de seguridad es: en el mantenimiento de estructuras de acero como puentes o pilotes.

Existen diversas clases de cinturones y arneses de seguridad. El fabricante o abastecedor debe brindar información sobre los distintos tipos según el trabajo e instrucciones sobre su uso y mantenimiento. El arnés es el único equipo de protección personal para trabajos en alturas.

#### **4.7.2. Unidad 2**

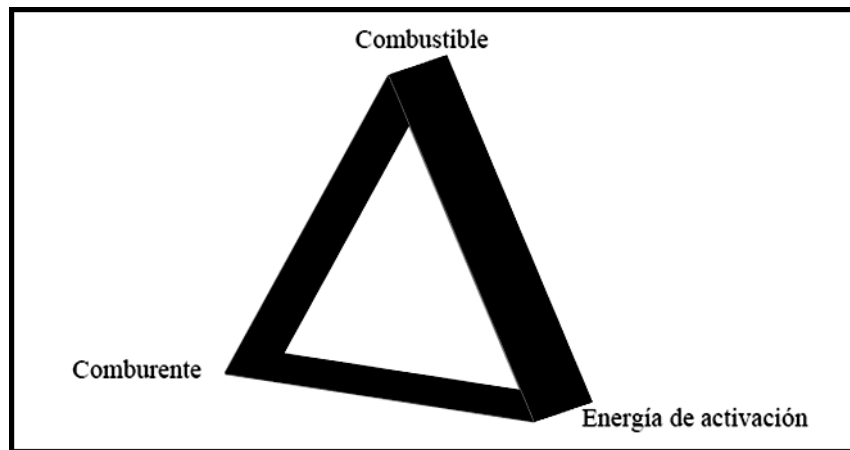
Es este apartado se habla de los diferentes elementos de los que se compone el fuego, es importante mencionar que si estos elementos están presentes en la proporción adecuada tiene lugar una liberación de energía ardiendo en llamas el material combustible hasta consumirse por completo.

#### 4.7.2.1. Teoría del fuego y agentes extintores

Se considera incendio la combustión y abrasamiento con llama, capaz de propagarse, de un objeto u objetos que no estaban destinados a ser quemados en el lugar y momento en que se produce.

Se define combustión como el desarrollo de una reacción química de oxidación-reducción. Para que pueda darse es preciso que coexistan tres elementos, el combustible que pueda arder, el comburente que permita la reacción (normalmente el oxígeno del aire) y el calor o energía de activación, que inicie la reacción, a estos tres factores se les llama el triángulo del fuego. Ver figura 66.

Figura 66. **Triángulo del fuego**



Fuente: elaboración propia.

La combustión es una reacción exotérmica y parte del calor generado permite que se desarrolle la reacción en el momento siguiente con nueva generación de calor y así sucesivamente, es decir, se produce una reacción en cadena que se agrega a los tres factores del Triángulo del fuego. A ellos junto con este cuarto se les denomina el Tetraedro del fuego.

#### **4.7.2.2. Tipos de fuego y agentes extintores**

Por el estado físico de los combustibles se puede establecer la siguiente clasificación de los fuegos:

- Fuegos tipo A: son aquellos en que los gases que arden son aportados por combustibles sólidos tales como: madera, papel, tejidos, etcétera.
- Fuegos tipo B: cuando los vapores que arden son aportados por combustibles líquidos como la gasolina o el alcohol o sólidos licuables a baja temperatura tales como: parafinas, ceras, etcétera.
- Fuegos tipo C: son los producidos directamente por sustancias gaseosas tales como: propano, butano, metano, etcétera.
- Fuegos de tipo D: los generados en metales combustibles tales como: magnesio, sodio, aluminio en polvo, etcétera.

Cualquiera de los tipos de fuego citados pueden producirse en presencia de la corriente eléctrica. Cuando ello ocurría se denominaban fuegos de tipo E, calificación actualmente eliminada en la mayoría de las normativas.

#### **4.7.2.3. Agua**

El agua componente principal de la materia en el planeta Tierra, es el elemento más versátil para la extinción. Es un líquido incoloro, inodoro e insípido en su estado natural hierve a 100 grados Celsius, desprendiendo vapor y se hiela a 0 grados Celsius. Una de sus principales características es su gran capacidad para absorber calor es sus cambios de estado.

En la formación de vapor por contacto con el fuego se produce un efecto de enfriamiento cinco veces mayor que el conseguido por el agua misma. Por tanto, cuanto mayor sea la superficie de contacto con el fuego más fácilmente puede vaporizarse el agua, mayor será la refrigeración que produzca y mayor será su poder de extinción.

Otra propiedad muy importante es el aumento de volumen que experimenta al pasar de líquido a vapor, que a la presión atmosférica, es de 1 700 veces. De manera que un fuego se apagará tanto mejor y se causarán menos daños, cuanto más finamente pulverizada se lance el agua, ya que se vaporizará casi totalmente, produciendo gran refrigeración y generando una gran cantidad de vapor de agua que desplazará el oxígeno del aire, lo que reforzará la extinción por sofocación.

Sin embargo, presenta estas limitaciones como agente extintor:

- Su reacción con ciertos materiales en los que produce la emisión de gases inflamables o bien un aumento de temperatura como, por ejemplo, en los fuegos de sodio, aluminio y explosiones posteriores.

- Su conductividad eléctrica, es decir, su facilidad para permitir a la corriente eléctrica circular por ella.
- Su temperatura de congelación, no pudiéndose utilizar con valores inferiores a los 4 grados Celsius, debido a que experimenta un aumento de volumen que reventaría las conducciones y depósitos, siendo además imposible su impulsión por medios normalmente de extinción.
- Su densidad 1 gramo por centímetro cúbico. Impide utilizarla en incendios de combustibles líquidos ligeros, puesto que al tener estos una menor densidad se depositará en el fondo del recipiente y este seguirá ardiendo, pudiendo incluso derramarse por sobrellenado, aumentando la superficie del foco de incendio.

#### **4.7.2.4. Polvo químico seco**

Se encuentra constituido principalmente por bicarbonato sódico o potásico, mezclado con diversos aditivos que impiden la absorción de humedad, lo que evita que el polvo se apelmace en el fondo lo cual impediría la salida del fondo del recipiente a través de la válvula de impulsión.

Sus principales propiedades son: es hidrófugo, no se mezcla con el agua, no es tóxico, pero en grandes concentraciones perjudica considerablemente la visibilidad y puede causar dificultades en la respiración y contaminar equipos delicados. Puede utilizarse en fuegos eléctricos con una tensión de hasta 1 000 voltios. Cuando se lanza polvo químico sobre un incendio, a partir de 100 grados Celsius de temperatura, se produce la disolución química del bicarbonato sódico.

Teniendo en cuenta esta reacción, su actuación como agente extintor produce una acción sofocante, que puede ser considerada de doble efecto, puesto que por un lado forma una costra de carbonato sódico que impide la aportación de oxígeno y, por otro, el dióxido de carbono actúa desplazando el aire, con lo que se disminuye la proporción de oxígeno, en la combustión.

También produce una ligera acción refrigerante que las moléculas de agua pasan a la forma de vapor, con lo que absorben calor de la combustión. Principalmente se utiliza para la extinción de los fuegos de las clases B y C en presencia de electricidad.

#### **4.7.2.5. Anhidrido carbónico CO<sub>2</sub>**

Se denomina también nieve carbónica y su fórmula es CO<sub>2</sub>, en condiciones normales es un gas, pero puede licuarse fácilmente enfriándolo, comprimiéndolo y dejándolo expansionarse nuevamente.

Es 1,5 veces más pesado que el aire, por lo que actúa también por sofocación, desplazando el oxígeno en los incendios. Tiene una ventaja sobre el agua de no ser conductor de electricidad. No resulta tóxico en pequeñas cantidades, pero es asfixiante y puede producir pérdida de conocimiento si se respira en altas concentraciones, debido más a la falta de oxígeno que a su propio efecto tóxico.

Sus efectos como agente extintor se basan en la actuación sobre el oxígeno y en menor medida, por enfriamiento. Las principales limitaciones en su uso son el peligro de reignición que existe en el caso de superficies muy calientes o de rescoldos cuando desaparece de la atmósfera de CO<sub>2</sub>. Está aconsejado para su uso en fuegos de clases A y B o cerca de equipos eléctricos delicados.

### **4.7.3. Unidad 3**

En esta unidad se habla del concepto de seguridad industrial, es necesario conocer los conceptos de accidente y riesgo, así como, la diferencia entre condiciones seguras e inseguras, cuando las condiciones laborales son adecuadas se logra un mejor ambiente de trabajo.

#### **4.7.3.1. ¿Qué es el accidente de trabajo?**

Es todo suceso imprevisto y no deseado que interrumpe o interfiere desarrollo normal de una actividad y origina: lesiones personales, daños materiales o pérdidas económicas.

Otra definición dice, es toda lesión funcional o corporal, permanente o temporal, inmediata o posterior o la muerte, resultante de la acción violenta de una fuerza exterior que pueda ser determinada o sobrevenida en el curso del trabajo por el hecho o con ocasión del trabajo; será igualmente considerado como accidente de trabajo, toda lesión interna determinada por el esfuerzo violento, sobrevenida en las mismas circunstancias. Tomando en cuenta esta definición, se deben presentar las siguientes condiciones, para que un accidente sea considerado como accidente industrial:

- Que ocurra en el horario de trabajo
- Que se relacione con el trabajo que efectúa
- Que ocurra en el sitio de trabajo

La mayoría de los accidentes se deben a: actos inseguros y condiciones inseguras. Se hace énfasis en cómo prevenir los accidentes eliminando estas causas.

#### **4.7.3.2. Actos inseguros**

Es la ejecución indebida de un proceso o de una operación, sin conocer por ignorancia, sin respetar por indiferencia, sin tomar en cuenta por olvido, la forma segura de realizar un trabajo o actividad. También se considera como actos inseguros, toda actividad voluntaria, por acción u omisión, que conlleva la violación de un procedimiento, norma, reglamento o práctica segura establecida tanto por el estado como por la empresa, que puede producir un accidente de trabajo o una enfermedad profesional. A continuación se mencionan algunos actos inseguros.

- Realizar una operación sin estar autorizado para ello, no obtener la autorización o no advertir que se va realizar esa operación por ejemplo poner a funcionar un motor sin avisar cuando otro se encuentra haciendo ajustes en él.
- Realizar una operación o trabajar a velocidad insegura (con demasiada lentitud o rapidez).



- Impedir el funcionamiento de dispositivos de seguridad (retirar las guardas protectores o ajustarlas mal y desconectar la iluminación).
- Adoptar una posición o una postura insegura (permanecer o parar bajo cargas suspendidas, levantar objetos muy pesados o levantarlos mal).
- Distraer, molestar, sorprender (juegos de manos, riñas, etcétera).
- No usar equipos de protección personal (lentes, respiradores, guantes, etcétera).

#### **4.7.3.3. Condiciones inseguras**

Es el estado deficiente de un local o ambiente de trabajo, máquina, etcétera o partes de las mismas susceptibles de producir un accidente. Otro concepto de condiciones inseguras puede ser, cualquier situación o característica física o ambiental previsible que se desvía de aquella que es aceptable, normal o correcta, capaz de producir un accidente de trabajo, una enfermedad profesional o fatiga al trabajo.

#### **4.7.3.4. Estudio o análisis de los accidentes**

- Análisis de los accidentes: separa las partes de un todo y las recombina. Si separo y tengo una serie de casilleros veo si algo entra o sale, me sirve para realizar un análisis macroestadístico. Se consideran los distintos factores del accidente y permite tener una idea global.

- Forma del accidente: es la manera con que la persona entró en contacto con la fuente de la lesión. Hay diferentes formas que pueden ser caídas de un mismo nivel cuando se va caminando y se cae, de diferente nivel donde se cae de un piso a otro. Se puede ser golpeado por un objeto, recibir lesiones e intoxicaciones.

#### **4.7.4. Unidad 4**

En esta unidad se hablará acerca de los trabajos de altura y trabajos en espacios confinados, estos trabajos son catalogados de alto riesgo y forman parte de las actividades diarias en los centros de trabajo, por tal razón es necesario prevenir informar a los trabajadores.

##### **4.7.4.1. Trabajos de altura**

Se considera trabajo en altura todas aquellas operaciones que se realicen por encima de 1,5 metros del nivel del suelo. Históricamente este tipo de trabajos han supuesto uno de los mayores problemas en lo que a seguridad se refiere debido a que las consecuencias suelen ser graves, muy graves o mortales. Como en la mayoría de los accidentes, se pueden englobar las causas en dos grandes grupos.

- Causas humanas
- Causas materiales

El riesgo principal o el que suele darse con mayor frecuencia y que implica consecuencias de mayor gravedad es el de: caídas a distinto nivel, no obstante debido a la gran variedad de trabajos que se realizan en altura, se pueden añadir prácticamente cualquier otro tipo de riesgo, por ejemplo:

- Sobreesfuerzos
- Contactos eléctricos directos e indirectos
- Exposición a contaminantes químicos o biológicos
- Caídas al mismo nivel
- Golpes o cortes en las manos
- Caídas de objetos
- Exposición a temperaturas extremas

Las distintas medidas preventivas asociadas a los equipos más comunes en trabajos en altura, escaleras de mano.

Las normas en el empleo de las escaleras de mano son sencillas, ya que el uso de las escaleras también es muy simple y quizás por este motivo existen una gran cantidad de accidentes graves debido a la mala utilización.

A continuación se detallan algunas reglas importantes para evitar accidentes al utilizar escaleras:

- Las escaleras de mano deben sujetarse a un lugar fijo (preferentemente de la parte superior de la escalera) y deberá sobrepasar al menos 1 metro del lugar donde se quiere llegar.
- Las bajadas y las subidas se realizarán siempre de frente y con las manos libres.
- Para una colocación de las escaleras, es importante que la inclinación de las escaleras sea entre 15-20 grados Celsius y la separación con respecto a la pared sea de 1/4 de la longitud de la escalera.
- Las escaleras deben apoyarse sobre suelos estables, contra una superficie sólida, fija y de forma que no se pueda resbalar ni puedan bascular.
- Impedir que las escaleras dobles se deslicen, por medio de cadenas, cuerdas elementos resistentes. No usar nunca el último peldaño.

## Andamios

Los elementos que inciden en la elección de un andamio son:

- Seguridad para el trabajo
- Fácil montaje y desmontaje
- Fáciles de adaptar al trabajo
- Guía para la mejora en la gestión preventiva 5

Cuando se utilizan andamios de cualquier tipo se debe tener presente lo siguiente:

- No se utilizarán para alturas superiores a 6 metros.
- La máxima separación entre puntos de apoyo será de 3,50 metros.
- Para altura de caídas superiores a 2 metros dispondrán de barandilla perimetral.
- La anchura mínima de la plataforma será de 0,60 metros.
- El conjunto será estable y resistente.
- Deberán ser capaces de soportar los esfuerzos a los que se les deba someter durante la realización de los trabajos.
- Deberán constituir un conjunto estable.
- Deberán formarse con elementos que garanticen el acceso y la circulación fácil, cómoda y segura por los mismos, así como, disponer de cuantos elementos sean necesarios para garantizar la seguridad de los operarios durante la ejecución de los trabajos.

- Las plataformas de trabajo deberán protegerse mediante la colocación de barandillas rígidas a 90 centímetros de altura en todo su perímetro y formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié y, que garanticen una resistencia mínima de 150 kilogramos/metro lineal.
- La anchura mínima de la plataforma será de 60 centímetros (3 tablones de madera de 20 centímetros o 2 planchas metálicas de 30 centímetros de anchura) debiendo fijarse a la estructura tubular de tal forma que no pueda dar lugar a girar, deslizamientos o cualquier otro movimiento peligroso. Ver apéndice 4.

#### Trabajos en los que se utilicen equipos y protección personal

Dependiendo del trabajo a realizar, las técnicas a utilizar pueden ser muy variadas, algunas incluso sólo aptas para especialistas ya que provienen del mundo de la escalada siempre que sea posible será preferible a la utilización de protección personal. Dependiendo del tipo de trabajo y cubierta, se utilizan diferentes tipos de protección:

A continuación se mencionan algunas normas de seguridad que el trabajador debe cumplir:

- Examinar detenidamente la cubierta para conocer su estado.
- Disponer de caminos de circulación seguros.
- Uso del arnés de seguridad en buen estado, sujeto a puntos fijos y resistentes.

- Nunca realizar trabajos en cubiertas estando solo.
- No trabajar sobre cubiertas cuando sople viento superior a 50 kilómetros/hora.
- Suspensión de los trabajos en caso de heladas, lluvias o nevadas.
- Evitar desplazarse con carga en las manos.
- Uso de calzado adecuado antideslizante.
- Utilizar arneses de seguridad junto a dispositivos antiácidos.

#### **4.7.4.2. Ingreso a espacios confinados**

Espacio confinado es aquel lugar con aberturas limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable, en el cual pueden acumularse contaminantes químicos, tóxicos o inflamables, tener una atmósfera con deficiencia de oxígeno, producirse una inundación repentina y que no está diseñado para una ocupación continuada por parte del trabajador.

A continuación se mencionan algunos de los principales riesgos cuando se trabaja en espacios confinados.

- Intoxicaciones por la acumulación de gases y vapores.
- Accidentes de tráfico (atropellos).
- Riesgos mecánicos: quedar atrapados, choques y golpes, etcétera.

- Electrocución: contacto con elementos en tensión.
- Caídas a distinto nivel (por deslizamiento).
- Caída de objetos al interior mientras se está trabajando.
- Fatiga física por sobreesfuerzos o posturas inadecuadas.
- Quemaduras químicas o térmicas.
- Ambiente físico inadecuado: calor, frío, ruido, vibraciones (martillo neumático) e iluminación deficiente.
- Desprendimiento de estructuras.
- Mordedura de roedores.

Para los trabajos en espacios confinados hay que tener control sobre los riesgos específicos a continuación se mencionan algunos de ellos.

- Riesgo de asfixia por insuficiencia de oxígeno: cuando la concentración de oxígeno es inferior a 19,5% de O<sub>2</sub>.
- Riesgo de intoxicación por inhalación de contaminantes: cuando la concentración ambiental de cualquier sustancia, supere sus correspondientes límites de exposición ejemplo: formación de H<sub>2</sub>S (sulfuro de hidrógeno y NH<sub>3</sub> (amoniac) su formación es natural.



- Riesgo de explosión o incendio: cuando la concentración de gases o vapores inflamables supera el 10% de su límite inferior de explosividad (L.I.E.). si se tiene control sobre los trabajos se puede correr el riesgo de incendio o explosión.

Mediante el de entradas en recintos confinados, se intenta conseguir que las intervenciones en dichos recintos, esté precedida por una evaluación de los riesgos que puedan presentarse durante la permanencia en su interior y se garantice la adopción de las medidas preventivas más adecuadas en cada caso, teniendo en cuenta los trabajos a realizar:

- Permiso de entrada por escrito
- Realizar sólo las entradas estrictamente necesarias
- Información de las características del recinto, posibilidad de inundaciones

Los permisos de entrada por escrito tienen como finalidad garantizar que se han adoptado las medidas fundamentales para desarrollar de forma segura los trabajos en los recintos confinados. Ver apéndice 2.

Desde el exterior y antes de entrar en el recinto confinado es necesario evaluar la peligrosidad de la atmósfera interior. Para ello, se deben realizar mediciones de gases y vapores (inflamables, tóxicos, explosivos o falta de oxígeno), desde el exterior o desde una zona segura en el interior del recinto. Obtenidas las mediciones se adoptan las medidas para realizar el trabajo en el interior del recinto de manera segura.

Cuando se están realizando los trabajos en el interior del recinto confinado deben continuar las mediciones, hasta la finalización de los mismos. La vigilancia desde el exterior deberá ser permanente mientras haya personal en el interior.

El personal del interior debe estar en comunicación continua con el del exterior el equipo de trabajo deberá estar compuesto al menos por dos personas, como norma general se deberán seguir las siguientes recomendaciones:

- Favorecer siempre lo máximo posible la ventilación natural del recinto.
- Aplicar ventilación forzada siempre que: la ventilación natural no sea satisfactoria.
- No ventilar nunca con oxígeno, debido al riesgo de incendio que implica.
- Utilizar el equipo de protección personal en especial el equipo de protección respiratoria.

Los trabajadores deben recibir información y formación acerca de los posibles riesgos que puedan derivarse de los trabajos realizados en el interior de recintos confinados y especialmente en:

- Procedimientos de trabajo específicos.
- Identificación de riesgos.

- Utilización de equipos (equipos de protección individual, de medición, de comunicación y de extinción de incendios).
- Procedimientos de actuación en caso de emergencia.

#### **4.7.5. Unidad 5**

En este apartado se hablará de los riesgos al manipular productos químicos, es sumamente importante que las personas puedan identificar los productos químicos, con base en los diferentes sistemas de rotulado y hojas de seguridad allí se indican claramente las medidas y equipo de protección necesarios para una manipulación segura.

##### **4.7.5.1. Almacenaje de productos químicos**

En el manejo de productos químicos, deberán utilizarse elementos de protección personal que se ajusten a lo requerido en la etiqueta de identificación del producto. Los equipos deberán ser proporcionados en el lugar de trabajo, en todos los casos la información de la etiqueta deberá estar en español e inglés. En términos generales, los elementos de protección personal consistirán en:

- Ropa de trabajo resistente a la penetración del producto químico
- Protección adecuada de la cabeza por encima de los hombros
- Protección de la cara (vías respiratorias y ojos)
- Guantes

- Calzado adecuado
- Equipos de ventilación si fuera necesario

Deberá disponerse de un lugar adecuado y específico para guardar el equipo utilizado, luego de su higienización. A continuación se detallan algunas normas de seguridad que deberán cumplir las personas del lugar.

- Queda prohibido el trabajo de menores de edad en tareas que implique el manejo de productos químicos.
- Queda prohibida la utilización de productos químicos por mujeres que declaren su estado de gravidez. Durante el período de lactancia, la madre trabajadora deberá evitar la manipulación de esos productos.
- En cualquier caso deberá atenderse en forma prioritaria, los períodos de espera recomendados por el fabricante del producto químico aplicado, antes de ingresar a la zona tratada. Estas zonas deberán estar claramente identificadas, dando el aviso correspondiente a los trabajadores que desarrollan actividades en el área.
- Queda prohibido la ingesta de alimentos y bebidas, así como, fumar durante y después de la manipulación de estos productos.
- Los productos químicos deberán almacenarse en locales especialmente destinados a tal fin.
- Deberá tenerse a la mano el archivo con la hoja de seguridad del producto químico (MSDS).

#### 4.7.5.2. Primeros auxilios

Atención para pacientes con diarrea son deposiciones sueltas más de 3 veces en 24 horas.

¿Qué hacer?

- Dar a beber abundante agua limpia u otra bebida sin alcohol.
- Dar suero oral si tiene los sobres o prepárelo usted en casa.
- Continuar la lactancia con los bebés y la alimentación normal del niño y del adulto.
- Si el niño está inmóvil, con la piel y la lengua secas, ojos hundidos, llévelo rápido al centro de salud, ya que está muy deshidratado y su vida corre peligro.
- Si la diarrea es con sangre y vomita, llévelo rápido al médico.
- Picaduras y mordeduras.
- Picaduras.
- Intente extraer el aguijón de la abeja. Lave bien la zona afectada con agua y jabón.
- Traslade al paciente al centro de salud para verificar que todo esté bien.

- Mordeduras de serpiente.
- Afloje o quite la ropa que le pueda apretar en caso de que se hinche la zona mordida.
- Trate de inmovilizar la extremidad mordida y trate de mantenerla a un nivel inferior que el resto del cuerpo, si es posible.
- Trasládelo urgente al centro de salud más cercano.

#### Otras mordeduras

- Verifique que el animal no tenga rabia u otra enfermedad, controle posibles sangrados y traslade al paciente hasta el centro de salud más cercano.

#### Intoxicaciones

- Si la intoxicación se debe a alimentos, alcohol o medicamentos ingeridos recientemente y la persona está consciente, provocar el vómito, metiendo los dedos en la boca.
- Si se trata de algún insecticida o producto desconocido, no dar a beber nada, ni provoque vómito. Trasladar lo más rápido posible al centro de salud.
- Si la intoxicación es en la piel o en los ojos, lavar sin frotar a la víctima con abundante agua y luego trasladar al centro de salud.

- Llevar hasta el centro de salud los recipientes de los productos que hayan ocasionado la intoxicación.

#### Fiebre alta o calentura

- Para bajar la fiebre, aplique toallas húmedas en el cuerpo. Si esto no funciona, la persona podría tomar una ducha.
- Dar a la persona una medicación que reduzca la fiebre, por ejemplo: acetaminofén, (conocida como panadol o tilenol). No suministrar ningún medicamento que contenga ácido acetilsalicílico.
- Dar a tomar mucho líquido y continuar con la alimentación normal.
- Verificar su temperatura. El rango normal es 36,4 a 37,2 grados Celsius.
- Visitar a un doctor para encontrar y tratar la causa de la fiebre.
- Antes de tratar al afectado recordar siempre usar guantes de látex.

#### Trasporte de heridos

- Si el traslado de enfermos o heridos no se hacen en forma correcta se puede agravar el estado del paciente.
- Si la persona no puede caminar, está inconsciente o sufrió un accidente y no conoce la gravedad de su estado, debe transportarse en camilla, evitando movimientos bruscos.

- Confeccionar camillas con 2 palos largos y ropa, costales, sacos, etcétera.
- Al subir al herido en la camilla evitar movimientos bruscos, sobre todo de la cabeza y la espalda.

#### Heridas

- Lavar la herida con agua y jabón.
- Cubrir la herida con gasa o telas limpias y fijarlas con esparadrapo, tiras de tela o vendas.
- Si la herida es en el vientre o en el pecho y observar órganos vitales de fuera, no tratar de colocar nuevamente en su sitio original.
- Cubrir la herida y los órganos sin presionarlos, con una tela limpia y húmeda.

#### Hemorragias y sangrado

- Detener la hemorragia, colocando un pedazo de tela limpia o gasa (apósito) sobre la herida y presionarla. Poner una venda y fijarla.
- Si continúa sangrando y la herida es en un brazo o una pierna, elevar el miembro lesionado, colocando más vendas sobre las que ya tenía puestas. Si hay heridas en cara, abdomen o tórax no elevar las piernas y brazos.



- Si no se detiene la hemorragia trasladar al herido al centro médico más cercano.
- Recordar siempre utilizar guantes de látex por seguridad.

### Quemaduras

- Alejar a la persona de la causa que provocó la quemadura.
- En las quemaduras de primer grado no se hacen ampollas, se pueden lavar con agua limpia.
- Las quemaduras de segundo grado, presentan ampollas, cubrir con gasas o trapos limpios.
- Hay quemaduras de tercer y cuarto grado, son muy profundas y hay destrucción de la piel.

No poner a las personas que sufrieron quemaduras:

- Gasas
- Pomadas o aceites
- Café
- Pasta de dientes
- Ni ninguna otra sustancia

- Si hay ampollas, no reventar
- Si la quemadura es grave o muy extensa, acudir al centro de salud más cercano.

## Fracturas

### Técnicas de primeros auxilios para fracturas

- Inmovilizar, sin mover la parte afectada y en la posición en la que se encuentre usando cartones, tablas, vendas o tiras de tela.
- Si hay herida con o sin el hueso visible, cubrir con gasa o telas limpias sin presionar. No mover ni intentar meter el hueso.
- Transportarlo al hospital.

Ocurre cuando un hueso se rompe total o parcialmente. Puede causar la caída, un golpe fuerte y, a veces un movimiento de torsión (contracción violenta de un músculo). La mayoría de las veces se requiere una fuerza considerable para que un hueso se rompa, pero en niños y ancianos los huesos son más frágiles, razón por la cual son más frecuentes las fracturas en estas personas.

Estas lesiones solamente pueden poner la vida en peligro si van acompañadas de hemorragia arterial o si comprometen el sistema nervioso, produciendo parálisis como en las fracturas de la columna vertebral.

Las fracturas pueden ser:

Fractura cerrada: es aquella en la cual el hueso se rompe y la piel permanece intacta.

Fractura abierta: implica la presencia de una herida abierta y salida del hueso fracturado al exterior.

Ejemplo:

Cuando un brazo o una pierna se dobla de tal manera que el hueso termina perforando la piel. Las fracturas abiertas son las más peligrosas; estas conllevan el riesgo de infección y de hemorragia.

Las fracturas además pueden ser:

Múltiple: cuando el hueso se rompe en varias fracciones, denominadas esquirlas.

Incompleta: fisura o un leño verde cuando la ruptura del hueso no es total.

Luxaciones

Las luxaciones generalmente son más obvias que las fracturas. Una luxación se observa cuando un hueso se ha desplazado de su articulación. Este desplazamiento es causado, generalmente, por una fuerza violenta que desgarrar los ligamentos que mantiene los huesos en su sitio. Cuando un hueso se sale de su sitio la articulación deja de funcionar.

El hueso desplazado a menudo forma una hinchazón, una prominencia, o una depresión, que normalmente no está presente. Las articulaciones más afectadas son: hombro, codo, cadera, rodilla, tobillo, dedo pulgar, dedo grueso del pie y mandíbula.

En caso de accidente automovilístico es frecuente la luxación de las vértebras cervicales.

### Esguinces

Cuando una persona se tuerce una articulación, los tejidos (músculos y tendones) que están bajo la piel, se lastiman. La sangre y los fluidos se filtran a través de los vasos sanguíneos desgarrados y ocasionan inflamación y dolor en el área de la lesión. Un esguince serio puede incluir una fractura o luxación de los huesos de la articulación. Las articulaciones que se lastiman con más facilidad son las que se encuentran en el tobillo, codo, la rodilla, la muñeca y los dedos. Es posible que la víctima no sienta mucho dolor y continúe sus actividades normalmente, con esto se retarda la recuperación de la articulación y se puede producir una lesión mayor.

### Desgarres musculares

Un desgarre muscular ocurre cuando los músculos o tendones se estiran y se desgarran. Las distensiones a menudo son causadas al levantar algo pesado o al forzar demasiado un músculo. Generalmente, afectan a los músculos del cuello, la espalda, los muslos o la parte posterior de la pierna (la pantorrilla). Algunas distensiones pueden volver a ocurrir, sobre todo las que ocurren en el cuello o la espalda.

#### **4.7.6. Unidad 6**

En este apartado se mencionan los diferentes métodos de actuación a la hora de presentarse una emergencia en planta, entre los escenarios de mayor riesgo se mencionan los incendios en equipos de alta tensión, área de tanques de almacén de hidrocarburos y explosiones en el sistema de aceite térmico.

##### **4.7.6.1. Métodos de actuación en emergencias en planta**

Cuando se dé la notificación de una situación de emergencia, el gerente de planta o el segundo al mando (gerente de operaciones, jefe de turno, operadores) tendrá la obligación de dirigir la situación, siguiendo las indicaciones que a continuación se describen.

- Determinar categoría de emergencia en planta:
  - Incendio por fugas en líneas de aceite térmico
  - Incendio en áreas de tanques de almacén
  - Incendios de origen eléctrico
  - Desastres naturales
  - Derrame de productos químicos
  - Incendios en plantas aledañas
  - Rescate o tratamiento de personal herido
  
- De ser necesario, alertar a las autoridades externas competentes para asistir a la solución de la situación.

- Coordinar y organizar la actividad que solucionara la situación tal como:
  - Aislamiento del área de incendio.
  - Aislamiento de la línea que contiene el fluido.
  - Apagar equipos de bombeo.
  - Corte de la energía eléctrica dentro de la planta en caso de que fuera un incendio de origen eléctrico.
  - Activación de los sistemas de agua-espuma en caso de incendio en el área de hidrocarburos.
  - Avisar al AMM antes de realizar el disparo de emergencia de toda la planta.
  
- Cuando los servicios de emergencia arriben a la planta, el personal de apoyo de la generadora deberá dirigir las acciones para solventar la situación de emergencia. El personal de la planta que no sea evacuado, asistirá en la operación como sea indicado. El gerente de planta será el responsable de controlar el flujo de comunicaciones para asegurar indicaciones e instrucciones apropiadas a todas las autoridades competentes participantes en corregir la situación.
  
- Luego de las instrucciones dadas por los servicios de emergencia en el sitio o en el caso de que el gerente de planta considere que no se puede controlar la situación, el personal de planta evacuará el lugar solamente después de desactivar todos los sistemas operativos con excepción de los sistemas de emergencia, antes de abandonar el lugar todos acudirán al punto de reunión designado para llevar a cabo el conteo de personas.

#### **4.7.6.2. Medidas de emergencia**

Las siguientes medidas deben llevarse a cabo durante una emergencia dependiendo del tipo de situación que se presente:

- Incendio por fugas en las líneas de aceite térmico

Al momento de detectarse un incendio que involucre parte del sistema de aceite térmico se deben activar las alarmas contra incendio, se informará de inmediato al jefe de turno para que efectúe las maniobras de cierre de válvulas con el fin de evitar el paso de aceite por esa línea (aislamiento de línea). Para dicha maniobra es necesario que la persona conozca bien el sistema de tuberías. Si esto no fuera posible se deberán parar de emergencia los motores con orden del ingeniero encargado. Apagar las bombas de circulación y bombas booster de aceite térmico, las calderas y otros equipos del sistema.

- Incendio por ignición de los tanques de hidrocarburos

Se activarán las alarmas contra incendio, el operador indicará el área y tanque afectado, inmediatamente se notificará a las autoridades externas competentes para que se movilicen al lugar, se deberán preparar todos los miembros de las diferentes brigadas en planta, se deberán parar todas las operaciones carga y descarga de combustibles, se procederá a retirar todos los camiones cisternas que puedan estar en un perímetro de 500 metros a la redonda, junto con ello se evacuará al personal que se encuentre cerca de la zona, los bomberos industriales activarán los sistemas de enfriamiento agua-espuma para evitar que los demás tanques y zonas cercanas al lugar se incendien.

Una de las principales causas de incendios en plantas industriales son los trabajos en caliente tales como, corte con pulidora, con equipo de oxicorte o soldadura con arco eléctrico. Ver apéndice 3 permiso para trabajos de soldadura.

- Incendios de origen eléctrico alta y baja tensión

Se deben activar las alarmas inmediatamente, el operador de turno deberá identificar e informar a los responsables de la planta el área y tipo de incendio que se desarrolla, en el caso de un incendio por causas eléctricas se deberán tomar medidas especiales para combatirlo entre ellas figuran:

- Evitar el uso de agua-espuma.
- Evacuar inmediatamente el sitio y dirigirse a los puntos de encuentro.
- Desconectar la energía de todos los equipos auxiliares, aislar la planta del interruptor principal. Desactivar todos los equipos generadores de electricidad.
- Avisar a las autoridades competentes que se movilicen al lugar.
- Informar al AMM antes de realizar el disparo de emergencia de toda la planta.

Debido a que el agua tiene propiedades parecidas a las de un conductor eléctrico, nunca se debe utilizar para combatir fuegos de esta naturaleza, siempre se debe utilizar equipos de polvo químico seco o bióxido de carbono.



- Probable explosión de tanques de expansión

La presión interna generada por choques térmicos en las líneas de aceite térmico, es una de las causas por la que puede explotar un tanque de expansión, el condensado se forma en las tuberías por diversas razones válvulas en mal estado, bridas deterioradas, acoples malos, etcétera.

Al pasar aceite a alta temperatura por zonas de condensado se libera una gran cantidad de energía que busca una salida, a este efecto se le llama sobre presión y esta sobre presión puede salir a través del tanque, cuando una situación de esta naturaleza se presente y repercuta en incendios se deberán sonar las alarmas contra incendios para controlar el siniestro.

#### **4.8. Bibliografía**

- Proteccion Association. *Manual contra incendios de la NFPA 2009*.
- *Manual de Seguridad en el trabajo*. España: MAPFRE, 2005. p. 157 – 193.
- *Manual del bombero. Técnicas de actuación en siniestros*. España: MAPFRE, 2005. p. 19 – 113.

#### **4.9. Programación del curso**

En este apartado se da la programación de las diferentes actividades para el desarrollo del curso de capacitación en materia de seguridad industrial. En la figura 67 se presenta la programación del curso de capacitación para los trabajadores de la planta Gesur.

Figura 67. Programación de capacitación en planta Gesur

Programacion para el curso prevencion de reisos en planta Gesur Inicio 02/02/2009 finalizacion 27/02/2009																										
Id	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	Duracion dias	1 ra semana					2 da semana					3 ra semana					4ta semana						
					2	3	4	5	6	9	10	11	12	13	16	17	18	19	20	23	24	25	26	27		
1	Unidad 1	02/02/2009	06/02/2009	5	■	■	■	■	■																	
2	Unidad 2	09/02/2009	12/02/2009	4						■	■	■	■													
3	Evaluacion 1-2	13/02/2009	13/02/2009	1											■											
4	Unidad 3	16/02/2009	17/02/2009	2											■	■										
5	Unidad 4	18/02/2009	19/02/2009	2													■	■								
6	Evaluacion 3-4	20/02/2009	20/02/2009	1																■						
7	Unidad 5	23/02/2009	24/02/2009	2																	■	■				
8	Unidad 6	25/02/2009	26/02/2009	2																			■	■		
9	Evaluacion Final 5-6	27/02/2009	27/02/2009	1																						■

Fuente: elaboración propia.

#### 4.10. Resultados

Al curso acudieron un total de 20 personas, de los cuales todos participaron desde el comienzo hasta la finalización, el promedio de notas estuvo arriba de 70 puntos. Por lo que se puede apreciar que las personas si se esforzaron por obtener un buen resultado en la tabla LVII se puede apreciar la lista de personas que participaron en el curso juntamente con la nota de la unidad final.

Tabla LVII. **Notas finales y asistencia al curso**

<b>No.</b>	<b>Nombre</b>	<b>asistencia</b>	<b>Nota evaluación final 100 Puntos</b>
1	Daniel Godoy	80 %	65
2	Levy Palacios	80 %	70
3	Guillermo Chanchavac	90%	63
4	Sergio Román	90%	85
5	Estuardo Román	90%	75
6	Esteban Martines	80 %	68
7	José Monzón	90%	70
8	Gianni Aroche	80 %	85
9	Fabio Trujillo	90%	90
10	William Santos	80 %	68
11	Carlos García	90%	72
12	Eleuterio Gomes	90%	62
13	Freddy Orozco	80 %	70
14	Juan Sucup	80 %	60
15	Mario País	100%	80
16	Gustavo Adolfo Agustín	100%	85
17	Roberto Vera	80 %	76
18	Gerardo Itzep	80 %	68
19	Jairo Najarro	80 %	65
20	Manuel Lux	100%	75

Fuente: elaboración propia.

En la figura 68 se muestra una evaluación realizada durante el curso y al grupo de participantes realizando una práctica de bomberos.

Figura 68. Prueba específica curso de capacitación 2009

EXAMEN DE CURSO DE CAPACITACION  
DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL  
CURSO BASICO DE PRIMEROS AUXILIOS

7.2

Nombre: Manuel Lux Rodríguez  
Código: 4049 Fecha: 25/02/2009  
Puesto de Trabajo: Bodeguero Planta: G. 2

Instrucciones: Lea atentamente y responda las siguientes preguntas.

1. Describa los pasos a seguir para atender a una persona que presenta fracturas en el cuerpo, y que materiales se pueden utilizar para inmovilizarlo.  
Chequear si tiene fractura interna o expuesta, o si tiene hemorragia para detener antes la sangre. materiales: madera, cartón, cartulina, pañuelos, el dincho
2. Mencione los dos tipos de fracturas que hay, describa cada una de ellas:  
interna: fractura que no visualidad de hueso. Externa: se ve la quebradura (el hueso) y existe sangrado.
3. Mencione el procedimiento para atender las picaduras y mordeduras de animales:  
identificar que tipo de animal sea, llevarlo al centro médico inmediatamente N/2
4. Mencione los tipos de intoxicaciones más comunes que existen:  
por gases, químicos (Ethiner, Deltrom), medicamentos, Alcohol
5. Que haría usted para atender un paciente que presenta intoxicación por alcohol o medicamentos:  
identificar que medicamento se trata e indicárselo a los paramédicos. Nada más, mantenerlo con aire fresco, si tenía en shock aplicar RCP.
6. Describa los pasos a seguir para atender a una persona con fiebre y alta temperatura.  
se debe bajar la temperatura a + 0 - 36.5 o 37.5 con hielo cubierto con trapo (para no ocasionar quemadura y hielo) abundante agua, en su estado medio ambiente y quitándole ropa.  
Todo tipo de atención se debe hacer con la debida precaución y protección personal, y llamar antes a los paramédicos

Continuación de la figura 68.

7. Cuales son las formas de transportar a un paciente, mencione por lo menos cuatro de ellas.  
Camilla Halar de la camisa de la parte de atras (arrastrado) Sillas humanas,

8. Cuales son los cuatro tipos de lesiones que afectan a los huesos, tendones y ligamentos. Quemaduras, fracturas, externas, internas

9. Defina con sus propias palabras la diferencia entre signo y sintoma  
signo: lo que identifica las reacciones del paciente  
Sintoma: reaccion por lo ocasionado por el accidente

II. Serie.

Instrucciones: responda falso o verdadero en las siguientes preguntas.

Utilice F si es falso y V si es verdadero

1. RCP significa respiración Cardiopulmonar V

2. Cuando una victima tiene fracturas graves se puede mover F

3. ABC significa abrir vías respiratorias, verificación de la respiración, y control de la circulación V

Fuente: elaboración propia.

Antes de la capacitación, el conocimiento sobre medidas de seguridad era bastante bajo, esto afectaba a la mayor parte de personas, ya que se desconocían en grandes proporciones los riesgos dentro del lugar, así como, la forma de evitarlos o minimizarlos. La eficiencia de un programa de seguridad industrial se ve reflejada en la medida en que se emplean los recursos asignados y estos se invierten en la reducción y eliminación de riesgos y el mejoramiento de las condiciones de trabajo.

La siguiente fórmula es un indicador de eficiencia, el cual tiene como fin reflejar la proporción de trabajadores beneficiados con la ejecución del programa de capacitación.

$$TB = (TTB / TT) * 100$$

Donde:

TTB = total de trabajadores que se benefician con el conjunto de medidas tomadas.

TT = total de trabajadores de la planta

TTB = 20 personas

TT = 45 personas

$$TB = (20 / 45) * 100 = 44\%$$

Del total de personas que laboran en la planta, 20 recibieron completamente el curso y aprobaron con un promedio de 70 puntos y representan el 44% del total de personas, el otro 56 por ciento no pudo asistir ya que no se podían descuidar las operaciones de la planta.

En la figura 69 y 70 se muestra una de las prácticas con equipo de bombero, realizada dentro de las instalaciones del establecimiento industrial

Figura 69. **Práctica realizada para el combate de incendios realizada durante el curso de capacitación 2009**



Fuente: planta Gesur. Amatitlán.

Figura 70. **Práctica para el combate de incendios utilizando dos mangueras, curso de capacitación 2009**



Fuente: planta Gesur. Amatlán.





## CONCLUSIONES

1. El número de equipos sustituidos por daño fueron: en el taller G1 se cambio una manguera, en la caldera 2 una manguera, en la generadora 2 un extinguidor BC de 100 libras, en el área del motor 11 un extinguidor BC de 10 libras y en el área de tanques de almacén un extinguidor ABC de 10 libras.
2. Con base en las bajas concentraciones de oxígeno medidas sin ventilación, se logró mejorar la concentración al aplicar ventilación forzada en los espacios confinados, manteniendo niveles permisibles (21% de oxígeno) por tiempos prolongados.
3. El caudal necesario para controlar un incendio en tanques de almacén cuya área superficial es de 377 metros cuadrados es de 3 500 galones por minuto, por lo que se utilizarán 6 monitores de 500 galones por minuto y con un alcance horizontal de 60 metros y una presión de 80 libras por pulgada.
4. El tiempo calculado para un incendio de bunker cuyas propiedades de: calor de combustión de 42 875 kilojoules/kilogramos, calor latente de vaporización de 348,9 kilojoules/kilogramos, temperatura de ebullición 220 grados Celsius, calor específico a presión constante 2 092 kilojoules/kilogramos por grados Celsius), densidad de 967 kilogramos/metro cúbicos y presión de vapor 4 190 kilopascales, es de 38,76 horas.

5. El área afectada por un incendio de forma cilíndrica vertical en tanques de almacén abarca el 25% del área total, perteneciendo al grupo 1 incendios de larga duración, categoría C.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda reestructurar la misión de la organización, debe quedar claro lo que la organización quiere hacer, qué quiere alcanzar y para quién lo va a hacer. A continuación se detalla la reestructuración de la misión de la planta Gesur.
  - Atender las necesidades energéticas de la sociedad proporcionando a los clientes electricidad y servicios de calidad, al mismo tiempo conservar nuestros recursos naturales y a nuestros empleados brindar la posibilidad de mejorar la calidad de vida de sus familias.
  
2. Se recomienda reestructurar la visión de la organización, debe quedar claro el camino que la organización debe seguir a lo largo del tiempo, a continuación se detalla la reestructuración de la visión de la planta Gesur.
  - Ser una empresa líder en servicios y proyectos energéticos en toda Guatemala, distinguirnos por brindar a nuestros clientes energía confiable y de alta calidad, a nuestros empleados ofrecer oportunidades de desarrollo personal y en un futuro disminuir el consumo de hidrocarburos.

3. El Departamento de Seguridad Industrial debe continuar con el programa de capacitación para todo el personal del centro de trabajo, deberá formarse e informarse a los trabajadores que no pudieron asistir al inicio del programa, es necesario que todo el personal reciba esta capacitación para apoyar y fomentar una verdadera cultura preventiva que debe incorporarse en todos los niveles de la organización.
4. Se recomienda que el plan de contingencia sea evaluado constantemente, toda modificación o ampliación de la planta debe actualizarse en los planos, todo miembro de las brigadas deberá ser capacitado constantemente para estar preparados ante cualquier emergencia.
5. Se recomienda realizar los mantenimientos en las fechas correspondientes a cada equipo, la base de datos deberá ser actualizada constantemente. Cada vez que se envíen extintores a servicio, los lugares vacíos deberán ser llenados con extintores provisionales de la misma capacidad y agente extintor, no está permitido en ningún momento dejar desprotegida un área.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. [en línea] <http://www.insht.es>. [Consulta: 23 de agosto de 2008].
2. Instituto Argentino de Normalización. *Manual contra incendios de la NFPA 2008*. 5a ed. Argentina: IAN, 2008. 50 p.
3. Kletz Trevor. *Desastres en plantas con procesos químicos ¿Cómo evitarlos?* 10a ed. España: McGraw-Hill, 2008. 36 p.
4. *Manual de Seguridad en el trabajo*. España: MAPFRE, 2005. ISBN: 847100-961-0. 1260 p.
5. National Fire Protection Association. *NFPA 30. Código de líquidos inflamables y combustibles*. USA: NFPA, 2006. 47 p.
6. \_\_\_\_\_. *Norma NFPA 10 para extintores portátiles contra incendios*. USA: NFPA, 2007. 29 p.
7. \_\_\_\_\_. *Norma NFPA 101 código de seguridad humana*. USA: NFPA, 2008. 52 p.

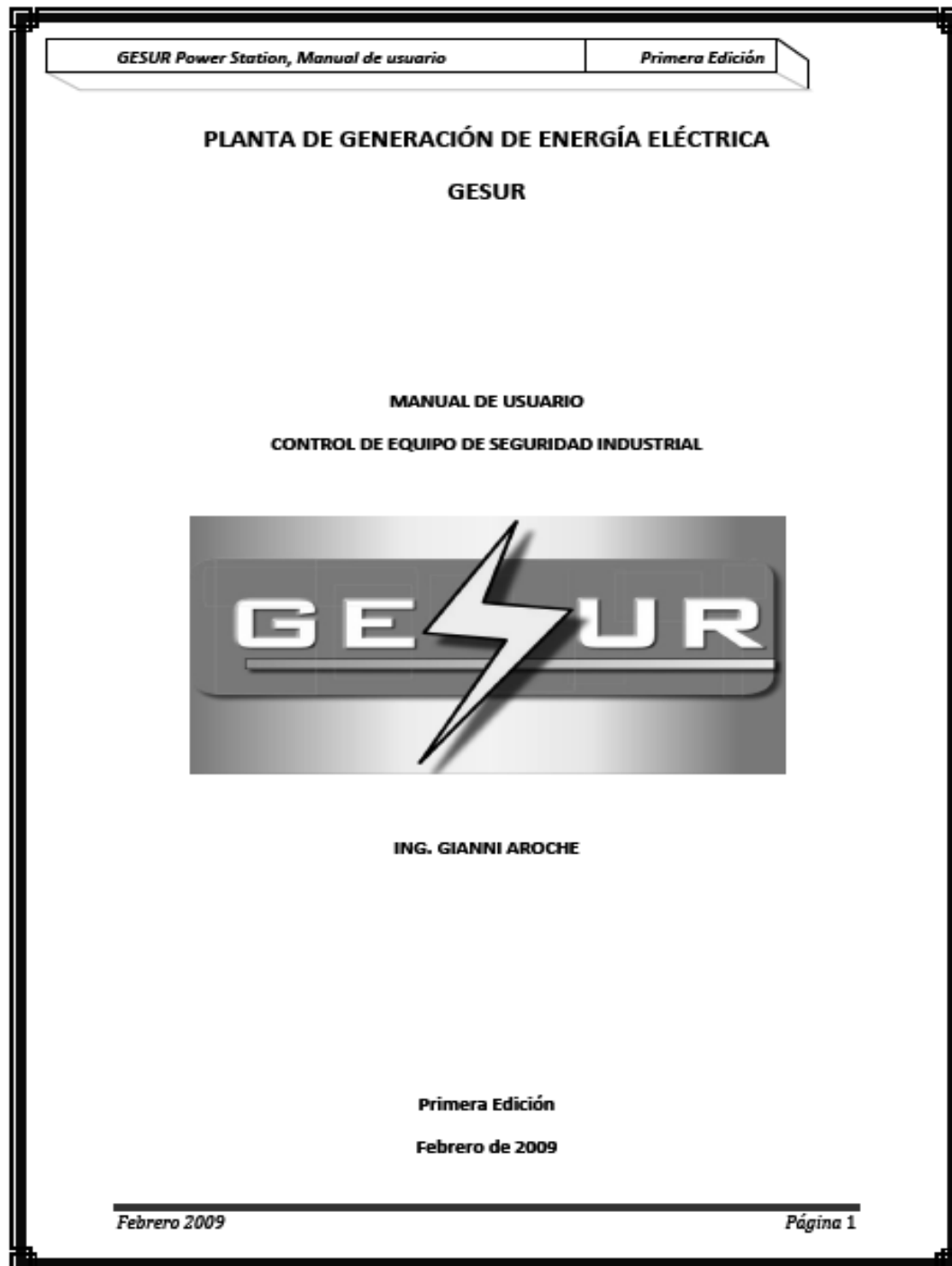


## **APÉNDICES**

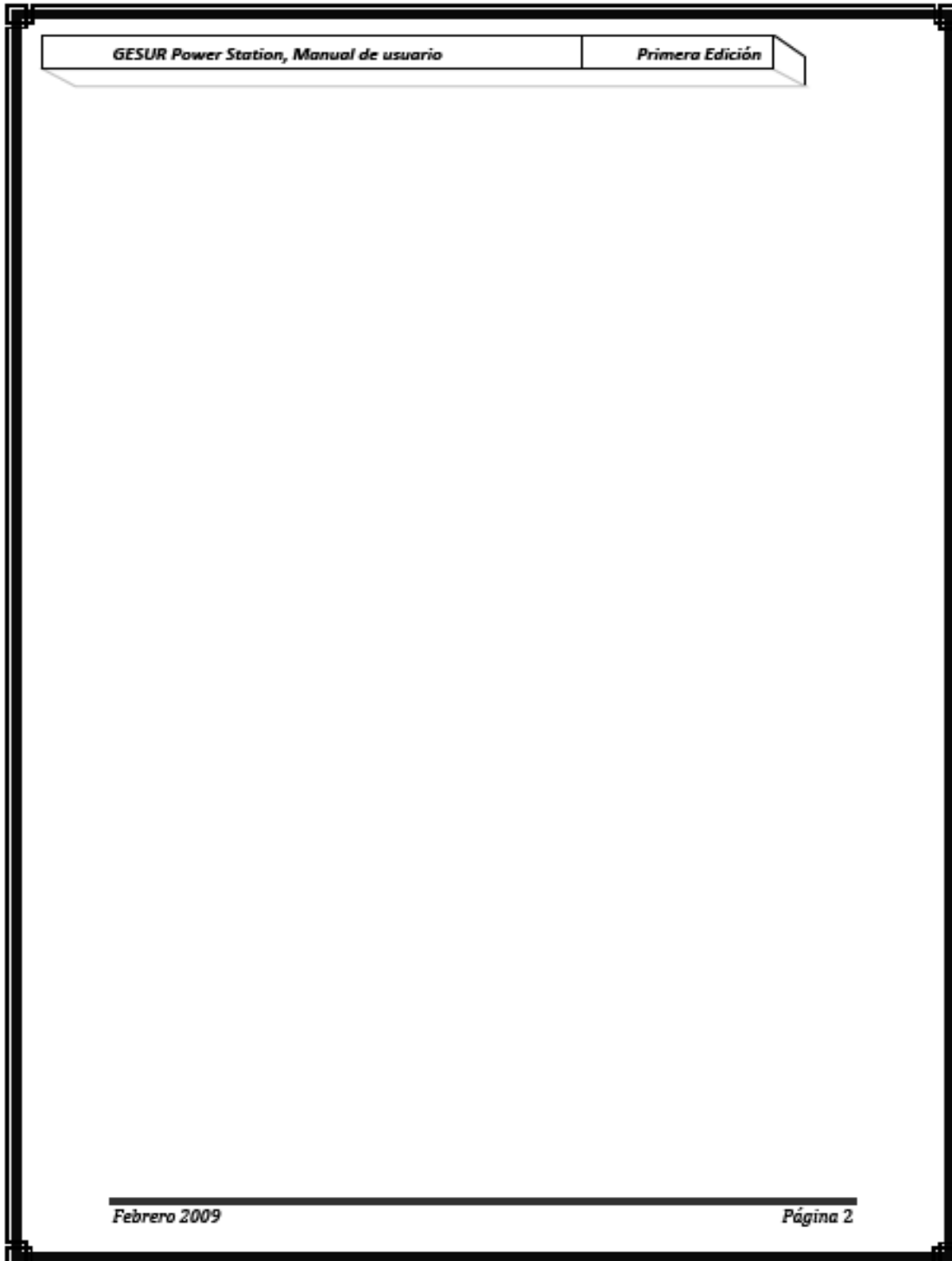




Apéndice 1. **Manual de usuario**



Continuación del apéndice 1.



Continuación del apéndice 1.

<i>GESUR Power Station, Manual de usuario</i>		<i>Primera Edición</i>
<b>ÍNDICE</b>		
<b>INTRODUCCIÓN</b>		<b>4</b>
<b>OBJETIVOS</b>		<b>5</b>
<b>MANUAL DE USUARIO</b>		<b>6</b>
<b>EXTINTORES</b>		<b>8</b>
<b>MONITORES</b>		<b>10</b>
<b>MANGUERAS</b>		<b>11</b>
<b>EDUCTORES</b>		<b>11</b>
<b>ALARMAS CONTRA INCENDIOS</b>		<b>11</b>
<b>CONCLUSIONES</b>		<b>12</b>

---

*Febrero 2009* *Página 3*

Continuación del apéndice 1.

## INTRODUCCIÓN

Por simplicidad se ha determinado la utilización de las herramientas proporcionadas por Microsoft Office en su versión 2007, dado que son genéricas y las podemos encontrar en la mayoría de los equipos utilizados dentro de la planta, haciendo que su movilidad sea bastante amplia.

Este control proporciona una asistencia al administrador o supervisor de seguridad industrial, ayudándolo en el desenvolvimiento de sus tareas de control y supervisión del equipo aquí propuesto. La base de datos está enfocada en métodos estadísticos para determinar el movimiento de dicho equipo y su control de uso.

Así también esta base ayuda al encargado de seguridad, a poder determinar ya sea por criterio propio, como por pronósticos las acciones a tomar sugeridas dentro de la base de datos. Sin embargo es necesario recalcar que es una base de asistencia administrativa, por lo cual orienta de una manera impersonal las decisiones a tomar, cosa que en la vida real, es necesario tomar en cuenta los factores externos y las personas afectadas para llegar a una decisión más exacta.

A continuación se detallara el manejo básico de la base de datos, el control, así como una inducción para poder interpretar cada uno de los resultados mostrados.

Continuación del apéndice 1.

<i>GESUR Power Station, Manual de usuario</i>	<i>Primera Edición</i>
---	------------------------

**OBJETIVOS**

**GENERAL**

Apoyar en el proceso de control y toma de decisiones al administrador de seguridad industrial, dotándolo de una herramienta que ayude a determinar y confeccionar los planes para la reducción de riesgos, planes de contingencia y medidas administrativas dentro de la planta de generación eléctrica GESUR.

**ESPECÍFICOS**

- Desarrollo de una base de datos que lleve el control de los equipos utilizados contra incendios dentro de la planta de generación eléctrica.
- Que el encargado del equipo de seguridad comprenda de manera básica la utilización de la base de datos.
- Interpretación de las acciones propuestas por la base de datos para la toma de decisiones.

---

*Febrero 2009* *Página 5*


Continuación del apéndice 1.

*GESUR Power Station, Manual de usuario**Primera Edición*

**MANUAL DE USUARIO**

Cuando ejecutamos la base de Excel en primer plano nos encontraremos con un menú principal el cual posee una serie de links que nos llevaran a cada una de las sub-bases indicadas por su nombre, por ejemplo si quisiéramos entrar en la base de datos de los extinguidores es necesario clicar en el menú extinguidores (2), como se muestra en la siguiente figura.

**MENU PRINCIPAL DE CONTROL DE INVENTARIOS**  
PLANTA DE GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA



Está acción nos llevara directo a la pestaña con el mismo nombre, en nuestro caso extinguidores de una manera más sencilla, simplificando en gran manera, el manejo de nuestra información.

Describiremos cada uno de los menús que aquí se encuentran, explicando uno de ellos dado que los demás son similares y intuitivos en su uso. Posteriormente se orientara en la interpretación de resultados, mostrados como textos de ayuda. No está demás mencionar que detallaremos en este manual el menú extinguidores, como dijimos los demás submenú tienen la misma secuencia.

El submenú que posee la base de datos son:

1. Mangueras
2. Extinguidores
3. Monitores
4. Alarma contra incendios y
5. Eductores.

---

*Febrero 2009**Página 6*

## Continuación del apéndice 1.

La ventana principal también se compone de una descripción breve para que sirva, el logo de la empresa en nuestro caso "Planta de generación de energía eléctrica GESUR". Posteriormente como describimos anteriormente los comandos que contienen links hacia nuestro submenú:

1. Mangueras: Sistema de protección contra incendios a base de agua, son mangueras de alta presión que dentro de la planta operan en un margen de 150 psi, apoyados por dispositivos expansivos "pitón" que aumentan la presión de salida y por ende el alcance.
2. Extinguidores: Equipo utilizado para la protección contra incendios, este equipo puede presentar varias características como por ejemplo su movilidad o el tipo de protección que ofrece para un siniestro determinado, existen por lo general los de CO<sub>2</sub> y los de polvo químico, portátiles y de rodamiento.
3. Monitores: Sistema de protección contra incendios a base de agua, son dispositivos que sirven para proyectar en una mayor cantidad el flujo de agua, son utilizados en aquellos casos que se necesite un flujo alrededor de los 950 galones/min superando la fuerza que un hombre podría ejercer para sujetarlos, de tal manera que es necesario una base fija y anclada para que estos funcionen sin riesgo para el operario.
4. Alarmas contra incendios: Equipo de prevención de desastres, es utilizado ya sea para alertar de un siniestro mayor como el de un accidente. Son equipo de reacción por lo que su fin es minimizar los daños.
5. Eductores: Equipo de apoyo a los sistemas de protección contra incendios a base de agua. Su fin es apoyar inyectando a través del principio de Bernoulli espuma a un determinado porcentaje de concentración y combatir siniestros de tipo ABC, que incluyen material químico y eléctrico.

Como mencionamos todos los equipos anteriores son de reacción, esto nos dice que nos ayudaran a minimizar los daños y combatir los siniestros provocados por diferentes fuentes candentes o inflamables. Para la efectividad es necesario acoplar estos equipos con un programa de prevención y uno de contingencia.



Continuación del apéndice 1.

**EXTINTORES**

El menú extinguidores, presenta los parámetros controlados por la empresa y los sugeridos por el supervisor de seguridad. Dentro del submenú encontraremos principalmente las características de mantenimiento y control de este equipo.

**CONTROL DE EXTINTORES**

**1**

El equipo se encuentra parcialmente cargado es necesario solicitar recargas parciales para poder garantizar la seguridad

Recargar 74 Unidades y revisar 14 Unidades para un 100 % de efectividad

**2**

Unidades recargadas 94 U. 51 % de un total de 183 Unidades

RECARGAR 74 Unidades 40 %

Equipo con fechas vencidas 14 Unidades 8 %

**3**

Promedio de días faltantes para recargas **69 Días** OK

Variación entre las fechas de recarga **159 Días** Margen de error ALTO

Mediana = 113 Días OK

Moda = 198 Días OK

**4**

Total de Extinguidores

Extinguidores llenos

Extinguidores vacíos

Extinguidores vencidos

Extinguidores próximos a recargar

MENU PRINCIPAL

IMPRIMIR

No. Área	Código	Descripción o ubicación del dispositivo	Fecha de vencimiento de recarga	Días con respecto a la fecha actual	Marco de revisión	Alarma	Espeque respecto entre inspección	Peso Lbs.	Observaciones
	GE-05-002P	Botiquín de primeros auxilios	29/09/2011	918 Días	OK	RECARGADO POR OK	ABC	20 Lbs	FUERA DE SERVICIO
	GE-06-001P	Gas lines de separadores y filtros de combustible	05/03/2011	138 Días	OK	OK	ABC	125 Lbs	
	GE-06-001P	Gaslineo a tanques HT001	04/02/2011	47 Días	OK	CARGADO BAJA OBSERVACION	ABC	20 Lbs	Color a señalización
	GE-06-002P	Gaslineo a tanque HT003	10/03/2011	213 Días	OK	RECARGADO POR OK	ABC	20 Lbs	Color a señalización
	GE-06-005P	Gaslineo a tanque HT001	Sin Registro		OK	OK	ABC	20 Lbs	
	PS-04-001P	Planimetro Pictic GE	30/08/2011	336 Días	OK	OK	ABC	15 Lbs	

1. Esta sección mostrara una sugerencia o acción directa a tomar en cuenta, la cual dice, si el equipo se encuentra cargado, dentro de un rango de 95% o mejor, mostrara la siguiente leyenda; **"El equipo de la planta se encuentra cargado dentro de los parámetros permitidos, se puede utilizar asegurando un 5% de error"**, si es menor que 95% pero mayor a 70% nos dirá que **"El equipo se encuentra parcialmente cargado, es necesario solicitar recargas parciales para poder garantizar la seguridad"** y si es menor que el 70% la leyenda será **"No es posible garantizar una reacción segura ante un incendio RECARGAR CON URGENCIA"**. Aquí el administrador de seguridad industrial, podrá sostenerse en una base, para poder tomar una decisión más cautelosa. Seguidamente dentro del mismo recuadro, nos encontraremos con el total de unidades que es necesario recargar y las unidades que hay que mantener un control, para llegar al 100% de efectividad del los extinguidores dentro de la planta.
2. Es otra ayuda en la toma de decisiones, apoyada en métodos estadísticos unitarios, la diferencia en el anterior parámetro, es que está, se basaba en una decisión global, todos los métodos estadísticos y revisiones hechas por el supervisor de seguridad, mientras que está nos muestran una decisión por cada uno de los parámetros, controlado dentro de la base de datos. En ella encontraremos:
  - a. Las unidades recargadas actualmente, el porcentaje que representa y el total de unidades en control.

## Continuación del apéndice 1.

- b. La información de las unidades que son necesarias recargar, cuanto porcentaje representa del total de unidades en control.
  - c. El total de equipos con fechas vencidas de recargas y el porcentaje que representa.
  - d. Las decisiones individuales de cada método estadístico tomado de los datos como en este caso:
    - i. El promedio de las fechas de recargas, en ella tomaremos la idea de que tan cerca está todo nuestro equipo de llegar a sus fechas de recarga y planificar una medida de contingencia
    - ii. Las fecha central es para poder identificar la variabilidad de los promedios aritméticos, con ello determinamos que tan exacta es nuestra muestra en control
    - iii. La variación o dispersión de los datos con respecto a la muestra. Esto nos da el margen de optar, por un programa de mantenimiento y recarga del equipo, con el fin de poder estandarizar más los parámetros tomados en los controles efectuados.
3. En esta sección encontraremos los datos estadísticos necesarios, para poder tomar decisiones basadas en los anteriores cálculos estadísticos. En ella se encuentran contemplados la media aritmética, la variación estándar, la mediana y la moda. Como podemos ver también, se encuentran acompañados cada dato, con un indicador que nos muestra como se encuentra en relación con un parámetro ya preestablecido por el programador.
4. Los comandos o botones de control. Cada uno cumple una función específica, que es apoyada por el filtro que nos proporciona la tabla dinámica de Excel en esta sección podemos ver controles comunes como; el botón de control que nos lleva al menú principal, de impresión y los específicos de cada uno de los submenú. En nuestro caso encontraremos uno que nos muestra el total del equipo, otro que nos da los que se encuentran vacíos, dañados, vencidos, etc. Cada pestaña varía según la necesidad del equipo al que se refiere.

Continuación del apéndice 1.

5. Por último, encontraremos en si la descripción del equipo observado, como por ejemplo; podemos mencionar que la mayoría de los equipos contendrán un código que lo identifica, su ubicación dentro de la planta, la fecha de vencimiento o de revisión (fecha modificable por el supervisor), los días que han pasado desde esa fecha, un campo en el cual podemos ingresar manualmente su estado, por ejemplo si esta descargado ingresaremos el numero 1, si está cargado pero vencido el numero 2 y si se encuentra en optimas condiciones el numero 3. Acompañado a cada descripción de datos tendremos una alarma, esta alarma cambiara indicándonos de manera grafica y por colores el estado del equipo analizado, según lo que hayamos encontrado en la revisión o si el programa determina que es necesario hacer alguna acción, en específico este nos informara. Posteriormente encontraremos el tipo de equipo que es, su peso y en último caso, indicaremos las observaciones que creamos convenientes anotar.

Nos podremos dar cuenta que todos los submenú cambia en colores y alarmas según lo que corresponda de manera automática, ayudando con esto al controlador a poder manejar mejor los datos y determinar las acciones que se crean convenientes.

Mostraremos los demás submenús para tomar en consideración haciendo la salvedad que estos equipos llevan la misma metodología, haciendo de una manera intuitiva su utilización.

**MONITORES**

Codigo	Descripción e ubicación del dispositivo	Fecha de revisión	Promedio	Varianza	Alarma	Observaciones
MON001	Panel de Monitoreo del Sistema de Copia a Discos y Análogo	20/03/09	21 Días	6 Días	Revisión de rutina	
MON002	Panel de Monitoreo del Sistema de Prete a Subestación	20/03/09	21 Días	6 Días	Revisión de rutina	
MON003	Panel de Monitoreo del Sistema de Copia a Discos y Análogo	20/03/09	21 Días	6 Días	Revisión de rutina	

Continuación del apéndice 1.

**MANGUERAS**

CONTROL DE MANGUERAS CONTRA INCENDIOS										TODAS LAS MANGUERAS		Hacer mantenimiento	
Las mangueras se encuentran dentro de un margen de error del 10% de equipo ACEPTABLE				Equipo disponible en caso de emergencia 10 Unidades, 70 % de un total de 28 Unidades		0 Unidades que necesitan mantenimiento 25 %		Para usar siempre use el número que coincide a la derecha		El promedio de revisiones del equipo es de 30 Días		OK	
Completar 4 Unidades y dar mantenimiento a 6 Unidades para un 100 % de efectividad				Promedio= 30 Días		0 Unidades FUERA DE SERVICIO 0 %		1. OK		2. mantenimiento		Revisión de rutina	
Inicio de control 09/09/2010 días con respecto a la fecha de hoy = 02 Días				Varianza = 0 Días		3. Reparar		4. Reparar		La dispersión de los datos muestra un margen de error de 0 Días		Revisar con urgencia	
MENU PRINCIPAL										IMPRIMIR			
Código	Descripción o ubicación del dispositivo	Fecha de revisión	Días con respecto a la fecha de hoy	Estado	Primer Dígito	Segundo Dígito	Alarma	Observaciones	Revisión de rutina	Revisión urgente	TODAS	TOTAL	
01-00-0004	01 Sala de control	09/09/2010	48 Días	OK	1	0	Revisión urgente	0	1	1	0	1	
01-00-0014	01 Sala de control	09/09/2010	48 Días	OK	1	0	Revisión urgente	0	1	1	0	1	
01-00-0014	01 Sala de control	09/09/2010	48 Días	OK	1	0	Revisión urgente	0	1	1	0	1	
01-01-0004	01 Sala de control	09/09/2010	48 Días	OK	1	0	Revisión urgente	0	1	1	0	1	
01-01-0004	01 Sala de control	09/09/2010	48 Días	OK	1	0	Revisión urgente	0	1	1	0	1	
01-01-0004	01 Sala de control	09/09/2010	48 Días	OK	1	0	Revisión urgente	0	1	1	0	1	
01-01-0004	01 Sala de control	09/09/2010	48 Días	OK	1	0	Revisión urgente	0	1	1	0	1	
01-01-0004	01 Sala de control	09/09/2010	48 Días	OK	1	0	Revisión urgente	0	1	1	0	1	
01-01-0004	01 Sala de control	09/09/2010	48 Días	OK	1	0	Revisión urgente	0	1	1	0	1	

**EDUCTORES**

CONTROL DE EDUCTORES CONTRA INCENDIOS										TODOS LOS EDUCTORES		Hacer mantenimiento	
No es posible garantizar una reacción segura ante un incendio ACEGARAR EL EQUIPO CON URGENCIA				Equipo disponible en caso de emergencia 2 Unidades, 50 % de un total de 4 Unidades		0 Unidades que necesitan mantenimiento 0 %		Para usar siempre use el número que coincide a la derecha		El promedio de revisiones del equipo es de 31 Días		OK	
Completar 2 Unidades y dar mantenimiento a 6 Unidades para un 100 % de efectividad				Promedio= 31 Días		0 Unidades FUERA DE SERVICIO 0 %		1. OK		2. mantenimiento		Revisión de rutina	
Inicio de control 09/09/2010 días con respecto a la fecha de hoy = 35 Días				Varianza = 0 Días		3. Reparar		4. Reparar		La dispersión de los datos muestra un margen de error de 0 Días		Revisar con urgencia	
MENU PRINCIPAL										IMPRIMIR			
Código	Descripción o ubicación del dispositivo	Fecha de revisión	Días con respecto a la fecha de hoy	Estado	Primer Dígito	Segundo Dígito	Alarma	Observaciones	Revisión de rutina	Revisión urgente	TODAS	TOTAL	
01-01-0004	01 Sala de control	09/09/2010	48 Días	OK	1	0	Revisión urgente	0	1	1	0	1	

**ALARMAS CONTRA INCENDIOS**

CONTROL DE ALARMAS CONTRA INCENDIOS										TODAS LAS ALARMAS			
El equipo se encuentra disponible dentro de los pámetros permitidos se puede utilizar asegurando un 25% de error				Equipo disponible 15 Unidades, 100 % de un total de 15 Unidades		0 Unidades que necesitan mantenimiento 0 %		0 Unidades FUERA DE SERVICIO 0 %		MENU PRINCIPAL		OK	
Reparar 0 Unidades y dar mantenimiento a 0 Unidades para un 100 % de efectividad				Promedio= 43 Días		0 Unidades FUERA DE SERVICIO 0 %		Unidades sin señalización o con señalización defectuosa 5 para un 33 %		IMPRIMIR		Revisión de rutina	
Inicio de control 09/09/2010 días con respecto a la fecha de hoy = 39 Días				Varianza = 0 Días		3. Reparar		4. Reparar		Revisión urgente		Reparar	
No. Alarma	Ubicación de la alarma	Fecha de revisión	Días con respecto a la fecha actual	ESTADO	Mantenimiento / reparación	Señalización	Alarma	Observaciones	Revisión de rutina	Revisión urgente	TODAS	TOTAL	
01	011 Cuarto de control al fondo	05/09/2010	43 Días	OK	1	0	Revisión urgente	0	1	1	0	1	
02	011 Entrada a presión de oficinas por radiadores	05/09/2010	43 Días	OK	1	0	Revisión urgente	0	1	1	0	1	
03	011 Botón a un costado de la puerta de entrada	05/09/2010	43 Días	OK	1	0	Revisión urgente	0	1	1	0	1	

Continuación del apéndice 1.

<i>GESUR Power Station, Manual de usuario</i>	<i>Primera Edición</i>
---	------------------------

**CONCLUSIONES**

- A través de los sistemas actuales de apoyo en el control de la administración, como lo son los sistemas informáticos el supervisor de seguridad industrial, puede crear herramientas que lo ayuden en la toma de decisiones basadas en métodos numéricos que minimicen el margen de error y garanticen el éxito de la planificación. Con la creación de la base de datos del equipo contra incendios podemos determinar, los tiempos de recarga del equipo, las fechas de revisiones y con ello podemos programar un plan de mantenimiento que se ajuste al tiempo disponible de los trabajadores y de los mínimos requeridos por el fabricante para garantizar la utilización de los mismos de una manera adecuada, entre otras cosas que se pueden llegar a determinar.
- Una base de datos sin la inducción adecuada al personal que la utilizara, es como que no existiera, de esta manera se pretende enseñar de una manera básica, los parámetros que la base de datos controla, ya que esta fue creada pensando en que la persona que está a cargo posee conocimientos básicos de informática y que puede carecer de una capacitación adecuada de equipo de seguridad. No con ello decimos que cualquiera puede manejar dicha base de datos, si no que se puede emplear una persona que tenga el interés de aprender y de ayudar en la mejora constante de la empresa de una manera más adecuada.
- La base de datos proporciona una ayuda en la toma de decisiones concernientes al equipo de seguridad controlada por la misma, pero la decisión final está a cargo del supervisor de seguridad. No se debe de sustituir bajo ninguna condición el criterio humano.

---

*Febrero 2009* *Página 12*

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. Permiso de ingreso a espacios confinados

<b>PERMISO DE INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS</b>		
Fecha: _____	Hora: _____	
Turno: _____	Área: _____	
Duración Estimada: _____		
Descripción del Trabajo: _____		
<b>Auxiliar de Seguridad Industrial y/o Gerente de Seguridad Industrial:</b>		
Después de evaluar el área y verificar que no existen fuentes significativas de riesgo, autorizo la ejecución del ingreso a áreas confinadas.		
Nombre: _____	Firma: _____	
<b>Mecánicos:</b>		
Nombre: _____	Firma de Enterado: _____	
Nombre: _____	Firma de Enterado: _____	
<b>CHECK LIST CONDICIONES DE SEGURIDAD EN INGRESO A AREAS CONFINADAS</b>		
CONCEPTOS	SI	NO
EL MECANICO/ELECTRICO TIENE SU EQUIPO COMPLETO DE PROTECCION PERSONAL Y LO UTILIZA DURANTE EL TRABAJO, (LENTES, GUANTES, BOTAS, ARENES, CUERDA, EQUIPO DE PROTECCION RESPIRATORIA)		
SE ENCUENTRA EL AREA DELIMITADA CON CINTA DE PRECAUCION		
LAS TAREAS SE EJECUTAN BAJO LA SUPERVISION DE UN RESPONSABLE DE LA ACTIVIDAD		
EL AREA DE TRABAJO ESTA LIMPIA Y NEUTRALIZADA ANTES DE INICIAR LA ACTIVIDAD. (NO EXISTEN RESIDUOS PELIGROSOS)		
SE VENTILO EL AREA CON 20 MIN. ANTES DE INICIAR LA ACTIVIDAD		
SE CUBRIERON O DESCONECTARON TODAS LAS LINEAS DE ENTRADA DE MATERIALES PELIGROSOS		
SE BLOQUEARON Y ETIQUETARON EQUIPOS, FLIPONES, VALVULAS		
SE VERIFICO EL CONTENIDO DE OXIGENO Y LA TEMPERATURA EN EL AREA		
SE REVISO EL ESTADO DEL EQUIPO DE PROTECCION RESPIRATORIA		
EXISTE ILUMINACION ADECUADA CON SISTEMA ANTIGOLPES		
SE AUTORIZO EL USO DE MATERIAL QUIMICO		
NOMBRE:		
SE ENCUENTRA EL AREA LIBRE DE MATERIALES COMBUSTIBLES		
ESTA EL AREA LIBRE DE RIESGO		
<b>(Codo) PERMISO DE INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS</b>		
Fecha: _____	Hora: _____	
Turno: _____	Área: _____	
Duración Estimada: _____		
Descripción del Trabajo: _____		
<b>Ingeniero de Seguridad Industrial y/o Jefe de Mecánicos:</b>		
Después de evaluar el área y verificar que no existen fuentes significativas de riesgo, autorizo la ejecución del ingreso a áreas confinadas.		
Nombre: _____	Firma: _____	
<b>Mecánicos:</b>		
Nombre: _____	Firma de Enterado: _____	
Nombre: _____	Firma de Enterado: _____	
<b>COLOCAR EN LUGAR VISIBLE</b>		
TELEFONOS DE EMERGENCIA: Bomberos Voluntarios: 6633-0333 - Hospital Nac. Amatitlán: 6633-0348 IGSS de Amatitlán 6633-7482 - Oficina de Personal: 500		

IMPRESIONES NITIDAS - TEL.: 2335-0423 - COD. 261061

Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 3. Permiso de trabajos de soldadura

## PERMISO DE SOLDADURA

Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_  
 Turno: \_\_\_\_\_ Área: \_\_\_\_\_  
 Duración Estimada: \_\_\_\_\_  
 Descripción del Trabajo: \_\_\_\_\_

CHECK LIST CONDICIONES DE SEGURIDAD EN SOLDADURA		
CONCEPTOS	SI	NO
* EL SOLDADOR TIENE SU EQUIPO COMPLETO DE PROTECCION PERSONAL Y LO UTILIZA DURANTE EL TRABAJO.		
* LAS TAREAS SE EJECUTAN BAJO LA SUPERVISION DE UN REPOSABLE DE LA ACTIVIDAD.		
* EL ÁREA DE TRABAJO ESTA LIMPIA ANTES DE INICIAR LA ACTIVIDAD.		
* SE ENCUENTRA EL ÁREA DE TRABAJO AISLADA CON CINTA DE PRECAUCIÓN.		
* SI EL TRABAJO SE REALIZA EN ALTURAS TIENE EL SOLDADOR SU ARNÉS Y LINEA DE VIDA.		
* EXISTE UN EXTINGUIDOR ADECUADO, CERCA DE CADA EQUIPO DE SOLDADURA Y LOS SOLDADORES FUERON CAPACITADOS EN SU UTILIZACIÓN CORECTA.		
* LAS HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS Y LA MÁQUINA DE SOLDAR ESTÁN DEBIDAMENTE ATERRIZADAS, CON CABLES Y CONEXIONES ADECUADAS Y SE ENCUENTRA EN PERFECTO ESTADO EL EQUIPO DE SOLDADURA.		
* LAS PULIDORAS Y ESMERILADORAS SON OPERADAS CON LA GUARDA DE PROTECCIÓN COLOCADA.		
* SE ENCUENTRA EL AREA LIBRE DE MATERIALES COMBUSTIBLES.		
* ESTA EL AREA DEBIDAMENTE ILUMINADA.		
* LOS CILINDROS SE TRANSPORTAN, IZAN Y BAJAN POR MEDIOS MECÁNICOS, EN CARRETILLAS ESPECIALES, PARA MANTENERLOS VERTICALES TODO EL TIEMPO Y HACER SU MANEJO SEGURO ADEMÁS DE ENCONTRARSE LIMPIOS, LIBRES DE GRASA, COLOCADOS VERTICALMENTE Y ASEGURADOS CONTRA ALGUNA ESTRUCTURA, PARA EVITAR SU CAIDA.		
* LAS CONEXIONES DE LAS MANGUERAS EN EL MANERAL Y EN LOS MANÓMETROS ESTÁN HECHAS CON ABRAZADERAS.		
* LA ROPA DEL SOLDADOR ESTÁ SIEMPRE SECA Y LIMPIA.		
* EL MANERAL VÁLVULAS ANTI RETORNOS DE LLAMA Y VÁLVULA CHECK DE PROTECCIÓN.		
* LOS MANÓMETROS ESTÁN INTEGROS Y SIN DESPERFECTOS APARENTES.		
* AL APLICAR EL PROCESO DE CORTE O SOLDADURAS, EL SOLDADOR SE CERCIOA QUE EL ÁREA ESTÉ BIEN VENTILADA O COLOCAR UN SISTEMA DE CIRCULACIÓN DE AIRE FORZADO.		
* ESTA EL ÁREA LIBRE DE RIESGO.		
* EL EXTINGUIDOR SE ENCUENTRA LLENO Y EN PERFECTO ESTADO PARA SU UTILIZACIÓN.		

Jefe de Mecánicos y/o Ingeniero de Seguridad Industrial:  
 Después de evaluar al área y verificar que no existen fuentes significativas de riesgo.  
 Autorizo la ejecución del trabajo de soldadura.

Nombre: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_  
 Soldador  
 Nombre: \_\_\_\_\_ Firma de Enterado: \_\_\_\_\_  
 Auxiliar de Soldador  
 Nombre: \_\_\_\_\_ Firma de Enterado: \_\_\_\_\_

### CODO OREPADOR

## PERMISOD DE SOLDADURA

Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_  
 Turno: \_\_\_\_\_ Área: \_\_\_\_\_  
 Dureción Estimada: \_\_\_\_\_  
 Descripción del Trabajo: \_\_\_\_\_

Jefe de Mecánicos y/o Ingeniero de Seguridad Industrial:  
 Después de evaluar al área y verificar que no existen fuentes significativas de riesgo.  
 Autorizo la ejecución del trabajo de soldadura.

Nombre: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_  
 Soldador  
 Nombre: \_\_\_\_\_ Firma de Enterado: \_\_\_\_\_  
 Auxiliar de Soldador  
 Nombre: \_\_\_\_\_ Firma de Enterado: \_\_\_\_\_

Continuación del apéndice 3.

**PERMISO DE SOLDADURA**

Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_  
 Turno: \_\_\_\_\_ Área: \_\_\_\_\_  
 Dirección Estimada: \_\_\_\_\_  
 Descripción del trabajo: \_\_\_\_\_  
 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

**SE UTILIZARON EXTINGUIDORES:**

SI	NO	TIPO	CANTIDAD

CHECK LIST CONDICIONES DE SEGURIDAD EN SOLDADURA		
CONCEPTOS	SI	NO
ESTA LIMPIA EL ÁREA DE TRABAJO		
SE REVISÓ QUE NO EXISTIERAN FOCOS DE IGNICIÓN EN EL ÁREA		
SE RETIRO TODO EL EQUIPO DE SOLDADURA DEL ÁREA		
EL TRABAJO REALIZADO ESTA LIBRE DE RIESGO		
ESTA EL ÁREA LIBRE DE RIESGO		
TERMINADO EL TRABAJO, LOS RESIDUOS SON RECOLECTADOS POR EL SOLDADOR Y ENTREGADOS AL ALMACÉN, DEJANDO EL ÁREA DE TRABAJO LIMPIA		

**Jefe de Mecánicos**

Nombre: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Fuente: elaboración propia.



## Apéndice 4. Permiso de trabajos en altura

### PERMISO DE TRABAJOS EN ALTURA

Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_  
 Turno: \_\_\_\_\_ Área: \_\_\_\_\_  
 Duración Estimada: \_\_\_\_\_  
 Descripción del Trabajo: \_\_\_\_\_

**Ingeniero de Seguridad Industrial y/o Jefe de Mecánicos:**  
 Después de evaluar el área y verificar que no existen fuentes significativas de riesgo, autorizo la ejecución del ingreso a áreas confinadas.  
 Nombre: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

**Mecánicos:**  
 Nombre: \_\_\_\_\_ Firma de Enterado: \_\_\_\_\_  
 Nombre: \_\_\_\_\_ Firma de Enterado: \_\_\_\_\_

CHECK LIST CONDICIONES DE SEGURIDAD EN INGRESO A AREAS CONFINADAS		
CONCEPTOS	SI	NO
EL MECANICO TIENE SU EQUIPO COMPLETO DE PROTECCION PERSONAL Y LO UTILIZA DURANTE EL TRABAJO, (LENTES, GUANTES, BOTAS, ARENES, CUERDA, POSICIONADORES Y LINEA DE VIDA)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LAS TAREAS SE EJECUTAN BAJO LA SUPERVISION DE UN RESPONSABLE DE LA ACTIVIDAD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EXISTEN ELEMENTOS ESTRUCTURALES SEGUROS PARA ANCLAJE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EXISTE ESPACIO SUFICIENTE PARA UNA POSIBLE CAIDA LIBRE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SE INDICO AL MECANICO EL PUNTO DE ANCLAJE RECOMENDADO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SE BLOQUEARON Y ETIQUETARON EQUIPOS, FLIPONES, VALVULAS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SE CUENTA CON POSICIONADORES, ANCLAJES, LINEAS DE VIDA Y ESTAS FUERON REVISADAS PARA GARANTIZAR SU ESTADO ANTES DE USARSE.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EXISTE ILUMINACION ADECUADA CON SISTEMA ANTIGOLPES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ESTA EL AREA LIBRE DE RIESGO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

---

(Codo)

### PERMISO DE TRABAJOS EN ALTURA

Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_  
 Turno: \_\_\_\_\_ Área: \_\_\_\_\_  
 Duración Estimada: \_\_\_\_\_  
 Descripción del Trabajo: \_\_\_\_\_

**Ingeniero de Seguridad Industrial y/o Jefe de Mecánicos:**  
 Después de evaluar el área y verificar que no existen fuentes significativas de riesgo, autorizo la ejecución del ingreso a áreas confinadas.  
 Nombre: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

**Mecánicos:**  
 Nombre: \_\_\_\_\_ Firma de Enterado: \_\_\_\_\_  
 Nombre: \_\_\_\_\_ Firma de Enterado: \_\_\_\_\_

**COLOCAR EN LUGAR VISIBLE**  
 TELEFONOS DE EMERGENCIA: Bomberos Voluntarios: 6633-0333 - Hospital Nac. Amatitlán: 6633-0348  
 IGSS de Amatitlán 6633-7482 - Oficina de Personal: 500

IMPRESIONES NITIDAS - TEL.: 2335-0423 - COD. 261060

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Revisión mensual de monitores de alto flujo**

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL TEXTILES DEL LAGO S.A. REVISIÓN MENSUAL DE MONITORES ÁREA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA										
FECHA: _____		RESPONSABLE: _____								
HORA DE INICIO: _____			ÁREA: _____			FIRMA: _____				
Código	Posición	El monitor y sus partes están libres de corrosión SI/NO	El giro del monitor sirve SI/NO	Tipo de fuego	La válvula de cierre de agua está en perfecto estado SI/NO	La pintura del equipo está en buen estado SI/NO	Tiene señalización la instalación SI/NO	Los soportes, gradas y puertas se encuentran en buen estado SI/NO	El piton se encuentra suave para graduar el chorro del agua SI/NO	La manguera de succión de espuma se encuentra libre de basura SI/NO
GS-02-001MO	Área de tanques de combustibles			AB						
GS-02-002MO	Área de tanques de combustibles			AB						
GS-02-003MO	Área de tanques de combustibles			AB						
GS-02-004MO	Salida de camiones			AB						
GS-02-005MO	Área de descarga de combustibles			AB						
GS-01-007MO	Área de radiadores			AB						

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 6. Revisión mensual de mangueras contra incendios

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL TEXTILES DEL LAGO S.A.  
REVISIÓN MENSUAL DE MANGUERAS ÁREA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

FECHA: \_\_\_\_\_ RESPONSABLE: \_\_\_\_\_  
HORA DE INICIO: \_\_\_\_\_ ÁREA: \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_

Código	Posición	Tiene perforaciones las mangueras SI/NO	Tiene sello de garantía la manguera SI/NO	Tipo de fuego	Las roscas hembra y macho tienen sellos internos		Tipo de válvula del hidrante	Tiene protector la manguera SI/NO	Tiene señalización la instalación SI/NO	Tiene llave para apretar la rosca hembra al hidrante SI/NO	Tiene pitón la manguera SI/NO
					sello H	sello M					
GII-02-001M	Sala de máquinas			AB							
GII-02-002M	Sala de máquinas			AB							
GII-02-003M	Chimenea 3			AB							
GII-02-004M	Chimenea 4			AB							
GII-02-005M	Lokers			AB							
GII-02-006M	Cuarto de MV y LV			AB							
GII-01-007M	Cuarto de MV y LV			AB							
GII-02-001M	Bodega			AB							
GII-02-001M	Bodega			AB							
GII-02-001M	Sanitarios			AB							
GII-02-001M	Frente al generador M1			AB							
GII-02-001M	Frente al generador M2			AB							
GII-02-001M	Área del separador de aceite M1			AB							
GII-02-001M	Área del separador de aceite M2			AB							
GII-02-001M	Área de M1			AB							
GII-02-001M	Parte de atrás entre M1 y M2			AB							
GII-02-001M	Parte de atrás M2			AB							
GII-02-001M	A un costado del M1			AB							
GII-02-001M	Cuarto de motores			AB							
GII-02-001M	Cuarto de motores			AB							
GII-02-001M	Cuarto de motores			AB							
GII-02-001M	Pila			AB							
GII-02-001M	Pila			AB							
GII-02-001M	Tanques de servicio			AB							
GII-02-001M	Tanques de servicio			AB							
GII-02-001M	Tanques de almacen de bunker			AB							
GII-02-001M	Tanques de almacen de bunker			AB							
GII-02-001M	Talleres			AB							
GII-02-001M	Talleres			AB							
GII-02-001M	Descarga de HFO			AB							
GII-02-001M	Descarga de HFO			AB							
GII-02-001M	Descarga de HFO			AB							
GII-02-001M	Descarga de HFO			AB							
GII-02-001M	Descarga de HFO			AB							
GII-02-001M	Descarga de HFO			AB							

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 7. Revisión mensual de eductores de espuma AFFF

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL TEXTILES DEL LAGO S.A.  
 REVISIÓN MENSUAL DE EDUCTORES ÁREA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

FECHA: \_\_\_\_\_ RESPONSABLE: \_\_\_\_\_  
 HORA DE INICIO: \_\_\_\_\_ ÁREA: \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_

Código	Posición	El eductor y sus partes estan libres de corrosión SI/NO	Las roscas de conexión estan en buen estado SI/NO	Tipo de fuego	La válvula reguladora de espuma esta en perfecto estado SI/NO	La pintura del equipo y la estructura estan en buen estado SI/NO	Tiene señalización la instalación SI/NO	Los soportes, anclajes y plataforma se encuentran en buen estado SI/NO	La manguera de succión de espuma se encuentra libre de basura SI/NO
GS-02-001E	Área de tanques de combustibles			AB					
GS-02-002E	Área de tanques de combustibles			AB					
GS-02-003E	Área de tanques de combustibles			AB					
GS-02-004E	Área de tanques de combustibles			AB					
GS-02-005E	Salida de camiones			AB					
GS-02-006E	Área de descarga de combustible			AB					
GS-02-007E	Área de radiadores			AB					
GS-02-008E	Área de subtank			AB					
GS-02-009E	Área de filtros Charger			AB					

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 8. Revisión mensual de alarmas contra incendios**

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL TEXTILES DEL LAGO S.A.  
 REVISIÓN MENSUAL DE ALARMAS ÁREA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

FECHA: \_\_\_\_\_ RESPONSABLE: \_\_\_\_\_  
 HORA DE INICIO: \_\_\_\_\_ ÁREA: \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_

Código	Posición	El timbre y sus partes estan libres de corrosión SI/NO	Las conexiones eléctricas están en perfecto estado SI/NO	El accionamiento manual esta en perfecto estado SI/NO	La pintura del equipo y la estructura esta en buen estado SI/NO	Tiene señalización la instalación SI/NO	Los soportes, anclajes y plataforma se encuentran en buen estado SI/NO	La alimentación electrica es fluida en todo momento SI/NO
GS-02-001AL	Área de tanques de combustibles							
GS-02-002AL	Área de tanques de combustibles							
GS-02-003AL	Área de tanques de combustibles							
GS-02-004AL	Área de tanques de combustibles							
GS-02-005AL	Salida de camiones							
GS-02-006AL	Área de descarga de combustible							
GS-02-007AL	Área de radiadores							
GS-02-008AL	Área de subtank							
GS-02-009AL	Área de filtros Charger							
GS-02-010AL	Área de filtros Charger							
GS-02-011AL	Área de filtros Charger							
GS-02-012AL	Área de filtros Charger							
GS-02-013AL	Área de filtros Charger							

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. **Revisión mensual de motobomba contra incendios**

**MANTENIMIENTO MENSUAL DE MOTOR**  
**JOHN DEERE SISTEMA CONTRA**  
**INCENDIO**

Fecha: \_\_\_\_\_ Horometro: \_\_\_\_\_

- Limpieza general del motor
- Inspección de fajas
- Limpieza de filtros de aire
- Muestra de aceite
- Revisión y purga del separador de agua de combustible
- Limpieza de panal del radiador
- Inspección de cableado eléctrico
- Revisión y apriete de mountings para vibración

\_\_\_\_\_  
Gianni Aroche  
Seguridad Industrial

\_\_\_\_\_  
Mario Del Valle  
Gerente de Planta

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 10. **Mantenimiento anual motobomba contra incendios**

**MANTENIMIENTO ANUAL DE**  
**MOTOR JOHN DEERE SISTEMA CONTRA INCENDIOS**

Fecha: \_\_\_\_\_ Horometro: \_\_\_\_\_

- Drenado de tanque de combustible
- Limpieza e inspección de bomba de inyección de combustible
- Cambio de filtro de combustible
- Revisión bomba de combustible
- Inspección de candelas de precalentamiento
- Cambio de separador de agua de combustible.
- Cambio de aceite
- Cambio filtro de aceite
- Cambio de filtro de aire
- Inspección de bomba de agua de refrigeración
- Cambio de agua refrigerante.
- Ajuste y calibración de válvulas
- Mantenimiento motor de arranque
- Inspección de alternador
- Inspección de tensión y estado de la faja de motor
- Inspección de la faja de tiempo de motor
- Reapriete de tornillos

\_\_\_\_\_  
Derick Alvarado  
Seguridad Industrial

\_\_\_\_\_  
Mario Del Valle  
Gerente de Planta

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 11. **Sistema de aceite y sistema de agua HT y LT**



Fuente: planta Gesur. Amatlán.

Apéndice 12. **Bombas de circulación de aceite térmico y bombas de alimentación de combustible**



Fuente: planta Gesur. Amatlán.



Apéndice 13. **Sistema de bombas de circulación de aceite térmico**



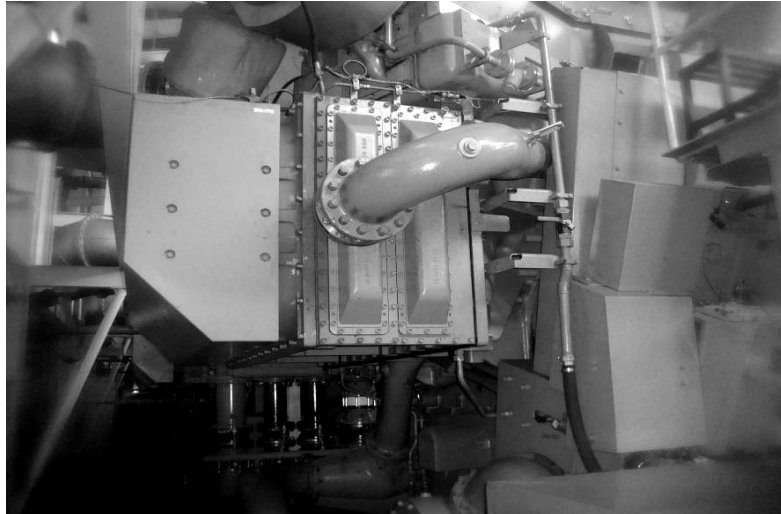
Fuente: planta Gesur. Amatlán.

Apéndice 14. **Sistema de circulación de Heavy Fuell Oil**



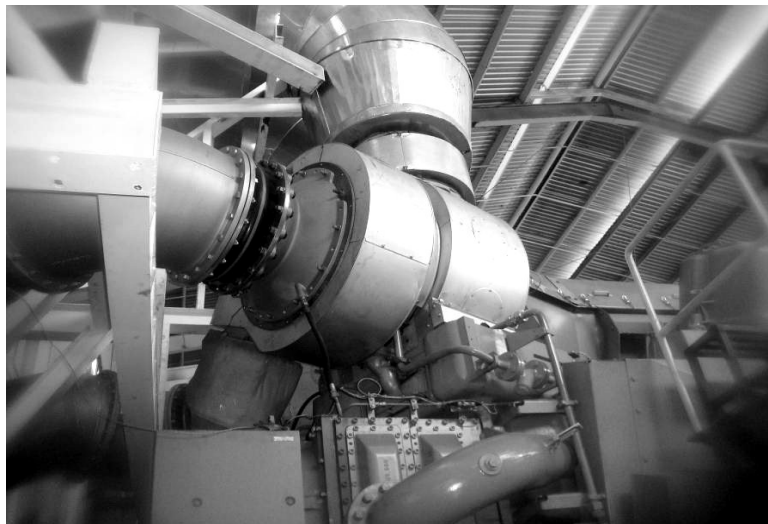
Fuente: planta Gesur. Amatlán.

Apéndice 15. **Intercooler System MAK/Caterpillar**



Fuente: planta Gesur. Amatlán.

Apéndice 16. **Turbocargador (aire de carga del motor)**



Fuente: planta Gesur. Amatlán.

Apéndice 17. **Ducto de aire de carga filtro Charger**



Fuente: planta Gesur. Amatitlán.

Apéndice 18. **Tanques de almacenamiento de combustible (diésel o bunker)**



Fuente: planta Gesur. Amatitlán.

## Apéndice 19. Procedimiento para ingreso a espacios confinados

*Planta de generación de energía eléctrica GESUR*

**Título:** Procedimiento de ingreso a espacios confinados.

**Código:** P02

**Página:** 1 de 5

**Fecha de Edición:** Enero 20, 2009

**Edición:** 02

**Fecha de Revisión:** Mayo 18, 2010

### **OBJETIVO:**

Definir un procedimiento adecuado, materiales y equipos necesarios para realizar de forma correcta y segura, actividades en espacios confinados.

### **ALCANCE:**

Este documento se aplica a la planta de generación Bluref I, II, Electro generación y incluyendo a todo el personal de la planta o personal externo a las mismas.

### **RESPONSABILIDADES:**

- **Ingeniero de Seguridad Industrial**
  - Es la persona encargada de velar por que las actividades de ingreso a espacios confinados se realicen de forma segura.
  - Dar a conocer y velar por que se cumpla fielmente este procedimiento.
  - Persona encargada de evaluar el área, velar por que se utilicen los materiales y equipos de protección personal, y autorizar los permisos de ingreso a espacios confinados.
- **Ingenieros eléctricos o mecánicos**
  - Es responsabilidad de los ingenieros en planta informar al ingeniero de seguridad industrial las actividades a realizar en planta que presenten considerable grado de riesgo.
  - Es responsabilidad de los ingenieros mecánicos o eléctricos, encargados de las tareas, velar por que las actividades de ingreso a espacios confinados se realicen de forma segura, siguiendo fielmente este procedimiento.

ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones  
APROBADO POR: Rodríguez / Gerente de Planta.

Continuación del apéndice 19.

<b>Título:</b> Procedimiento de ingreso a espacios confinados.	<b>Código:</b> P02	<b>Página:</b> 2 de 5
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 02	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

- **Operador/Supervisor de Seguridad industrial**
  - Es el encargado del almacenar las tarjetas de permiso de ingreso a espacios confinados y trabajos en altura en el archivo correspondiente.
  - Es la persona que tendrá la información acerca de los trabajos de ingreso a espacios confinados y trabajos en altura que se estén realizando en el turno.
- **Jefe de Mecánicos/Jefe de Eléctricos**
  - Es el encargado junto con el ingeniero de seguridad industrial, de evaluar el área, velar por que se usen los materiales y equipos de protección personal, y autorizar los trabajos de ingreso a espacios confinados (en ausencia del ingeniero de seguridad industrial), minimizando el riesgo de accidente.
  - Es responsabilidad del jefe de mecánicos/jefe de eléctricos asignar personal para vigilar el área durante el desempeño de la actividad.
  - Tomar en cuenta todos los aspectos de seguridad y seguir fielmente este procedimiento.
- **Mecánicos/Eléctricos**
  - Es responsabilidad de los mecánicos evaluar su área de trabajo minimizando los riesgos de accidentes.
  - Utilizar el equipo de protección recomendado para estas actividades.
  - Tomar en cuenta todos los aspectos de seguridad y seguir fielmente este procedimiento.

ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones  
APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.

Continuación del apéndice 19.

<b>Título:</b> Procedimiento de ingreso a espacios confinados.	<b>Código:</b> P02	<b>Página:</b> 3 de 5
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 02	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

**GENERALIDADES:**

**DEFINICIONES:**

**Ingreso:** se refiere a colocar cualquier parte del cuerpo en el área de permiso

**Sofocamiento:** ser atrapado en un material líquido, sólido o Gaseoso

**Pruebas de Atmósfera:** es la verificación de oxígeno de 19.5% y 23.5

**Ingreso a espacios confinados:** Se define como el ingreso de una persona a espacios que por su estructura, ventilación, temperatura, presencia de oxígeno presentan riesgos críticos a la salud o aumenta la probabilidad de accidente.

**NOTA:** Antes de iniciar cualquier trabajo de ingreso a espacios confinados se debe contar con el permiso correspondiente y colocar en un lugar visible. QUEDA PROHIBIDO EL INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS SIN AUTORIZACION.

**INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS:**

**PROCEDIMIENTO:**

1. Se detecta la necesidad de trabajo de Ingreso a espacios confinados, los ingenieros de planta avisan a todas las áreas que puedan ser afectadas por las actividades a realizar, sobre todo al ingeniero de seguridad industrial.
2. El jefe de mecánicos/jefe de eléctricos informara al operador en turno el trabajo de Ingreso a Espacios Confinados a realizar.
3. El operador o supervisor de Seguridad Industrial provee al jefe de mecánicos/eléctricos, el **Permiso de Ingreso a Espacios confinados**, para que sea verificada el área de trabajo, materiales y equipos de protección personal a utilizar.
4. El mecánico/eléctrico delimita el área de trabajo con cinta de "Precaución", para aislar e impedir el tráfico peatonal o vehicular.

Continuación del apéndice 19.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>		
<b>Título:</b> Procedimiento de ingreso a espacios confinados.	<b>Código:</b> P02	<b>Página:</b> 4 de 5
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 02	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010
<p>5. El jefe de mecánicos/jefe de eléctricos cubre o desconecta todas las líneas de entrada de materiales peligrosos, energías, etc. de manera que no puedan ingresar al espacio confinado según procedimiento <b>BLOQUEO Y ETIQUETADO</b>.</p> <p>6. El jefe de mecánicos/jefe de eléctricos se asegura que no puedan ser accionados equipos, flipones, válvulas siguiendo las reglas del <b>BLOQUEO Y ETIQUETADO</b>.</p> <p>7. El mecánico/eléctrico limpia o neutraliza el área desde el exterior para eliminar residuos peligrosos.</p> <p>8. El Ingeniero de seguridad industrial verifica el contenido de oxígeno en el área, H2S, explosividad, monóxido de carbono, verificando que se encuentren en el rango permisible.</p> <p>Oxígeno (O2): Min.19.5% a Max.23%</p> <p>Explosividad:Min.10% a Max.20%</p> <p>Sulfuro de Hidrogeno ó Acido Sulfhídrico (H2S): Min.10ppm a Max.15 ppm.</p> <p>Monóxido de Carbono (CO): Min. 35 ppm a Max. 50 ppm.</p> <p>La verificación se hará de forma continua (sensor de gases siempre activo), cada 30 minutos, se anotan las lecturas en el formulario de ingresos espacios confinados, el encargado será el ingeniero de Seguridad Industrial de la planta.</p> <p>9. El jefe de mecánicos/jefe de eléctricos provee de ventilación forzada el espacio confinado, con 20 minutos de anticipación, para limpiar el aire en el área.</p> <p>10. El ingeniero de seguridad industrial o jefe de mecánicos/jefe de eléctricos, revisa el área de trabajo, verifica que se utiliza el equipo de protección personal necesario, ventilación forzada en el área, iluminación con protección antigolpes (para evitar chispas), existencia de residuos peligrosos y llena el <b>Permiso de Ingreso a espacios confinados</b>. Si se realizan trabajos de soldadura dentro del área, se debe contar con el <b>Permiso de trabajos de soldadura</b>.</p> <p>11. El mecánico/eléctrico ingresa al área de trabajo con su equipo de protección personal, equipo de protección respiratoria (auto contenido), lentes, guantes, calzado industrial, casco, traje protector.</p>		
<small>ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.</small>		

Continuación del apéndice 19.

<b>Título:</b> Procedimiento de ingreso a espacios confinados.	<b>Código:</b> P02	<b>Página:</b> 5 de 5
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 02	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

12. El jefe de mecánicos/jefe de eléctricos asigna a una persona para permanecer en el área vigilando, y la comunicación entre esta y la persona en el espacio confinado debe ser continua. Se asigna un radio a la persona para mantener comunicación con área de seguridad y operaciones.
13. El Ingeniero de seguridad industrial o el jefe de mecánicos/jefe de eléctricos realiza inspecciones cada 30 minutos, para verificar la seguridad en la actividad.
14. El mecánico/eléctrico sale del espacio confinado al terminar y el ayudante avisa por radio la finalización del trabajo.
15. El mecánico/eléctrico y ayudante limpian el área de trabajo, retiran las señales de precaución, entregan el equipo de protección respiratoria.
16. El ingeniero de seguridad industrial o el jefe de mecánicos/jefe de eléctricos cierra el permiso de Ingreso a espacios confinados y junto con el mecánico retiran los bloqueos colocados y habilitan el espacio confinado para su uso.
17. El Jefe de mecánicos/jefe de eléctricos recogerá el permiso de soldadura y lo entregara al operador en turno, quien lo unirá con el codo del permiso y lo archivara en el lugar designado.

**NOTA:** Si el trabajo se prolongara a mas de un turno, se deben cerrar los permisos anteriores y abrir nuevos permisos a las personas del siguiente turno, verificando nuevamente las condiciones de seguridad.

**CONTROL DE CAMBIOS:** Documento nuevo.

ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.
---

Fuente: elaboración propia.



## Apéndice 20. Procedimiento para ventilación de tanques verticales

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento para ventilación en tanques	<b>Código:</b> Página: 1 de 4
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

**OBJETIVO:**

Definir un procedimiento adecuado y equipos necesarios para realizar de forma correcta y segura, la ventilación en espacios confinados.

**ALCANCE:**

Este documento se aplica a la generadora I, II, para trabajos en tanques de almacenamiento de combustible.

**RESPONSABILIDADES:**

- **Ingeniero de Seguridad Industrial**
  - Es la persona encargada de velar por que las actividades de ingreso a espacios confinados se realicen de forma segura.
  - Dar a conocer y velar por que se cumpla fielmente este procedimiento.
  - Persona encargada de evaluar el área, velar por que se utilicen los equipos de ventilación necesarios.
- **Ingenieros eléctricos o mecánicos**
  - Es responsabilidad de los ingenieros en planta informar al ingeniero de seguridad industrial las actividades a realizar en planta que presenten considerable grado de riesgo.
  - Es responsabilidad de los ingenieros mecánicos o eléctricos, encargados de las tareas, velar por que las actividades de ingreso a espacios confinados se realicen de forma segura, siguiendo fielmente este procedimiento de ventilación.

<b>ORIGINADO POR:</b> / Seguridad Industrial <b>REVISADO POR:</b> E.Mendez / Gerente de Operaciones <b>APROBADO POR:</b> Rodriguez / Gerente de Planta.
--

Continuación del apéndice 20.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento para ventilación en tanques	<b>Código:</b> <b>Página:</b> 2 de 4
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

- **Supervisor de Seguridad industrial**
  - Es el encargado del almacenar la información de trabajos a espacios confinados
  - Es la persona encargada de supervisar las actividades de seguridad velando por el cumplimiento de las mismas
- **Mecánicos/Eléctricos**
  - Es responsabilidad de los mecánicos evaluar su área de trabajo minimizando los riesgos de accidentes.
  - Utilizar el equipo de protección y ventilación recomendada para estas actividades.
  - Tomar en cuenta todos los aspectos de seguridad y seguir fielmente este procedimiento.

**GENERALIDADES:**

**DEFINICIONES:**

*Ingreso:* se refiere a colocar cualquier parte del cuerpo en el área de permiso.

*Sofocamiento:* ser atrapado en un material líquido, sólido o Gaseoso

*Pruebas de Atmósfera:* es la verificación de oxígeno de 19.5% y 23.5%

*Ingreso a espacios confinados:* Se define como el ingreso de una persona a espacios que por su estructura, ventilación, temperatura, presencia de oxígeno presentan riesgos críticos a la salud o aumenta la probabilidad de accidente.

<b>ORIGINADO POR:</b> / Seguridad Industrial <b>REVISADO POR:</b> E.Mendez / Gerente de Operaciones <b>APROBADO POR:</b> Rodriguez / Gerente de Planta.
--

Continuación del apéndice 20.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento para ventilación en tanques	<b>Código:</b> Página: 3 de 3
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

**NOTA:** Antes de iniciar cualquier trabajo de ingreso a espacios confinados se debe ventilar el área con 30 minutos de anticipación, esta debe ser constante hasta que termine el trabajo. QUEDA PROHIBIDO EL INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS SIN AUTORIZACION.

**VENTILACION EN ESPACIOS CONFINADOS:**

1. Antes de iniciar los trabajos de ventilación, asegurarse que se tengan todos los permisos de seguridad necesarios para iniciar la ventilación.
2. Conocer las condiciones internas del lugar temperatura, liquido almacenado, atmósferas toxicas, niveles de oxigeno etc.
3. Para la ventilación, utilizar equipo eléctrico anti deflagrante. Con puesta a tierra para evitar chispas.
4. Ubicar el ventilador a una distancia de 1.80 - 2 mts de la entrada, tratando que el flujo cónico de aire forme un sello en la entrada del tanque, esto mantendrá presurizado el tanque.
5. Para una buena ventilación asegurarse de que la entrada o entradas superiores estén abiertas por completo y que en la superficie no se encuentre liquido derramado.
6. Tomar en cuenta que los ventiladores accionados por motores a gasolina deben descargar los gases de la combustión lo más lejos posible de la ubicación del ventilador.
7. Para el caso de atmósferas inflamables evitar pasar los gases inflamables por el interior del extractor estos se pueden incendiar

**NOTA:** Si el trabajo se prolongara a mas de un turno, se deben cerrar los permisos anteriores y abrir nuevos permisos a las personas del siguiente turno.

**CONTROL DE CAMBIOS:** Documento nuevo.

ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.
---

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 21. Procedimiento para realizar inspecciones y mantenimiento a extintores contra incendios

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento Inspecciones y mantenimiento de los equipos contra incendios	<b>Código:</b> Página: 1 de 3
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

**OBJETIVO:**

Definir un procedimiento adecuado para realizar las inspecciones y mantenimiento de los extinguidores, garantizando un óptimo funcionamiento durante una emergencia.

**ALCANCE:**

Este documento se aplica a la generadora I, II, para inspección y mantenimiento de extinguidores

**RESPONSABILIDADES:**

- **Ingeniero de Seguridad Industrial**
  - Es la persona encargada de velar por que las actividades de inspección y mantenimiento se realicen de forma adecuada.
  - Dar a conocer y velar por que se cumpla fielmente este procedimiento.
  - Persona encargada del control de los equipos contra incendios
  
- **Ingenieros eléctricos o mecánicos**
  - Es responsabilidad de los ingenieros en planta exigir que su personal cuide los equipos contra incendios
  - Es responsabilidad de los ingenieros mecánicos o eléctricos, reportar al supervisor de seguridad industrial reportar cualquier desperfecto de los equipos contra incendios

<b>ORIGINADO POR:</b> / Seguridad Industrial <b>REVISADO POR:</b> E.Mendez / Gerente de Operaciones <b>APROBADO POR:</b> Rodriguez / Gerente de Planta.
--

Continuación del apéndice 21.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento Inspecciones y mantenimiento de los equipos contra incendios	<b>Código:</b> Página: 2 de 3
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

- **Supervisor de Seguridad industrial**
  - Es el encargado de realizar las inspecciones mensuales de mantenimiento de los extinguidores
  - Es la persona encargada de preparar los equipos que serán enviados a servicio para mantenimiento.
  
- **Mecánicos/Eléctricos**
  - Es responsabilidad de los mecánicos y eléctricos cuidar los equipos contra incendios del lugar.
  - Utilizar el equipo de protección contra incendios cuando sea necesario
  - Tomar en cuenta todos los aspectos de seguridad y seguir fielmente este procedimiento.

**GENERALIDADES:**

**DEFINICIONES:**

**Extintor:** se refiere al equipo portátil o sobre ruedas que contiene un agente especial para extinguir el fuego.

**Agente extintor:** producto químico atrapado dentro de un cilindro a alta presión, puede ser líquido, sólido o Gaseoso capas de apagar el fuego

**Servicio de mantenimiento:** es la verificación de las diferentes partes de un extintor

ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.
---

Continuación del apéndice 21.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento Inspecciones y mantenimiento de los equipos contra incendios	<b>Código:</b> Página: 3 de 3 <b>Edición:</b> 001 <b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	

**NOTA:** Todas las inspecciones deben realizarse 6 días antes de finalizado el mes

**INSPECCION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS CONTRA INCENDIOS**

1. El ingeniero de Seguridad industrial programara, una revisión mensual durante todos los meses del año para los equipos contra incendio, esta se deberá realizar 6 días antes cada mes.
2. El supervisor de Seguridad industrial es la persona encargada de realizar dicha inspección. el propósito de las inspecciones es determinar, todo lo malo que pueda afectar el funcionamiento de los equipos.
3. El colaborador de Seguridad Industrial es la persona que esté a cargo de cuidar estos equipos, deberá realizar semanalmente una ronda por toda la planta con el propósito de identificar el estado y orden de los equipos. Esta persona debe emitir un reporte de la inspección.
4. El ingeniero de Seguridad industrial es el encargado de elaborar la lista de equipos que serán enviados a mantenimiento,
5. El ingeniero de Seguridad Industrial deberá actualizar la información de la base de datos periódicamente.
6. El supervisor de seguridad Industrial es el encargado de preparar los equipos que serán enviados a servicio. La empresa encargada de recoger los equipos es Ecogas. Se debe trabajar únicamente con, empresas especializadas para las reparaciones de los equipos.
7. Por cada extintor que sea enviado a mantenimiento se debe colocar un extintor de las mismas características en cada lugar vacío no debe quedar el área desprotegida.
8. Toda modificación de información se deberá actualizar inmediatamente en la base de datos por el ingeniero de seguridad industrial

**CONTROL DE CAMBIOS:** Documento nuevo.

<small>ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial   REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.</small>
---

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 22. Funciones específicas de evaluación

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento funciones específicas de la brigada de evacuación	<b>Código:</b> Página: 1 de 3
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

**OBJETIVO:**

Definir un procedimiento adecuado para realizar la evacuación de personas de forma segura y organizada durante una emergencia.

**ALCANCE:**

Este documento se aplica a todo el personal de la generadora I, II.

**RESPONSABILIDADES:**

- **Ingeniero de Seguridad Industrial**
  - Es la persona encargada de velar por que los jefes de las brigadas colaboren con las actividades de seguridad industrial del lugar
  - Dar a conocer y velar por que se cumpla fielmente este procedimiento.
  - Persona encargada de coordinar con los responsables de las brigadas trabajos de preparación en caso de emergencias.
- **Ingenieros eléctricos o mecánicos**
  - Es responsabilidad de los ingenieros en planta informar su personal de las diferentes actividades de entrenamiento en materia de evacuación.
  - Es responsabilidad de los ingenieros mecánicos o eléctricos, participar en todas las actividades de planificación para minimizar tiempos de respuesta

<small>ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodríguez / Gerente de Planta.</small>
---

Continuación del apéndice 22.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento funciones específicas de la brigada de evacuación	<b>Código:</b> Página: 2 de 3 <b>Edición:</b> 001 <b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	
<ul style="list-style-type: none"><li>□ <b>Supervisor de Seguridad industrial</b><ul style="list-style-type: none"><li>○ Es el encargado supervisar los trabajos de reparación de señalización en planta.</li><li>○ Es la persona encargada de supervisar que todos los pasillos estén libres de objetos que limiten la libre locomoción de las personas</li></ul></li> <li>□ <b>Mecánicos/Eléctricos</b><ul style="list-style-type: none"><li>○ Es responsabilidad de los mecánicos y eléctricos conservar todo tipo de señalización</li><li>○ No dejar objetos que impidan el paso por los pasillos y gradas de la planta.</li><li>○ Participar en todas las actividades de evacuación de las instalaciones</li></ul></li></ul>	
<b>GENERALIDADES:</b>	
<b>DEFINICIONES:</b>	
<p><b>Ruta de evacuación:</b> se refiere a las áreas destinadas par la libre locomoción de personas durante una emergencia.</p> <p><b>Señalización de ruta:</b> orientación de las personas hacia un lugar seguro alejado del peligro</p> <p><b>Evacuación:</b> retirada inmediata de los lugares donde se presente una amenaza para las personas del lugar.</p> <p><b>Punto de encuentro:</b> lugar de convergencia de todas las personas evacuadas,</p>	
<b>NOTA:</b> Todos los miembros de la brigada de evacuación son encargados de velar por que las rutas y señalización de evacuación estén en perfecto estado.	
<small>ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.</small>	



Continuación del apéndice 22.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento funciones específicas de la brigada de evacuación	<b>Código:</b> Página: 3 de 3 <b>Edición:</b> 001 <b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	

- 1) Verificar periódicamente que todas las rutas de evacuación estén libres de obstáculos. Y tengan su respectiva señalización en buen estado.
- 2) Cuidar y proteger todas las señales de orientación durante una emergencia
- 3) Contar con un censo actualizado y permanente del personal interno de la planta.
- 4) Conducir a las personas durante un evento de alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre hasta un lugar seguro a través de las rutas de menor peligro.
- 5) Ser guías y retaguardias en ejercicios de desalojo y eventos reales, llevando a los grupos de personas hacia el punto de reunión.
- 6) Realizar un censo de las personas al llegar al punto de reunión, verificando que todo el personal de la planta presente en el momento del desalojo haya sido evacuado del edificio.
- 7) En caso contrario notificar a las brigadas contra incendios y rescate, de las personas que pudieron haber quedado dentro de las instalaciones.
- 8) Coordinar el regreso del personal a las instalaciones cuando ya no exista riesgo o peligro tanto en simulacros como en el caso de una emergencia

**NOTA:** El ingeniero de Seguridad Industrial es el encargado de planificar toda actividad destinada a mejorar las evacuaciones del lugar.

**CONTROL DE CAMBIOS:** Documento nuevo.

ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial    REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.
--

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 23. Funciones específicas de la brigada contra incendios

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento funciones específicas brigada contra incendios	<b>Código:</b> Página: 1 de 4
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

**OBJETIVO:**

Definir un procedimiento adecuado y equipos necesarios para realizar de forma correcta y segura, el ataque de incendios.

**ALCANCE:**

Este documento se aplica a la generadora I, II, para todo incendios desarrollado dentro de las instalaciones.

**RESPONSABILIDADES:**

- **Ingeniero de Seguridad Industrial**
  - Es la persona encargada de velar por que los equipos utilizados por la brigada contra incendios estén en perfectas condiciones
  - Dar a conocer y velar por que se cumpla fielmente este procedimiento.
  - Persona encargada de evaluar el tipo de incendio, para aplicar las técnicas mas adecuadas de mitigación.
- **Ingenieros eléctricos o mecánicos**
  - Es responsabilidad de los ingenieros en planta informar sobre cualquier conato de incendio eléctrico derivado de las actividades de trabajo.
  - Es responsabilidad de los ingenieros mecánicos o eléctricos, proporcionar personal para formar los diferentes grupos de control de incendios en planta

<b>ORIGINADO POR:</b> / Seguridad Industrial <b>REVISADO POR:</b> E.Mendez / Gerente de Operaciones <b>APROBADO POR:</b> Rodriguez / Gerente de Planta.
--

Continuación del apéndice 23.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento funciones específicas brigada contra incendios	<b>Código:</b> Página: 3 de 4 <b>Edición:</b> 001 <b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	

**DEFINICIONES:**

***Brigada contra incendios:*** son los grupos destinados a controlar cualquier emergencia de incendio que pueda presentarse en el lugar.

***Triangulo del fuego:*** Figura donde se tienen presentes los tres elementos que da origen al fuego, energía, combustible y oxígeno.

***Traje de bombero:*** todo traje estructural con propiedades para resistir altas temperatura, su función es proteger a las personas que combaten los incendios,

***Autocontenido:*** recipiente que almacena aire comprimido a alta presión, la mascarilla cubre toda la cara, formando un sello, que aísla a la persona de la atmósfera contaminada.

**NOTA:** Todo miembro de la brigada contra incendios debe actuar en coordinación con los demás miembros del grupo, nunca realizar una intervención solo.

**Funciones específicas de las brigadas contra incendios:**

1. Verificación del buen estado de los extintores, hidrantes y demás equipos para combatir incendios.
2. A la hora de un incendio mayor, todo miembro de la brigada debe colocarse el equipo de bombero para poder atacar el incendio.
3. Coordinar con los miembros de la brigada el primer punto a atacar del incendio. Para penetración utilizar chorro directo de agua. Este ayudara e enfriar la fuente.

<small>ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta</small>
--

Continuación del apéndice 23.

**Título:** Procedimiento funciones específicas brigada  
contra incendios

**Código:** Página: 4 de 4  
**Edición:** 001  
**Fecha de Revisión:** Mayo 18, 2010

**Fecha de Edición:** Enero 20, 2009

4. Evaluar la magnitud del siniestro, si es un incendio de hidrocarburos utilizar espuma contra incendios, si son materiales orgánicos utilizar agua, si es fuego eléctrico utilizar polvo químico.
5. Coordinar el rescate del personal atrapado en la zona afectada, e implementar las medidas de seguridad necesarias con la brigada de primeros auxilios.
6. Verificar las condiciones de seguridad del inmueble antes del ingreso de los miembros de la brigada de rescate.
7. Establecer sistemas de vigilancia, al momento de mitigar un incendio. Este puede arder nuevamente

**CONTROL DE CAMBIOS:** Documento nuevo.

ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones  
APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.

Fuente: elaboración propia.

**Título:** Procedimiento Funciones específicas brigada primeros auxilios

**Código:**                      Página: 1 de 3

**Edición:** 001

**Fecha de Revisión:** Mayo 18, 2010

**Fecha de Edición:** Enero 20, 2009

**OBJETIVO:**

Definir un procedimiento adecuado para realizar tareas de rescate y primeros auxilios durante una emergencia.

**ALCANCE:**

Este documento se aplica a la generadora I, II, para todas las tareas de rescate y asistencia de primeros auxilios

**RESPONSABILIDADES:**

- **Ingeniero de Seguridad Industrial**
  - Es la persona encargada de velar por que las prácticas de primeros auxilios se realicen continuamente.
  - Dar a conocer y velar por que se cumpla fielmente este procedimiento.
  - Persona encargada de proporcionar los equipos y herramientas para emergencias medicas.
- **Ingenieros eléctricos o mecánicos**
  - Es responsabilidad de los ingenieros en planta, apoyar toda actividad que tenga como finalidad, preparar al personal en materia de primeros auxilios.
  - Es responsabilidad de los ingenieros mecánicos o eléctricos, participar en las practicas de primeros auxilios.

ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones  
APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.

## Continuación del apéndice 24.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento Funciones específicas brigada primeros auxilios	<b>Código:</b> Página: 2 de 3 <b>Edición:</b> 001 <b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	

- **Supervisor de Seguridad industrial**
  - Es el encargado de velar porque los miembros de la brigada de primeros auxilios asistan a las capacitaciones
  - Es la persona encargada de supervisar los equipos y herramientas para emergencias medicas
- **Mecánicos/Eléctricos**
  - Es responsabilidad de los mecánicos que integren la brigada de primeros auxilios colaborar en las practicas dentro de la empresa
  - Es responsabilidad de los miembros de la brigada de primeros auxilios estar pendientes de cualquier señal de ayuda dentro de las instalaciones
  - Es responsabilidad de los miembros de la brigada de primeros auxilios prestar la ayuda a toda aquella persona que la necesite durante una emergencia.

**GENERALIDADES:**

**DEFINICIONES:**

**Brigada de rescate y primeros auxilios:** se refiere al grupo debidamente organizado que realiza las tareas de rescate de heridos, proporcionando los primeros auxilios básicos.

**Paramédico:** es la persona capacitada y entrenada par realizar tareas de rescate y primeros auxilios.

**Primeros auxilios:** Se define como toda actividad enfocada a salvaguardar la vida de las personas, estas actividades no sustituyen la atención médica profesional.

ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.
---

## Continuación del apéndice 24.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento Funciones específicas brigada primeros auxilios	<b>Código:</b> Página: 3 de 3 <b>Edición:</b> 001 <b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	

**NOTA:** Después de aplicar los primeros auxilios a una persona herida, esta deberá llevarse inmediatamente a un centro de asistencia médica, para un chequeo y atención especializada.

**Funciones específicas de la brigada de rescate y primeros auxilios:**

1. Proporcionar los primeros auxilios a las personas que trabajan en planta, al momento de presentarse alguna emergencia dentro de las instalaciones.
2. Supervisar el uso adecuado de los productos de del Botiquín de emergencias
3. Reconocer los signos vitales de un paciente: grado de conciencia, respiración, pulsaciones, presión arterial y temperatura.
4. Realizar correctamente las maniobras básicas de reanimación cardiopulmonar (CPR)
5. Reconocer y verificar los síntomas de vida de una persona politraumatizada: manejo de vía aérea, respiración y circulación efectiva.
6. Reconocer los efectos que produce un traumatismo y realizar los procedimientos correctos de inmovilización de columna vertebral, región cervical y extremidades superiores e inferiores.
7. Reconocer los síntomas y situaciones traumáticas que conducen a los diferentes tipos de shock.
8. Reconocer hemorragias internas y externas, y saber efectuar las maniobras necesarias para su control.
9. Reconocer los diferentes tipos de quemaduras (térmicas, químicas, eléctricas) y efectuar las maniobras necesarias para su control y para la prevención del shock.
10. Conocer cómo tratar problemas de inhalación o ingestión de sustancias tóxicas.
11. Asegurarse de realizar un traslado adecuado de personas afectadas por algún accidente o siniestro a zonas seguras.

**CONTROL DE CAMBIOS:** Documento nuevo.

<small>ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.</small>
---

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 25. Procedimiento de actuado ante movimientos sísmicos

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento para emergencias provocadas por movimientos sísmicos.	<b>Código:</b> Página: 1 de 5
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

**OBJETIVO:**

Establecer el procedimiento adecuado a seguir en planta, durante y después de una emergencia provocada por movimientos sísmicos.

**ALCANCE:**

Este documento se aplica a la generadora I, II.

**RESPONSABILIDADES:**

**Ingeniero de Seguridad Industrial.**

- Es responsabilidad del Ingeniero de seguridad industrial velar por que se cumpla a cabalidad este procedimiento.
- Es responsabilidad del ingeniero de seguridad industrial, mantener comunicación abierta en el momento (durante y después) del movimiento sísmico.

**Gerente de Planta.**

- Es responsabilidad del Gerente de Planta velar por que se cumpla a cabalidad este procedimiento.
- Es responsabilidad del Gerente de Planta, mantener comunicación abierta en el momento (durante y después) del movimiento sísmico.
- El Gerente de Planta es responsable de velar por que se realicen todas las maniobras necesarias para aminorar los daños causados por la contingencia. En comunicación abierta con los ingenieros encargados de las distintas áreas, y los jefes de mecánicos o eléctricos.

ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.
---



## Continuación del apéndice 25.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento para emergencias provocadas por movimientos sísmicos.	<b>Código:</b> Página: 2 de 5
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

- Es responsabilidad del Gerente de Planta declarar el estado de REACCION en planta, a juicio propio, luego de una evolución rápida de la situación, en base a la información aportada por todo el equipo de ingenieros y jefes de mecánicos de planta.
- Es responsabilidad del Gerente de Planta, autorizar el reingreso de personal a las instalaciones de planta, luego de la evaluación y diagnostico del estado de las instalaciones, equipos (realizada por depto de seguridad industrial) y extinción del riesgo.

**Ingeniero de Operaciones.**

- Es responsabilidad del Ingeniero de operaciones velar por que se cumpla a cabalidad este procedimiento.
- El Ingeniero de operaciones es responsable de velar por que se realicen todas las maniobras necesarias para aminorar los daños causados por la contingencia. En comunicación abierta con los ingenieros encargados de las distintas áreas, y los jefes de mecánicos o eléctricos.
- Es responsabilidad del ingeniero de operaciones, mantener comunicación abierta en el momento (durante y después) del movimiento sísmico. Con los encargados de las diferentes áreas de la planta.

**Ingeniero de Motores.**

- Es responsabilidad del Ingeniero de motores velar por que se cumpla a cabalidad este procedimiento.
- Es responsabilidad del ingeniero de motores velar por que las inspecciones de cimientos de motores, couplings se realicen de la manera correcta.

<b>ORIGINADO POR:</b> / Seguridad Industrial <b>REVISADO POR:</b> E.Mendez / Gerente de Operaciones <b>APROBADO POR:</b> Rodriguez / Gerente de Planta.
--

## Continuación del apéndice 25.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento para emergencias provocadas por movimientos sísmicos.	<b>Código:</b> Página: 3 de 5
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

**Ingeniero Eléctrico.**

- Es responsabilidad del ingeniero eléctrico velar por que se cumpla a cabalidad este procedimiento.
- Es responsabilidad del ingeniero eléctrico velar por que las inspecciones subestaciones y generadores se realicen de la manera correcta.
- Es responsabilidad del ingeniero eléctrico, apoyar en las maniobras necesarias para aminorar la contingencia, al ingeniero de operaciones.

**Operadores**

- Es responsabilidad de los operadores realizar las maniobras necesarias para aminorar la contingencia.
- Es responsabilidad de los operadores permanecer en estado de alerta 20 minutos después de la contingencia, con el propósito de identificar desde cuarto de control un mal funcionamiento de equipos y sistemas ó estructuras, niveles de tanques etc.
- Es responsabilidad de operadores, seguir este procedimiento fielmente.

**Mecánicos ó Eléctricos**

- Es responsabilidad de los mecánicos o eléctricos permanecer en estado de alerta 20 minutos después de la contingencia, con el propósito de identificar en cuarto de maquinas y exterior de la planta un mal funcionamiento de equipos y sistemas, tanques de almacén ó estructuras, subestaciones, transformadores etc.
- Es responsabilidad de mecánicos y eléctricos, seguir este procedimiento fielmente.

ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.
---

Continuación del apéndice 25.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento para emergencias provocadas por movimientos sísmicos.	<b>Código:</b> Página: 4 de 5
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

**DEFINICIONES:**

**Ruta de evacuación:** se refiere a las áreas destinadas par la libre locomoción de personas durante una emergencia.

**Señalización de ruta:** orientación de las personas hacia un lugar seguro alejado del peligro

**Evacuación:** retirada inmediata de los lugares donde se presente una amenaza para las personas del lugar.

**Punto de encuentro:** lugar de convergencia de todas las personas evacuadas,

1. Mantener la calma y extenderla a los demás donde quiera que se encuentren
2. Manténgase alejado de ventanas, cuadros, cristales y objetos que puedan caerse
3. En caso de peligro, protéjase debajo de los dinteles de las puertas o de algún mueble sólido, como mesas, escritorios o camas; cualquier protección es mejor que ninguna.
4. Si está en un gran edificio no se precipite hacia las salidas, ya que las escaleras pueden estar congestionadas de gente.
5. No utilice los ascensores; la fuerza motriz puede interrumpirse.
6. Si está en el exterior, manténgase alejado de los edificios altos, postes de energía eléctrica y otros objetos que le puedan caer encima. Diríjase a un lugar abierto.
7. Si va conduciendo, pare y permanezca dentro del vehículo, teniendo la precaución de alejarse de puentes, postes eléctricos, edificios dañados o zonas de desprendimientos.

**CONTROL DE CAMBIOS:** Documento nuevo.

ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.
---

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 26. Procedimiento de paro de emergencia de todas las plantas

*Planta de generación de energía eléctrica GESUR*

**Título:** Procedimiento de disparo de la planta

**Código:** Página: 1 de 4

**Fecha de Edición:** Enero 20, 2009

**Edición:** 001

**Fecha de Revisión:** Mayo 18, 2010

### **OBJETIVO:**

Definir un procedimiento adecuado para detener el proceso de generación de energía eléctrica durante una emergencia.

### **ALCANCE:**

Este documento se aplica a la generadora I, II, incluyendo todas las actividades que representen una amenaza para las instalaciones y personas del lugar

### **RESPONSABILIDADES:**

- **Ingeniero de Seguridad Industrial**
  - Es la persona encargada de velar por el control de riesgo dentro de la planta
  - Dar a conocer y velar por que se cumpla fielmente este procedimiento.
  - Persona encargada de calificar el grado de emergencia que amenace las instalaciones y los procesos de la planta.
- **Ingenieros eléctricos o mecánicos**
  - Es responsabilidad de los ingenieros en planta coordinar con el ingeniero de seguridad industrial parar equipos o cortar la alimentación eléctrica para las diferentes áreas de la generadora.
  - Es responsabilidad de los ingenieros mecánicos y eléctricos, determinar la mejor manera de realizar el disparo de toda la planta.

ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones  
APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.

Continuación del apéndice 26.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento de disparo de la planta	<b>Código:</b> Página: 2 de 4
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

- **Supervisor de Seguridad industrial**
  - Es el encargado de supervisar equipos y trabajos de alto riesgo que amenace la integridad física de las personas del lugar.
  - Es la persona encargada de supervisar las actividades de seguridad velando por el cumplimiento de las mismas.
- **Mecánicos/Eléctricos**
  - Es responsabilidad de los mecánicos o eléctricos disparar todos los equipos mecánicos o eléctricos en caso de una emergencia.
  - Determinar si la amenaza es directamente de un equipo o sistema independiente. Comunicando la información al ingeniero de seguridad industrial.
  - Tomar en cuenta todos los aspectos de seguridad y seguir fielmente este procedimiento.

**DEFINICIONES:**

***Disparo de emergencia:*** se refiere a detener todos los procesos de la planta o en otras palabras parar todos los equipos de generación de energía eléctrica.

***Aislamiento:*** Se refiere a dejar fuera de funcionamiento un área determinada de la planta

***Operador:*** es la persona encargada de controlar el funcionamiento de los motores de generación

***Motor de generación:*** motor de combustión interna que acoplado a un generador produce energía eléctrica.

***Bombas:*** equipo que transmite energía a un fluido, forzando su desplazamiento a lo largo de un conducto.

ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.
---

## Continuación del apéndice 26.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento de disparo de la planta	<b>Código:</b> Página: 3 de 4
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

**NOTA:** si la emergencia amenaza a toda la instalación se debe disparar desde el interruptor principal toda la planta. Es obligatorio informar al AMM del tipo de emergencia desarrollado en planta.

**Procedimiento de disparo de emergencia en planta:**

1. En caso de riesgo potencial, y este amenace a toda la instalación, el operador o jefe inmediato deberá parar inmediatamente todos los motores de generación.
2. Los equipos como: bombas de circulación de aceite térmico, bombas para carga y descarga de hidrocarburos, y subestaciones, deberán dejar de operar, parando y cerrando sus respectivos equipos e interruptores.
3. Si los controles no responden, y los equipos no dejan de funcionar se tendrá que cortar el suministro de energía eléctrica a través del interruptor principal.
4. En el caso de emergencia en un motor y al activar el disparo de emergencia no deje de trabajar, se deberá cerrar la válvula de alimentación de combustible en la entrada a las bombas de circulación de combustible.
5. Si una emergencia potencial se presenta en el área de los motores del 6-11 y se desea parar todos los motores, se deberá cerrar la válvula de entrada a la bomba de pre-presión de combustible. junto al filtro automático de bluref 2 DN 150
6. Si una emergencia potencial se presenta en el área de los motores GCA 1 y 2, 12-17, se deberá cerrar la válvula de entrada a la bomba de pre-presión de combustible. junto al filtro automático de DN 200 y filtro automático de GCA.
7. En caso de que el desarrollo de la emergencia no se pueda contener por medios propios, se deberá notificar a instituciones externas solicitando ayuda.
8. Para cada emergencia los grupos internos de apoyo, deberán activar sus respectivos planes para el control de la emergencia. Inmediatamente se procede a la evacuación.

<b>ORIGINADO POR:</b> / Seguridad Industrial <b>REVISADO POR:</b> E.Mendez / Gerente de Operaciones <b>APROBADO POR:</b> Rodríguez / Gerente de Planta.
--

Continuación del apéndice 26.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento de disparo de la planta	<b>Código:</b> Página: 4 de 4
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

9. La comunicación entre los diferentes grupos de apoyo deberá ser fluida en todo momento. Estos deberán informar a los grupos de socorro externos, acerca de la situación actual.

10. Inmediatamente se deberá informar al AMM (administrador del mercado mayorista), el motivo por el cual la planta, está saliendo de operación.

**CONTROL DE CAMBIOS:** Documento nuevo.

ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial    REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.
--

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 27. Procedimiento de evacuación del personal en planta

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento de Evacuación	<b>Código:</b> Página: 1 de 5
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

**OBJETIVO:**  
Definir un procedimiento, para la evacuación organizada y eficiente de las personas que se encuentren dentro de las instalaciones de la planta.

**ALCANCE:**  
Este documento se aplica a la generadora I, II, incluyendo todas aquellas personas que se encuentren en el lugar.

**RESPONSABILIDADES:**

- **Ingeniero de Seguridad Industrial**
  - Es la persona encargada de velar porque la evacuación se realice eficientemente.
  - Dar a conocer y velar por que se cumpla fielmente este procedimiento.
  - Persona encargada de velar porque las rutas de evacuación sean seguras y tengan las dimensiones necesarias para la movilización de personas
- **Ingenieros eléctricos o mecánicos**
  - Es responsabilidad de los ingenieros estar pendientes de cualquier aviso de evacuación del lugar
  - Es responsabilidad de los ingenieros eléctricos, la iluminación de las rutas de evacuación
  - Es responsabilidad de los ingenieros eléctricos, el buen funcionamiento de los sistemas de alarma y altavoces del lugar.

ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.
---



Continuación del apéndice 27.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento de Evacuación	<b>Código:</b> Página: 2 de 5
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

- **Supervisor de Seguridad industrial**
  - Es el encargado de realizar las inspecciones de los equipos de alarma del lugar
  - Es la persona encargada de supervisar las actividades mantenimiento de alarmas, luces de emergencia, y alta voces.
- **Mecánicos/Eléctricos**
  - Es responsabilidad de los mecánicos o eléctricos obedecer cualquier orden o señal de evacuación del lugar
  - Colaborar a evacuar personas con discapacidad cuando estas estén presentes

**DEFINICIONES:**

**Ruta de evacuación:** se refiere a las áreas y pasillos destinados a conducir personas a un lugar seguro durante una emergencia.

**Señalización de ruta:** Señales visibles capaces de orientar a las personas hacia un lugar seguro, alejado del peligro

**Evacuación:** retirada inmediata de los lugares donde se presente una amenaza para las personas del lugar.

**Punto de encuentro:** lugar de convergencia de todas las personas evacuadas,

ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.
---

## Continuación del apéndice 27.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento de Evacuación	<b>Código:</b> Página: 3 de 5
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

**NOTA:** Si durante la evacuación hay personas que se niegan a salir, no forzar su salida, de inmediato, sin perder tiempo se deberá evacuar al resto de personas que desean dejar la instalación. Es muy importante minimizar el tiempo de la evacuación, Inmediatamente se deberá informar al cuerpo de rescate, las áreas en las que se encuentran las personas no evacuadas.

**Procedimiento de evacuación de las instalaciones**

1. Interpretar la orden de evacuación en los medios de información del lugar, toda alarma contra incendios indica evacuación inmediata, realizar la evacuación siguiendo las instrucciones de los grupos de apoyo.
2. Utilizar únicamente las rutas previamente establecidas por el departamento de Seguridad Industrial.
3. Evacuar de forma ordenada y rápida, sin ningún tipo de objetos que dificulte la libre locomoción.
4. Iniciada la retirada o estando fuera del lugar, nunca regresar por objetos olvidados u otras personas.
5. Si hay personas de edad avanzada, con limitaciones físicas, o niños, las demás personas que estén en condiciones deberán colaborar para agilizar su salida.
6. Si la emergencia es producto de un incendio, y el humo se hace presente en el lugar ubique la salida y desplácese de rodillas hasta ella.
7. Si existe fuego aislado, evitar ingresar para ayudar, no abrir puertas ni ventanas, la propagación de las llamas se produce inmediatamente con la entrada de aire. Busque la salida mas próxima, deje a que los socorristas acudan al lugar.
8. Una vez afuera del inmueble, aléjese lo más que pueda para no obstruir el trabajo de los cuerpos de auxilio.

ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.
---

Continuación del apéndice 27.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento de Evacuación	<b>Código:</b> Página: 4 de 5
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

9. El jefe de la brigada de evacuación deberá informar a las demás brigadas, el área afectada por el siniestro, así como de los lugares donde hayan quedado personas que se negaron a evacuar.

10. Se deberá informar a los grupos locales de auxilio, si alguna persona se negó a salir, quedo atrapada o se encuentra herida en el lugar, ellos procederán a realizar las acciones necesarias con las brigadas de rescate.

11. Inmediatamente, estando en el punto de reunión, el personal evacuado debe reportarse con los encargados de los puntos de encuentro (albergues) proporcionando información precisa de cada uno de ellos.

12. Si la evacuación es definitiva, los trabajadores deberán ser enviados a sus casas. Si el motivo de la evacuación es a nivel general, se deberá tener comunicación con autoridades externas para saber la situación en las afueras del lugar.

13. Si la evacuación es momentánea y la amenaza es pequeña, se deberá esperar la orden de reingreso al lugar, teniendo la certeza de que la emergencia fue controlada y las instalaciones y servicios no fueron afectados en lo más mínimo.

**CONTROL DE CAMBIOS:** Documento nuevo.

<small>ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.</small>
---

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 28. Procedimiento para combatir incendios industriales

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento para el combate de incendios industriales	<b>Código:</b> Página: 1 de 5 <b>Edición:</b> 001 <b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	

**OBJETIVO:**  
Definir un procedimiento adecuado para atacar incendios industriales, en forma sistemática, optimizando los recursos disponibles para el control del incendio.

**ALCANCE:**  
Este documento se aplica a la generadora I, II, todo tipo de incendios industriales

**RESPONSABILIDADES:**

- **Ingeniero de Seguridad Industrial**
  - Es la persona encargada de velar por el control de riesgo dentro de la planta.
  - Dar a conocer y velar por que se cumpla fielmente este procedimiento.
  - Persona encargada de que la brigada contra incendios reciba la capacitación adecuada para el control de emergencias en incendios industriales.
- **Ingenieros eléctricos o mecánicos**
  - Es responsabilidad de los ingenieros en planta coordinar con el ingeniero de seguridad industrial el funcionamiento de todo el equipo mecánico y eléctrico para el control de incendios.
  - Es responsabilidad de los ingenieros mecánicos y eléctricos, concientizar a su personal de la importancia de colaborar en las actividades de capacitación contra incendios dentro de la planta.

ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.
---

Continuación del apéndice 28.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento para el combate de incendios industriales	<b>Código:</b> Página: 2 de 5
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

- **Supervisor de Seguridad industrial**
  - Es el encargado de supervisar trabajos de alto riesgo, donde se tenga desprendimiento de metal caliente o chispas.
  - Es la persona encargada de supervisar que las medidas de seguridad en los trabajos de alto riesgo, sean las necesarias para evitar incendios.
- **Mecánicos/Eléctricos**
  - Es responsabilidad de los mecánicos o eléctricos alertar sobre cualquier conato de incendio que pueda presentarse dentro de las instalaciones.
  - Cuando formen parte de alguna brigada, mecánicos o eléctricos, Es responsabilidad colaborar con los grupos de control de emergencias.
  - Tomar en cuenta todos los aspectos de seguridad y seguir fielmente este procedimiento.

**DEFINICIONES:**

***Incendios Industriales:*** Son todos aquellos incendios de grandes proporciones, que se desarrollan dentro de un establecimiento industrial.

***Hidrocarburo:*** Se refiere a todos los derivados del petróleo, con densidades menores a las del agua

***Espuma contra incendios:*** líquido formado de la mezcla de productos espumógenos con agua, cuya densidad le permite flotar sobre la superficie del hidrocarburo bloqueando la entrada de oxígeno.

***Motor de generación:*** motor de combustión interna que acoplado a un generador produce energía eléctrica.

***Bombas contra incendios:*** equipo que transmite energía al agua, forzando su desplazamiento a lo largo de todo el sistema de tuberías.

<small>ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial    REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodríguez / Gerente de Planta.</small>
--

## Continuación del apéndice 28.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento para el combate de incendios industriales	<b>Código:</b> Página: 3 de 5
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

**Cuarto de control:** Lugar desde donde se controla el funcionamiento de los motores de generacion.

**NOTA:** si el incendio amenaza a toda la instalación se debe disparar desde el interruptor principal toda la planta. Es obligatorio informar al AMM del tipo de emergencia desarrollado en planta.

**Procedimiento de Incendios industriales**

1. Interpretar la señal, a través del sistema de alarmas contra incendios. todos los grupos de apoyo deben estar listos lo antes posible para la minimizar los tiempos de intervención.
2. Se aplicara el procedimiento de disparo de emergencia de toda la planta, si el incendio se desarrolla en; subestaciones eléctricas, sistema de aceite térmico, calderas y áreas de tanques de almacén de combustible.
3. Desde el cuarto de control en la generadora 2. por los altavoces, informar a todos los miembros de las diferentes brigadas, el lugar donde el incendio se está desarrollando, determinar a través del sistema de cámaras el equipo o instalación que se quema.
4. Ejecutar inmediatamente el procedimiento de evacuación del personal por las salidas de emergencias hacia el punto de reunión más cercano.
5. Los miembros de la brigada contra incendios antes de intervenir, deben colocarse todo el equipo de bombero así como el equipo autónomo de respiración
6. Declarado el incendio, los miembros de la brigada tienen que estar preparados con los trajes especiales para el combate de incendios, por radio transmisor, coordinar con el personal del departamento hidráulico el arranque de las bombas contra incendios en la cabina principal.

<small>ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial    REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodríguez / Gerente de Planta.</small>
--

Continuación del apéndice 28.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento para el combate de incendios industriales	<b>Código:</b> Página: 4 de 5
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

7. Si el incendio es de origen eléctrico, cortar el suministro de energía eléctrica los brigadistas deben utilizar extintores de polvo químico seco para este tipo de incendios, o en todo caso, utilizar espuma contra incendios para derrames de aceite en transformadores.
8. Si el incendio involucra hidrocarburos, utilizar espuma contra incendios, a manera de formar una capa sobre la superficie del líquido incendiado. Así se romperá el triángulo de fuego.
9. Coordinar con el resto del grupo las acciones para la aplicación de agua de enfriamiento para instalaciones cercanas.
10. Llamar inmediatamente, a los cuerpos de bomberos de áreas cercanas. Para que ayuden con el suministro de agua.
11. Controlar el nivel de agua de reserva en planta, se cuenta con depósitos para combatir incendios, aproximadamente por 45 minutos.
12. El jefe de la brigada deberá coordinar el abastecimiento de agua contra incendios Tener previstos los vehículos y fuentes cercanas de abastecimiento.
13. Controlado el incendio todas las brigadas deberán informar del trabajo realizado, al coordinador y responsable del plan.
14. Después de dar por controlado el incendio, vigilar durante un tiempo la zona afectada, a fin de evitar que el incendio vuelva a resurgir.
15. Controlado el incendio se deberá evitar el ingreso de personas al sitio, se corre el riesgo de que las estructuras colapsen por fatiga mecánica o deformaciones de origen térmico.
16. Se debe implementar un cordón perimetral, para resguardar el orden.

**CONTROL DE CAMBIOS:** Documento nuevo.

<small>ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.</small>
---

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 29. Procedimiento para emergencias médicas

*Planta de generación de energía eléctrica GESUR*

<b>Título:</b> Procedimiento Emergencias Medicas	<b>Código:</b> Página: 1 de 3
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

### **OBJETIVO:**

Definir un procedimiento adecuado para atender y trasladar a personas heridas a los centros de atención medica destinados para estas emergencias

### **ALCANCE:**

Este documento se aplica a la generadora I, II, incluyendo a todas aquellas personas afectadas por una emergencia.

### **RESPONSABILIDADES:**

- **Ingeniero de Seguridad Industrial**
  - Es la persona encargada de velar por la organización y optimización de los recursos disponibles para este tipo de emergencias
  - Dar a conocer y velar por que se cumpla fielmente este procedimientos
- **Supervisor de Seguridad industrial**
  - Es el encargado de supervisar todas las áreas destinadas a la atención de personas heridas,
  - Es la persona encargada de supervisar los equipos utilizados durante una emergencia
- **Mecánicos/Eléctricos**
  - Tomar en cuenta todos los aspectos de seguridad y seguir fielmente este procedimiento.
  - Cuando formen parte de alguna brigada, mecánicos o eléctricos, Es responsabilidad colaborar con los grupos de control de emergencias.

ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones  
APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.



Continuación del apéndice 29.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento Emergencias Medicas	<b>Código:</b> Página: 2 de 3
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

**DEFINICIONES:**

***Centro de atención medica:*** Todo lugar destinado y equipado a la atención medica de pacientes afectados por un desastre.

***Albergue:*** Se refiere a los lugares a ser ocupados por las personas, por tiempo indefinido proporcionándoles alimento y lugares para descansar.

***Brigada de primeros auxilios:*** grupo destinado al rescate y atención de personas heridas durante una emergencia.

**NOTA:** Durante las emergencias medicas, se deberá tener como prioridad todas aquellas personas con mayor probabilidad de vida. Estas tareas se deben realizar en el menor tiempo posible.

1. Al momento de una emergencia, todos los miembros de las brigadas tienen que tener conocimiento de la posición de los puntos de encuentro y albergues del lugar.
2. Al momento de una emergencia los miembros de la brigada de primeros auxilios, deberán desplegar una parte del personal al área afectada y los demás a los puntos de encuentro y los albergues instalados en el lugar.
3. A los albergues deberán acudir médicos, enfermeras, bomberos y personal entrenado para atender heridos.
4. El coordinador del plan deberá, comunicar el arribo de los cuerpos de socorro al lugar, se debe guiar hasta los centros de atención médica y proporcionar información del tipo de emergencia a los cuerpos de socorro.
5. A los albergues se llevaran todos los heridos, allí se tendrá la disponibilidad de vehículos y medicamentos para las personas heridas.

ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodríguez / Gerente de Planta.
---

Continuación del apéndice 29.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento Emergencias Medicas	<b>Código:</b> Página: 3 de 3
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

6. En caso de tener heridos de gravedad los vehículos destinados para trasladar personas servirán para el traslado de personas hacia un centro médico especializado.

7. Se debe tener control sobre las personas evacuadas a los diferentes albergues y puntos de encuentro

**CONTROL DE CAMBIOS:** Documento nuevo.

<b>ORIGINADO POR:</b> / Seguridad Industrial <b>REVISADO POR:</b> E.Mendez / Gerente de Operaciones <b>APROBADO POR:</b> Rodriguez / Gerente de Planta.
--

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 30. Procedimiento de búsqueda y rescate de heridos

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento de búsqueda y rescate	<b>Código:</b> Página: 1 de 4
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

**OBJETIVO:**  
Definir un procedimiento adecuado para el despliegue de personal a las áreas afectadas por el siniestro.

**ALCANCE:**  
Este documento se aplica a la generadora I, II, incluyendo todos los lugares afectados por el siniestro

**RESPONSABILIDADES:**

- **Ingeniero de Seguridad Industrial**
  - Es la persona encargada de velar por la organización y control de las actividades de búsqueda y rescate
  - Dar a conocer y velar por que se cumpla fielmente este procedimiento.
  - Es la persona encargada de comunicarse con los grupos de apoyo exteriores.
- **Supervisor de Seguridad industrial**
  - Es la persona encargada de apoyar en todo momento las actividades de organización y control de las actividades de búsqueda y rescate
- **Mecánicos/Eléctricos**
  - Es responsabilidad de los mecánicos o eléctricos cortar toda alimentación de electricidad a los diferentes equipos del lugar.
  - Tomar en cuenta todos los aspectos de seguridad y seguir fielmente este procedimiento.

ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.
---

Continuación del apéndice 30.

Título: Procedimiento de búsqueda y rescate

Código: Página: 2 de 4

Fecha de Edición: Enero 20, 2009

Edición: 001

Fecha de Revisión: Mayo 18, 2010

**DEFINICIONES:**

**Disparo de emergencia:** se refiere a detener todos los procesos de la planta o en otras palabras para todos los equipos de generación de energía eléctrica.

**Aislamiento:** Se refiere a dejar fuera de funcionamiento un área determinada de la planta.

**Operador:** es la persona encargada de controlar el funcionamiento de los motores de generación.

**Brigada de búsqueda y rescate:** es el grupo debidamente preparado para atender labores de rescate y practica de primeros auxilios básicos en lugares de difícil acceso para las demás personas.

**NOTA:** para la operación de búsqueda y rescate solo podrán participar personas de la brigada de primeros auxilios y brigada contra incendios, debidamente preparados

1. Al producirse una emergencia, todos los miembros de la brigada de rescate y primeros auxilios, tienen que prepararse para atender a los heridos, pensando siempre en las peores consecuencias que se puedan presentar.
2. Al momento de una emergencia el jefe de la brigada de primeros auxilios, deberá desplegar personal al área afectada y los demás a los puntos de encuentro y los albergues.
3. El personal designado al área del siniestro deberá esperar la autorización previa del coordinador del plan, para el ingreso al lugar. Para esto es preciso contar con los informes de los jefes de las brigadas contra incendios y evacuación.
4. El jefe de la brigada de evacuación deberá informar a las demás brigadas, el área afectada por el siniestro, así como de los lugares donde hayan quedado personas que se negaron a evacuar.
5. Junta mente con los miembros de la brigada contra incendios, se realizara una inspección del lugar, en busca de personas que no pudieron evacuar y heridos que permanezcan en el sitio.

ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones  
APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.

Continuación del apéndice 30.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento de búsqueda y rescate	<b>Código:</b> Página: 3 de 4
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

6. El personal de la brigada contra incendios y primeros auxilios, deberán llevar en todo momento el equipo necesario para atender y trasladar a los pacientes hacia una zona segura. Puede ser a un albergue o bien a una ambulancia para trasladarlo a un hospital.

7. Por norma el personal de primeros auxilios, deberá utilizar el equipo de protección personal para manipular a los heridos, esto evitara el contagio de alguna enfermedad por salpicaduras de fluidos corporales de otras personas.

8. Para la aplicación de los primeros auxilios básicos el personal de la brigada deberá utilizar la técnica de mayor a menor probabilidad de vida, ya que durante una emergencia es necesaria la optimización de recursos.

**CONTROL DE CAMBIOS:** Documento nuevo.

<small>ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial    REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.</small>
--

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 31. Procedimiento de reingreso al sitio

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento de reingreso al sitio	<b>Código:</b> Página: 1 de 3
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

**OBJETIVO:**  
Definir un procedimiento adecuado para realizar de forma ordenada y organizada el reingreso al lugar de trabajo.

**ALCANCE:**  
Este documento se aplica a la generadora I, II, y áreas afectadas por la emergencia

**RESPONSABILIDADES:**

- **Ingeniero de Seguridad Industrial**
  - Es la persona encargada de velar porque las actividades de rescate se realicen de forma ordenada y organizada
  - Dar a conocer y velar por que se cumpla fielmente este procedimiento.
  - Persona encargada de calificar el grado de emergencia que amerite el reingreso a las instalaciones.
- **Supervisor de Seguridad industrial**
  - Es el encargado de colaborar con el ingeniero de seguridad industrial en las actividades de reingreso al lugar de trabajo
  - Es la persona encargada de supervisar las actividades de seguridad durante el reingreso al lugar velando por el cumplimiento de las mismas.
- **Mecánicos/Eléctricos**
  - Es responsabilidad de los mecánicos o eléctricos colaborar en las actividades de reingreso al lugar de trabajo.
  - Tomar en cuenta todos los aspectos de seguridad y seguir fielmente este procedimiento.

<b>ORIGINADO POR:</b> / Seguridad Industrial <b>REVISADO POR:</b> E.Mendez / Gerente de Operaciones <b>APROBADO POR:</b> Rodriguez / Gerente de Planta.
--

Continuación del apéndice 31.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento de reingreso al sitio	<b>Código:</b> Página: 2 de 3
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

**DEFINICIONES:**

***Disparo de emergencia:*** se refiere a detener todos los procesos de la planta o en otras palabras parar todos los equipos de generación de energía eléctrica.

***Aislamiento:*** Se refiere a dejar fuera de funcionamiento un área determinada de la planta

***Operador:*** es la persona encargada de controlar el funcionamiento de los motores de generación

***Motor de generación:*** motor de combustión interna que acoplado a un generador produce energía eléctrica.

***Bombas:*** equipo que transmite energía a un fluido, forzando su desplazamiento a lo largo de un conducto.

**NOTA:** todo reingreso al sitio de personas se deberá realizar en forma ordenada, asegurándose que todas la instalación esta en condiciones para reanudar las actividades.

**Procedimiento de Reingreso al sitio**

1. Se debe tener control total de la emergencia y estar seguro de que el lugar es seguro para reanudar las acciones de trabajo.
2. Los jefes de las brigadas son los encargados de realizar el reporte de daños a las instalaciones y presentárselo al gerente de planta
3. El responsable del plan es el único que puede dar la orden de reingreso al sitio.
4. El responsable del plan, en caso de incendios, terremotos, huracanes, o cualquier fenómeno natural de gran magnitud, deberá determinar la suspensión del uso de las instalaciones, esto se hará en función del nivel de riesgo presente en ese, o por el colapso de algunos servicios básicos o de la infraestructura del establecimiento.

ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial    REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.
--

Continuación del apéndice 31.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento de reingreso al sitio	<b>Código:</b> Página: 3 de 3
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

5. Antes del reingreso al sitio, se debe asegurar que los diferentes servicios del lugar como: energía eléctrica, agua, teléfono, ascensores etc. Funcionan perfectamente, sin estos servicios no se podrán reanudar las actividades normalmente.

6. Si el regreso es inmediato, se debe asegurar que todas las personas se encuentren bien.

7. El reingreso se hará en forma ordenada sistemática. Si hay personas con crisis nerviosas u otro tipo de afección, es mejor esperar a que se recuperen fuera del lugar de trabajo o aviarlos a un hospital.

8. En caso de que se pueda ingresar de forma inmediata, el responsable del Plan, debe informar a las personas cual fue la causa que provoco el desalojo del lugar.

**CONTROL DE CAMBIOS:** Documento nuevo.

<small>ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.</small>
---

Fuente: elaboración propia.



## Apéndice 32. Procedimiento para el control de personal evacuado

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento para el control de personal evacuado	<b>Código:</b> Página: 1 de 4
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

**OBJETIVO:**

Definir un procedimiento, para la evacuación controlada, organizada y eficiente de las personas que se encuentren dentro de las instalaciones de la planta.

**ALCANCE:**

Este documento se aplica a la generadora I, II, incluyendo todas aquellas personas que se encuentren en el lugar.

**RESPONSABILIDADES:**

- **Ingeniero de Seguridad Industrial**
  - Es la persona encargada de velar porque la evacuación se realice eficientemente.
  - Dar a conocer y velar por que se cumpla fielmente este procedimiento.
  - Persona encargada de velar porque las rutas de evacuación sean seguras y tengan las dimensiones necesarias para la movilización de personas
- **Ingenieros eléctricos o mecánicos**
  - Es responsabilidad de los ingenieros estar pendientes de cualquier aviso de evacuación del lugar
  - Es responsabilidad de los ingenieros eléctricos, la iluminación de las rutas de evacuación
  - Es responsabilidad de los ingenieros eléctricos, el buen funcionamiento de los sistemas de alarma y altavoces del lugar.

ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.
---

Continuación del apéndice 32.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento para el control de personal evacuado	<b>Código:</b> Página: 2 de 4 <b>Edición:</b> 001 <b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	

- **Supervisor de Seguridad industrial**
  - Es el encargado de realizar las inspecciones de los equipos de alarma del lugar
  - Es la persona encargada de supervisar las actividades mantenimiento de alarmas, luces de emergencia, y alta voces.
- **Mecánicos/Eléctricos**
  - Es responsabilidad de los mecánicos o eléctricos obedecer cualquier orden o señal de evacuación del lugar
  - Colaborar a evacuar personas con discapacidad cuando estas estén presentes

**DEFINICIONES:**

**Ruta de evacuación:** se refiere a las áreas y pasillos destinados a conducir personas a un lugar seguro durante una emergencia.

**Señalización de ruta:** Señales visibles capaces de orientar a las personas hacia un lugar seguro, alejado del peligro

**Evacuación:** retirada inmediata de los lugares donde se presente una amenaza para las personas del lugar.

**Punto de encuentro:** lugar de convergencia de todas las personas evacuadas,

**NOTA:** Si durante la evacuación hay personas que se niegan a salir, no forzar su salida, de inmediato, sin perder tiempo se deberá evacuar al resto de personas que desean dejar la instalación. Es muy importante minimizar el tiempo de la evacuación, Inmediatamente se deberá informar al cuerpo de rescate, las áreas en las que se encuentran las personas no evacuadas.

ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial    REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodríguez / Gerente de Planta.
--

## Continuación del apéndice 32.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento para el control de personal evacuado	<b>Código:</b> Página: 3 de 4
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

**Procedimiento para control de personal evacuado**

1. Todo miembro de la brigada de evacuación debe tener como objetivo, evacuar a las personas del lugar, en forma ordenada y rápida.
2. Coordinar los tiempos de evacuación de las personas en los diferentes pisos de la planta, el propósito es evitar la saturación de de las personas al momento de moverse por los pasillos. Esto se logra con una buena comunicación entre grupos
3. Todo brigadista deberá tener especial cuidado con aquellas personas de edad avanzada, ya que son más propensas a padecer de alta presión, el desplazamiento físico puede causar fatiga o sofocación de las vías respiratorias.
4. Al punto de encuentro, deben asistir los paramédicos del lugar y de los cuerpos de apoyo, para brindar atención medica a quienes lo necesiten.
5. Se debe realizar un censo de las personas evacuadas, se deberán clasificar, las personas en hombres, mujeres, niños (as), y ancianos, esto ayudara a tener un mejor control con las personas y determinar si alguna persona no está presente o a quedado dentro de las instalaciones.
6. Del punto de encuentro ninguna persona podrá retirarse sin previo aviso hacia los encargados del control de personal.
7. Transmitir al personal instrucciones precisas para su permanencia en el punto de encuentro, es importante que las personas permanezcan tranquilas, con el propósito de evitar desordenes que afecten la labor de los brigadistas.
8. En caso de que fuese necesario trasladar a las personas hacia un albergue, con el listado inicial se podrá determinar la cantidad de víveres para las personas.

<small>ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.</small>
---

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 33. Control de brigadistas

*Planta de generación de energía eléctrica GESUR*

**Título:** Procedimiento para el control de brigadistas

**Código:** Página: 1 de 4

**Fecha de Edición:** Enero 20, 2009

**Edición:** 001

**Fecha de Revisión:** Mayo 18, 2010

### **OBJETIVO:**

Definir un procedimiento para el control de brigadistas contra incendios, que intervienen durante una emergencia para minimizar los daños.

### **ALCANCE:**

Este documento se aplica a la generadora I, II, incluyendo todos los miembros de las brigadas contra incendios.

### **RESPONSABILIDADES:**

- **Ingeniero de Seguridad Industrial**
  - Es la persona encargada de velar por el buen desarrollo de las actividades de rescate durante emergencias.
  - Dar a conocer y velar por que se cumpla fielmente este procedimiento.
- **Supervisor de Seguridad industrial**
  - Es el encargado de supervisar equipos y herramientas para el combate de incendios.
  - Es la persona encargada de supervisar las actividades de seguridad velando por el cumplimiento de las mismas.

ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones  
APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.

## Continuación del apéndice 33.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento para el control de brigadistas	<b>Código:</b> Página: 2 de 4
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

**DEFINICIONES:**

***Autocontenido de aire comprimido:*** se refiere al equipo de respiración de los bomberos, el cual en su interior contiene una cantidad limitada de aire para un tiempo no mayor a 30 min.

***Aislamiento:*** Se refiere a dejar fuera de funcionamiento un área determinada de la planta

***Brigada contra incendios:*** Grupo especializado para el control de incendios dentro del lugar de trabajo

***Motor de generación:*** motor de combustión interna que acoplado a un generador produce energía eléctrica.

***Bombas contra incendios:*** equipo que transmite energía a un fluido, forzando su desplazamiento a lo largo de toda la red de tuberías.

**NOTA:** todo miembro de la brigada contra incendios debe estar debidamente registrado, y debe poseer los conocimientos necesarios sobre el control y extinción de incendios.

**Procedimiento para el control de brigadistas contra incendios**

1. Saber el numero asignado de integrantes a los grupos de trabajo, es importante lograr una buena distribución del personal durante una emergencia, el jefe de cada brigada tendrá la lista de los miembros que van a participar en la emergencia.
2. Todo miembro de la brigada al sonar la alarma de nivel bajo de aire en el cilindro, deberá retirarse inmediatamente y ocuparse de otras actividades fuera del lugar,
3. Solamente un vez podrá entrar en acción cada miembro de la brigada contra incendios no ingresar con otro equipo de respiración cargado, puede causar fatiga física extrema y perdida de la conciencia.

ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.
---

Continuación del apéndice 33.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento para el control de brigadistas	<b>Código:</b> Página: 3 de 4
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

4. Durante una emergencia es necesario que al concluir las acciones de búsqueda y rescate, se verifique que estén presentes todos los miembros de las brigadas que intervinieron en el control de una emergencia. Comparar con la lista inicial.

5. Los miembros de las brigadas que sufran lesiones inmediatamente deben abandonar el lugar y recibir atención médica especializada.

6. El personal de la brigada debe tener comunicación en todo momento con el personal externo al lugar de la emergencia, si la situación se complica los miembros de la brigada se deben retirarse de inmediato hacia un lugar seguro.

**CONTROL DE CAMBIOS:** Documento nuevo.

ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.
---

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 34. Procedimiento de posicionamiento de vehículos de rescate

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento de disparo de la planta	<b>Código:</b> Página: 1 de 2
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

**OBJETIVO:**

Definir un procedimiento adecuado para el posicionamiento de vehículos durante las operaciones de mitigación y rescate de los cuerpos de socorro.

**ALCANCE:**

Este documento se aplica a la generadora I, II, incluyendo todos los vehículos designados para tales funciones.

**RESPONSABILIDADES:**

- **Ingeniero de Seguridad Industrial**
  - Es la persona encargada de velar por el control de riesgo dentro de la planta
  - Dar a conocer y velar por que se cumpla fielmente este procedimiento.
  - Persona encargada de calificar el grado de emergencia que amenace las instalaciones y los procesos de la planta.
- **Ingenieros eléctricos o mecánicos**
  - Es responsabilidad de los ingenieros en planta coordinar con el ingeniero de seguridad industrial la utilización de los vehículos a su cargo para la evacuación de personas.
- **Supervisor de Seguridad industrial**
  - Es la persona encargada de supervisar las actividades de seguridad velando por el cumplimiento de las mismas.

<b>ORIGINADO POR:</b> / Seguridad Industrial <b>REVISADO POR:</b> E.Mendez / Gerente de Operaciones <b>APROBADO POR:</b> Rodriguez / Gerente de Planta.
--

## Continuación del apéndice 34.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento de disparo de la planta	<b>Código:</b> Página: 2 de 2
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

**DEFINICIONES:**

***Vehículos para la evacuación:*** son todos aquellos vehículos destinados para el traslado de personas durante una emergencia.

***Ambulancias:*** Se refiere a los vehículos preparados con equipos especiales para atender personas gravemente heridas.

***Vehículos de vigilancia:*** son los vehículos destinados a velar por la seguridad perimetral de las instalaciones.

**NOTA:** si la emergencia amenaza a toda la instalación se debe disparar desde el interruptor principal toda la planta. Es obligatorio informar al AMM del tipo de emergencia desarrollado en planta.

**Procedimiento para el Posicionamiento de automóviles**

1. Al frente de la emergencia estarán los vehículos para la extinción de incendios o de salvamento, estos deben tener acceso directo hasta la zona afectada.
2. Detrás de de los vehículos de extinción estarán los vehículos para el traslado de heridos tales como ambulancias. U otros vehículos destinados para tales funciones
3. Detrás de los vehículos de rescate, estarán los vehículos para la evacuación de las personas. En estos vehículos pueden viajar personas con heridas menores.
4. Por ultimo estarán los vehículos de vigilancia perimetral, estos son los encargados de velar que al lugar no se acerquen personas ni vehículos que perturben las operaciones rescate.
5. Los vehículos de vigilancia perimetral deben escoltar a vehículo especiales cundo así se requiera o despejar las calles permitiendo la libre locomoción de ambulancias, vehículos de apoyo y vehículos de extinción.

**CONTROL DE CAMBIOS:** Documento nuevo.

<small>ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial    REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.</small>
--

Fuente: elaboración propia.



## Apéndice 35. Procedimiento de evaluación de un simulacro

*Planta de generación de energía eléctrica GESUR*

<b>Título:</b> Procedimiento de disparo de la planta	<b>Código:</b> Página: 1 de 3
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

### **OBJETIVO:**

Definir un procedimiento adecuado para la medición de tiempos de respuesta durante los simulacros realizados dentro de la empresa.

### **ALCANCE:**

Este documento se aplica a la generadora I, II.

### **RESPONSABILIDADES:**

- **Ingeniero de Seguridad Industrial**
  - Es la persona encargada de velar por el control de riesgo dentro de la planta
  - Dar a conocer y velar por que se cumpla fielmente este procedimiento.
  - Persona encargada de calificar el grado de emergencia que amenace las instalaciones y los procesos de la planta.
- **Supervisor de Seguridad industrial**
  - Es la persona encargada de supervisar las actividades de seguridad velando por el cumplimiento de las mismas.
- **Mecánicos/Eléctricos**
  - Tomar en cuenta todos los aspectos de seguridad y seguir fielmente este procedimiento.

ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones  
APROBADO POR: Rodriguez / Gerente de Planta.

Continuación del apéndice 35.

<i>Planta de generación de energía eléctrica GESUR</i>	
<b>Título:</b> Procedimiento de disparo de la planta	<b>Código:</b> Página: 2 de 3
<b>Fecha de Edición:</b> Enero 20, 2009	<b>Edición:</b> 001
	<b>Fecha de Revisión:</b> Mayo 18, 2010

**DEFINICIONES:**

**Ruta de evacuación:** se refiere a las áreas destinadas por la libre locomoción de personas durante una emergencia.

**Señalización de ruta:** orientación de las personas hacia un lugar seguro alejado del peligro

**Evacuación:** retirada inmediata de los lugares donde se presente una amenaza para las personas del lugar.

**Punto de encuentro:** lugar de convergencia de todas las personas evacuadas,

**NOTA:** Todo simulacro debe planificarse previamente, se recomienda realizar dos simulacros durante el año.

**Procedimiento para Simulacros**

1. Medir el tiempo de reacción de los grupos de apoyo y personas
2. Verificar si se llevan a cabo los procedimientos de alarma dentro de la planta.
3. Medir el tiempo de movilización de equipos y vehículos
4. Evaluar los procedimientos de seguridad
5. Evaluar los procedimientos y decisiones claves
6. Medir la fluidez de la comunicación
7. Verificación del funcionamiento del sistema de luces de emergencias
8. Evaluar la identificación de las rutas de evacuación
9. Evaluar las actividades de control de variables en una emergencia
10. Analizar posibles mejoras a los simulacros.
11. Medir el flujo de personas que utilizaran las rutas de evacuación

**CONTROL DE CAMBIOS:** Documento nuevo.

<small>ORIGINADO POR: / Seguridad Industrial    REVISADO POR: E.Mendez / Gerente de Operaciones APROBADO POR: Rodríguez / Gerente de Planta.</small>
--

Fuente: elaboración propia.





## **Anexos**





## Anexo 2. Instalaciones para el abastecimiento de agua contra incendios

 <b>MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES ESPAÑA</b>		 <b>INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO</b>	
<b>NTP 420: Instalaciones de abastecimiento de agua contra incendios</b>			
Installations de distribution d'eau contre l'incendie Fire water supply and distribution systems			
<b>Vigencia</b>	<b>Actualizada por NTP</b>	<b>Observaciones</b>	
Válida			
<b>ANÁLISIS</b>			
<b>Criterios legales</b>		<b>Criterios técnicos</b>	
Derogados: <b>Si</b>	Vigentes:	Desfasados:	Operativos: <b>Si</b>
<b>Redactores:</b>			
Adolfo Pérez Guerrero Ingeniero Industrial			
Emilio Turmo Sierra Ingeniero Industrial			
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO			

- Radio estimado del contorno de 32 kW/m<sup>2</sup> de intensidad de irradiación: 14 metros. Esta distancia se obtendría mediante cálculos empíricos, consultar ref. (6), que permiten en función de la intensidad media de radiación del frente de llama, que en este caso se ha supuesto de 190 kW/m<sup>2</sup> y determinados coeficientes en función de la forma del incendio en el tanque que se ha supuesto cilíndrica y la humedad ambiental, obtener el punto determinado en el que se alcanzaría la intensidad de radiación de 32 kW/m<sup>2</sup>.

Los escenarios de incendio podrían ser clasificados en tres categorías:

- Categoría I. Duración del incendio hasta 10 minutos.
- Categoría II. Duración del incendio del orden de 15 a 60 minutos.
- Categoría III Duración del incendio más de 60 minutos.

Otro parámetro a determinar es el área total afectada por el incendio. Para estimarla se pueden considerar los "Niveles Máximos de Exposición de la Radiación Térmica" de la norma del Institute of Petroleum (IP - Codes). En ella se encuentra el valor umbral de 32 kW/m<sup>2</sup> para los daños estructurales producidos por radiación de calor. Con la base de este valor se puede realizar una ordenación de los escenarios de incendio según la siguiente clasificación:

- Categoría A - El contorno de los 32 kW/m<sup>2</sup> afecta a otro bloque cercano de incendio, por ejemplo: unidad de proceso, instalaciones de almacenamiento, almacén, etc.
- Categoría B - El contorno de los 32 kW/m<sup>2</sup> afecta a más del 25% del equipo localizado dentro del bloque de incendio considerado.
- Categoría C - El contorno de los 32 kW/m<sup>2</sup> afecta al 25% o menos del equipo localizado dentro del bloque de incendio considerado.

## Continuación del anexo 2.

### Abastecimiento de agua contra incendios

Como se ha expuesto anteriormente, los peores casos de escenarios de incendio corresponden a los clasificados como Grupo 1 (fig. 2), en el análisis del riesgo de incendio.

Son situaciones típicamente controlables unos caudales máxicos de 1 kg/s para dardos o chorros de fuego (jet fires) y 2 kg/s para incendios de charco los cuales corresponden a dardos o chorros (jet) de 10-15 m de longitud y a charcos (pool) de 50 m<sup>2</sup> de superficie respectivamente.

Para el cálculo del agua contra incendios requerida para enfriamiento se puede hacer una distinción básica entre tres situaciones de exposición al incendio, cada una con su propia recomendación de cantidad de agua de aplicación, (ver Tabla 1).

EXPOSICIÓN AL INCENDIO	CANTIDAD DE AGUA DE APLICACIÓN
Calor radiante	4-8 litros / min / m <sup>2</sup>
Llama directa incidente	10 litros / min / m <sup>2</sup>
Llama dardo (jet flame)	1000-2000 litros/min (caudal del chorro de manguera)

### Análisis del riesgo de incendio

- Área de incendio: 79 m<sup>2</sup> (la proyección horizontal del propio tanque).
- Velocidad de combustión: 8 kg/s. Este valor se obtendría a partir de los parámetros  $h_c$  (calor de combustión del hexano),  $C_p$


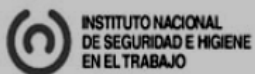

(calor específico del vapor de hexano a presión constante),  $\delta t$  (diferencia entre temperatura de ebullición del hexano, 69°C y la temperatura ambiente, 25°C) y  $h_v$  (calor latente de vaporización del hexano). Consultar ref. (6).

- Estimación de la duración del incendio: 12.8 horas. (Tiempo = 370 t / 8 kg/s = 46250s = 12.8 horas).

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. Norma NTP 420. p. 1.



### Anexo 3. Radiación térmica en incendios de líquidos y gases

											
<h2>NTP 326: Radiación térmica en incendios de líquidos y gases</h2>											
<p>Radiation thermique en incendies de liquides et gaz Heat radiation in fires of liquids and gases</p>											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vigencia</th> <th>Actualizada por NTP</th> <th colspan="2">Observaciones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Válida</td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> </tbody> </table>		Vigencia	Actualizada por NTP	Observaciones		Válida					
Vigencia	Actualizada por NTP	Observaciones									
Válida											
<b>ANÁLISIS</b>											
<b>Criterios legales</b>		<b>Criterios técnicos</b>									
Derogados: <b>Si</b>	Vigentes:	Desfasados:	Operativos: <b>Si</b>								
<p>Redactor:</p> <p>Emilio Turmo Sierra Ingeniero Industrial</p> <p>CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO</p>											

### Radiación térmica en un incendio

La intensidad de la radiación térmica recibida por un ser vivo u objeto situado en el campo de influencia de un incendio depende de las condiciones atmosféricas (humedad ambiente), de la geometría del incendio (diámetro de la base del incendio, altura de las llamas y distancia al punto irradiado) y de las características físico-químicas del producto en combustión.

La determinación de la intensidad de irradiación por unidad de superficie que se recibe en un punto P situado a una distancia c del incendio (figura 1) puede estimarse mediante la ecuación:

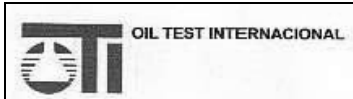
$$q = d F E$$

siendo:

- q = Intensidad de irradiación a una distancia determinada (kW/m<sup>2</sup>).
- d = Coeficiente de transmisión atmosférica (adimensional).
- F = Factor geométrico de visión, de vista o de forma (adimensional).
- E = Intensidad media de radiación de la llama kW/m<sup>2</sup>).

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. Norma NTP 326. p. 1.

## Anexo 4. Certificado de combustible



### Certificado de combustible

Cliente	Textiles Amatitlán	<b>Combustible Heavy Fuel Oil</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
Referencias	N/A	Calor de Combustión	42,875,158	J/Kg
Otra referencia	OTIGT-0031	Calor Latente de Vaporización	348,900	J/Kg
Terminal	Amatitlán	Temperatura de Ebullición.	220	°C
Localización	Guatemala	Calor Especifico medio a presión constante.	2,092	J/(Kg°C)
Producto	Fuel oil (bunker)	Presión de Vapor Saturado. (30°C)	4190	Pa.
Prueba obtenida por	Textiles del lago	Densidad	967	Kg/m <sup>3</sup>
Muestra obtenida de	Tanque de Bunker refinería			
Fecha	Enero 2009			
Analizado por	OTI Guatemala			
Fecha de análisis	Febrero 2009			

### Reporte de análisis

Prueba	Unidades	Método	especificaciones	Resultados
Densidad a 15 °C	Kg/m <sup>3</sup>	D 1298	Reporte	917.1
Viscosidad cinemática a 40°C	cSt	D444	Reporte	59.0
Viscosidad cinemática a 100°C	cSt	D445	Reporte	21.3
Azufre	Wt %	D4294	Reporte	1.96
Residuos de carbón conradson	Wt %	D 189	Reporte	5.9
ASH	Wt %	D 482	Reporte	2.56
Total de sedimentos	Wt %	D 4870	Reporte	0.086
Punto de inflamación	°C	D 93	Reporte	69.1
Poder de combustión	Mj/Kg	D 240	Reporte	40.2
Punto de congelación	°C	D 97	Reporte	-15
Asfáltenos	Wt %	IP 143	Reporte	1.59
Vanadio	ppm	D 5863 B	Reporte	156
Sodio	ppm	D 5863 B	Reporte	72
Aluminio	ppm	IP 377	Reporte	P.I.
Silicón	ppm	IP 377	Reporte	P.I.
Agua por destilación	Vol %	D 95	Reporte	0.2
Sedimentos de extracción	Wt %	D 473	Reporte	0.067
Calcio	Ppm	D 5863 B	Reporte	156
Fósforo	Ppm	D 5863 B	Reporte	39
Sulfuro de hidrogeno H2S	ppm		Reporte	3

Fuente: planta Gesur. Amatitlán.

## Anexo 5. Manual medidor de gases

# Dräger X-am<sup>®</sup> 1100 / 1700 / 2000

approved as type LQG 00xx

### Cuidados

El aparato no necesita cuidados especiales.

- Si el aparato está muy sucio puede lavarse con agua fría. Si es necesario utilícese una esponja para el lavado.

**ATENCIÓN:**  
Los objetos de limpieza ásperos (cepillos, etc.), detergentes y disolventes pueden dañar los filtros de agua y polvo.

- Secar el aparato con un paño.

### Datos técnicos

Extracto:  
Para más detalles véase el manual técnico<sup>1)</sup>.

Condiciones ambientales:	
Durante el funcionamiento y el almacenamiento	de -20 a 50 °C (-20 a 40 °C con baterías individuales NiMH, tipo 180AAHC) de 700 a 1300 hPa de 10 hasta 90% (hasta 95% brevemente) h. r.
Clase de protección	IP 67 para dispositivo con sensores
Volumen de la alarma	volumen típico 90 dB (A) a 30 cm de distancia
Tiempo de funcionamiento	
- Pila alcalina	12 horas en condiciones normales
- Batería NiMH	12 horas en condiciones normales
Dimensiones	aprox. 130 x 48 x 44 mm (alto x ancho x profundo)
Peso	aprox. de 220 a 250 g
<b>Marcado CE:</b>	Compatibilidad electromagnética (directiva 89/336/CEE) Directiva de baja tensión (directiva 72/23/CEE) Protección contra explosiones (directiva 94/9/CEE)
<b>Autorizaciones:</b>	(véase "Notes on Approval" en la página 113)

### Mantenimiento

Según EN 50073 el aparato debe ser sometido a mantenimiento / ajustes en intervalos de tiempo regulares por personal cualificado.

### Eliminar el aparato

Desde agosto de 2005 están vigentes las normativas europeas sobre eliminación de dispositivos eléctricos y electrónicos que están determinadas en la directiva europea 2002/96/CE y en las leyes nacionales y que afectan a este aparato.

Para el uso doméstico se establecen posibilidades especiales de recogida y reciclaje. Ya que este dispositivo no está previsto para el uso doméstico tampoco puede ser desechado por estos medios. Para su eliminación puede ser enviadas de vuelta a su distribuidora nacional Dräger Safety, con la que puede contactar si tiene dudas sobre la eliminación.

Extracto: Para más detalles, véanse las fichas técnicas de los sensores utilizados<sup>1)</sup>.

	Ex	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	CO
Principio de medición	Combustión catalítica	electroquímica	electroquímica	electroquímica
Tiempo de respuesta t <sub>0,50</sub>	≤7 segundos para metano ≤30 segundos para nonano <sup>5)</sup>	≤6 segundos	≤6 segundos	≤6 segundos
Ámbito de medición	0 a 100 %LIE (alcalinos desde metano a nonano, valores LIE según EN 61779-1)	0 hasta 25 % vol.	0 a 200 ppm H <sub>2</sub> S (certificado para 1 a 100 ppm)	0 a 2000 ppm CO (certificado para 3 a 500 ppm)
Diferencia del punto cero (EN 45544)	---	---	2 ppm	6 ppm
Desviación del aparato	---	---	≤1 % del valor de medición/mes	≤1 % del valor de medición/mes
Tiempo de calentamiento	35 segundos	≤5 minutos	≤5 minutos	≤5 minutos
Influencia de venenos - sulfuro de hidrógeno H <sub>2</sub> S, 10 ppm	≤1 %LIE/ 8 horas	---	---	---
Hydrocarburos halogenados, metales pesados, sustancias que contengan silicón, azufre o que sean polimerizables	Envenenamiento posible			
Exactitud de la medición [% del valor de medición]	≤5	≤1	≤2	≤2
Normas Función de medición para protección contra explosión y medición de falta y exceso de oxígeno y de gases tóxicos, EXAM, Essen, Germany: BVS 06 ATEX G 006 X), PFG 06 G 001	EN 61779-1 <sup>2)</sup> EN 61779-4 EN 50271	EN 50104 (medición de falta y exceso de oxígeno) EN 50271	EN 45544-1 <sup>3)</sup> EN 45544-2 EN 50271	EN 45544-1 <sup>4)</sup> EN 45544-2 EN 50271

1) El manual técnico y las fichas técnicas de los sensores utilizados se adjuntan en CD.  
2) El aparato reacciona con la mayoría de los gases y vapores combustibles. La sensibilidad es diferente, en función de gas. Recomendamos una calibración con el gas final a medir. Para la serie de alcalinos, la sensibilidad se reduce de metano a nonano.

3) Las señales de medición se pueden ver influenciadas de forma activa por dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno y de forma pasiva por cloro.  
4) Las señales de medición se pueden ver influenciadas de forma activa por acetileno, hidrógeno y monóxido de nitrógeno.

5) Para concentraciones en caída el tiempo de ajuste de nonano puede ser más prolongado (hasta 170 segundos).

Fuente: Manual Dräger. p. 3.

## Anexo 6. Norma NFPA 704

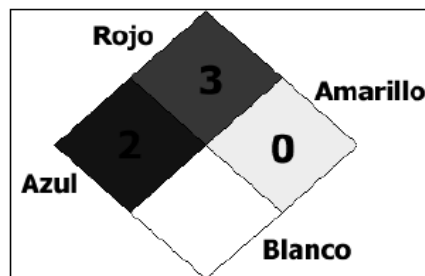
### NFPA 704

La NFPA (National Fire Protection Association), una entidad internacional voluntaria creada para promover la protección y prevención contra el fuego, es ampliamente conocida por sus estándares (National Fire Codes), a través de los cuales recomienda prácticas seguras desarrolladas por personal experto en el control de incendios.

La norma NFPA 704 es el código que explica el diamante del fuego, utilizado para comunicar los peligros de los materiales peligrosos. Es importante tener en cuenta que el uso responsable de este diamante o rombo en la industria implica que todo el personal conozca tanto los criterios de clasificación como el significado de cada número sobre cada color. Así mismo, no es aconsejable clasificar los productos químicos por cuenta propia sin la completa seguridad con respecto al manejo de las variables involucradas. A continuación se presenta un breve resumen de los aspectos más importantes del diamante.

La norma NFPA 704 pretende a través de un rombo seccionado en cuatro partes de diferentes colores, indicar los grados de peligrosidad de la sustancia a clasificar.

El diagrama del rombo se presenta a continuación:



Continuación de anexo 6.

**ROJO:** Con este color se indican los riesgos a la inflamabilidad.

**AZUL:** Con este color se indican los riesgos a la salud.

**AMARILLO:** Con este color se indican los riesgos por reactividad (inestabilidad).

**BLANCO:** En esta casilla se harán las indicaciones especiales para algunos productos.

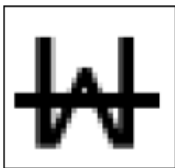
Como producto oxidante, corrosivo, reactivo con agua o radiactivo.

Los símbolos especiales que pueden incluirse en el recuadro blanco son:

**OXI** Agente oxidante

**COR** Agente corrosivo

Reacción violenta con el agua



Radioactividad



Fuente: Norma NFPA 707. p. 5.

Anexo 7. Hoja de seguridad acido sulfúrico



Corporación Química Omega S.A. de C.V.

ÁCIDO SULFÚRICO

HOJA DE SEGURIDAD DE MATERIALES


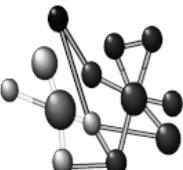

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD PARA SUSTANCIAS QUÍMICAS  
De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2000

CLASIFICACIÓN N.F.P.A.		NOMBRE DEL MATERIAL	
	SALUD: 3-ALTO	<b>ÁCIDO SULFÚRICO AL 98%</b>	
	INFLAMABILIDAD: 0-MINIMO	<b>NOMBRE QUIMICO: ACIDO SILFURICO</b>	
	REACTIVIDAD: 2-MODERADO	<b>FAMILIA QUIMICA: ACIDOS MINERALES</b>	
RIESGOS ESPECIALES: Reacciona violentamente con el agua		No. CAS 7664-93-9	No. O.N.U. UN - 1830
		<b>SINÓNIMO: ACEITE DE VITRIOLO</b>	




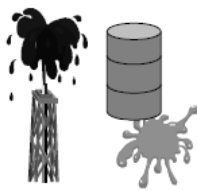
TELEFONO DE EMERGENCIAS SETIQ : 01 800 00214 00

<p><b>PROPIEDADES FÍSICAS</b></p>	ESTADO FÍSICO : Líquido	% Y NOMBRE DE LOS COMPONENTES  <b>Ácido Sulfúrico puro al 98.0%</b>
	COLOR, OLOR : <i>Incoloro de olor picante y penetrante.</i>	
	PUNTO DE EBULLICIÓN : <i>340°C</i>	
	PUNTO DE INFLAMACIÓN : <i>N. A.</i>	
	DENSIDAD DE VAPOR : -----	
	DENSIDAD RELATIVA : <i>1.83 (18/14°C)</i>	
	PRESIÓN DE VAPOR : -----	
	SOLUBILIDAD EN EL AGUA : <i>Completa</i>	
	% DE VOLATILIDAD : -----	

Continuación del anexo 7.

 Corporación Química Omega S.A. de C.V.	
 <p>Fórmula : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> PROPIEDADES QUÍMICAS</p>	<p>NOMBRE QUÍMICO : <i>Ácido Sulfúrico</i></p> <p>PESO MOLECULAR : <i>98 u.m.a.</i></p> <p>TEMPERATURA DE DESCOMPOSICIÓN : -----</p> <p>CALOR DE VAPORIZACIÓN : -----</p> <p>VELOCIDAD DE EVAPORACIÓN : -----</p> <p>CORROSIVIDAD : <i>Muy corrosivo para materiales ferrosos y aleaciones.</i></p>
 <p>INFLAMABILIDAD Y EXPLOSIVIDAD</p>	<p><b>RIESGOS</b></p> <p>TEMPERATURA DE AUTOIGNICIÓN : <i>No Aplica.</i></p> <p>TEMPERATURA DE FUSIÓN : -----</p> <p>CALOR DE COMBUSTIÓN : <i>No Aplica.</i></p> <p>L.S. EXPLOSIVIDAD : <i>No Aplica.</i></p> <p>L.I. EXPLOSIVIDAD : <i>No Aplica.</i></p> <p>GASES PRODUCTO DE LA COMBUSTIÓN : <i>No Aplica.</i></p>
 <p>TOXICIDAD</p>	<p>LIMITES DE EXPOSICIÓN : -----</p> <p>CONCENTRACIÓN LETAL (LD-50) : <i>TLV= 1mg/m<sup>3</sup></i></p> <p>ENFERMEDADES QUE OCASIONA : -----</p>
<p>MEDIOS DE EXPOSICIÓN :</p>	<p>EFECTOS :</p>
<p>INHALACIÓN :</p> <p>CONTACTO CON LA PIEL :</p> <p>CONTACTO CON LOS OJOS :</p> <p>INGESTIÓN :</p>	<p><i>Sensación sofocante. Irrita las mucosas respiratorias y si la víctima tiene una exposición prolongada dañará severamente el tracto respiratorio quemándolo. En caso severo de congestión pulmonar, víctima pálida con sudoración, secreciones espumosas en la boca.</i></p> <p><i>Por contactos cortos y repetidos puede causar dermatitis. Causa quemaduras severas.</i></p> <p><i>Puede causar quemaduras con daños irreversibles.</i></p> <p><i>Daña severamente el tracto digestivo quemándolo.</i></p>
 <p>REACTIVIDAD</p>	<p>INESTABILIDAD : <i>Estable</i></p> <p>INCOMPATIBILIDAD : <i>Incompatible con agua</i></p> <p>CONDICIONES A EVITAR : <i>Fuego o calor directo, almacenamiento con sustancias incompatibles</i></p> <p>PRODUCTOS PELIGROSOS DE LA DESCOMPOSICIÓN : <i>Gas hidrógeno, vapores que pueden sofocar a la víctima.</i></p> <p>REACCIONES VIOLENTAS : -----</p> <p>POLIMERIZACIÓN PELIGROSA : <i>No existe polimerización peligrosa</i></p>

Continuación del anexo 7.

 Corporación Química Omega S.A. de C.V.				
 <p>ALMACENAMIENTO</p>		<p><b>RECIPIENTES CONTENEDORES :</b> Se debe almacenar en recipientes de plástico o en recipientes metálicos recubiertos con polietileno. También se puede almacenar en botellas de vidrio o fibra de vidrio.</p> <p><b>CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO :</b> Almacénese en lugares frescos, secos, bien ventilados, separándose de álcalis o de metales. En áreas donde se almacene este producto, deben existir estaciones de emergencia.</p>		
<b>EMERGENCIAS</b>				
 <p>FUEGO</p>		<p><b>MEDIO DE EXTINCIÓN :</b> Bióxido de carbono, polvo químico seco, espuma, nunca niebla de agua.</p> <p><b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PARA COMBATIRLO :</b> Debe usarse ropa protectora especial para combate de incendios y equipos respiratorios de presión positiva, preferentemente equipo de aire autónomo.</p> <p><b>PROCEDIMIENTO ESPECIAL PARA EL COMBATE DE INCENDIOS :</b> Aproximarse al fuego en dirección del viento y evitar los vapores peligrosos. Extinga el fuego con agentes extintores adecuados para aislar el fuego.</p> <p><b>PELIGROS DE FUEGO O EXPLOSIÓN NO USUALES :</b> Fuego o calor directo a los contenedores puede hacer que emita vapores tóxicos e inflamables si se alcanza la temperatura de ebullición.</p>		
 <p>FUGAS O DERRAMES</p>		<b>DERRAME O FUGA MENOR</b>	<b>DERRAME O FUGA MAYOR</b>	
		<p><b>MEDIO DE ABSORCIÓN O NEUTRALIZACIÓN :</b></p>	<p><i>Ventile la zona del derrame o fuga, evite el agua en el punto de la fuga. Puede ser absorbido en arena seca, tierra ó en un material similar. Se puede neutralizar con solución de soda ash ó cal apagada, posteriormente lavar con abundante agua.</i></p>	<p><i>Utilice agua en forma de cortina para reducir los vapores o desviar la nube de vapor.</i></p>
		<p><b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA RECOGERLO :</b></p>	<p><i>Goggles, lentes de seguridad, careta o pantalla facial, máscara con cartuchos para ácidos y vapores orgánicos</i></p>	<p><i>Careta o pantalla facial, traje de protección nivel A, ropa antiácida de permatrón, botas y guantes antiácidos, equipo respiratorio con línea de aire.</i></p>
<p><b>COMO CONTENERLO :</b></p>		<p><i>Selle la fuga con sellos de neopreno. Construya diques para contener el derrame. Contenga el material para evitar su introducción a vías fluviales, alcantarillas, sótanos o áreas confinadas.</i></p>		
<p><b>COMO DESTRUIRLO :</b></p>		<p><i>Use agua en forma de rocío y disperse los gases. Controle y aisle la descarga del material para disponer convenientemente de él. Después de haberlo recolectado envíelo a un relleno de tierra sanitario adecuado.</i></p>		
<p><b>OTROS PROCEDIMIENTOS :</b></p>		<p><i>Neutralizar el ácido, evacue al personal. En caso de un vagón o tanque involucrado en un fuego o derrame, considere una evacuación inicial de 800m a la redonda.</i></p>		

Fuente: Química omega.



## Anexo 8. NFPA 24

24-16

INSTALACIÓN DE TUBERÍAS PARA SERVICIO PRIVADO DE INCENDIOS Y SUS ACCESORIOS

### 8.2 Ubicación.

8.2.1 Donde son utilizadas casetas de manguera, estas deben estar ubicadas sobre o inmediatamente adyacentes a, el hidrante.

8.2.2 Los hidrantes dentro de casetas de manguera deben estar tan cerca del frente de la caseta como sea posible y permitir suficiente espacio detrás de las puertas para las salidas de las mangueras y las mangueras conectadas.

8.2.3 Donde son utilizados carreteles o porta mangueras, estos deben ser ubicados de modo que la manguera pueda ser puesta en uso en un hidrante.

### 8.3 Construcción.

8.3.1 Las casetas para manguera deben ser de construcción resistente en los cimientos.

8.3.2 La construcción debe proteger la manguera del clima y sabandijas y deben estar diseñadas para que las líneas de manguera puedan ser puestas en uso.

8.3.3 Debe ser provisto espacio libre para la operación de la llave del hidrante.

### 8.3.4 Debe ser provista ventilación.

8.3.5 El exterior debe estar pintado o protegido de otra manera contra deterioro.

8.4\* **Tamaño y Disposición.** Las casetas de mangueras deben ser de un tamaño y disposición que proporcione estantes o bastidores para las mangueras y equipo.

8.5 **Marcado.** Las casetas de mangueras deben estar claramente identificadas.

### 8.6 Equipo General.

8.6.1\* Cuando son usadas casetas de manguera además de manguera, cada una debe estar equipada con lo siguiente:

- (1) Dos boquillas de chorro sólido – aspersión, ajustables, aprobadas, equipadas con dispositivos de cierre para cada tamaño de manguera provisto.
- (2) Una llave de hidrante (además de la llave en el hidrante)
- (3) Cuatro llaves de gancho u horquilla para acoples en cada tamaño de manguera provisto.
- (4) Dos empaques de acople de manguera para cada tamaño de manguera.

8.6.2 Donde son provistos dos diámetros de manguera y boquilla, deben ser incluidos reductores o Yees con control en el equipo de la caseta de manguera.

8.7 **Prohibido el Uso Para Servicio Doméstico.** Debe ser prohibido el uso de hidrantes y mangueras para fines diferentes a los servicios relacionados con incendios.

## Capítulo 9 Chorros Maestros

9.1\* **Chorros Maestros.** Los chorros maestros deben ser cargados por boquillas monitoras, boquillas monitoras montadas en hidrantes y equipo similar para chorros maestros capaz de descargar más de 250 gpm (946 L/min).

9.2 **Aplicación y Consideraciones Especiales.** Deben ser provistos chorros maestros como protección para lo siguiente:

- (1) Grandes cantidades de materiales combustibles localizados en patios.
- (2) Cantidades promedio de materiales combustibles en lugares inaccesibles.
- (3) Ocupaciones que presentan peligros especiales como sea requerido por la autoridad competente.

## Capítulo 10 Tubería Subterránea

### 10.1\* Materiales de Tubería.

10.1.1\* **Listado.** Las tuberías deben estar listadas para servicio de protección de incendio y cumplir con las normas de la Tabla 10.1.1

**Tabla 10.1.1 Normas de Fabricación para Tubería Subterránea**

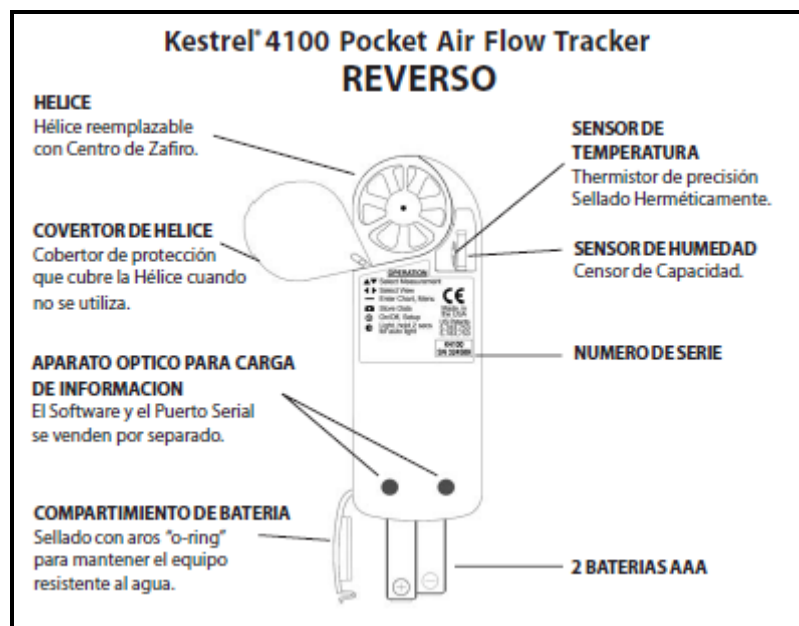
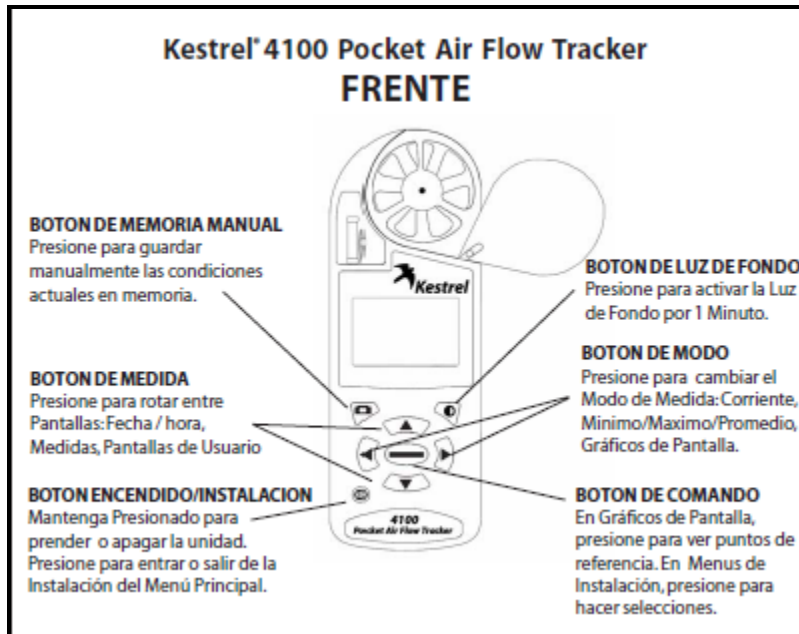
Materiales y Dimensiones (Especificaciones)	Norma
<b>Hierro Dúctil</b>	
<i>Revestimiento de Cemento - Mortero para Tuberías de Hierro Dúctil y Accesorios para Agua</i>	AWWA C104
<i>Encerramiento de Polietileno para Sistemas de Tubería de Hierro Dúctil</i>	AWWA C105
<i>Accesorios de Hierro Dúctil y Hierro Gris, 3 pulgadas hasta 48 pulgadas para Agua y otros Líquidos</i>	AWWA C110
<i>Uniones de Empaquetadura de Caucho para Tubería a Presión y Accesorios de Hierro Dúctil</i>	AWWA C111
<i>Tubería Bridada de Hierro Dúctil con Bridas Roscadas de Hierro Dúctil o Hierro Gris.</i>	AWWA C115

Continuación del anexo 8.

TUBERÍA SUBTERRÁNEA		24- 17	
<b>Tabla 10.1.1 Continuación</b>		<b>Tabla 10.1.1 Continuación</b>	
Materiales y Dimensiones (Especificaciones)	Norma	Materiales y Dimensiones (Especificaciones)	Norma
<i>Recubrimiento Epóxico de Protección Pegadas por Fusión para las Superficies Interior y Exterior de Accesorios de Hierro Dúctil y Hierro Gris para Servicio de Suministro de Agua</i>	AWWA C116	<i>Norma para Tubería de Distribución de Asbesto-Cemento, 4 pulgadas hasta 16 pulgadas, para Agua y Otros Líquidos</i>	AWWA C400
<i>Espesores de Diseño para Tubería de Hierro Dúctil</i>	AWWA C150	<i>Práctica Normativa para la Selección de Tubería de Asbesto-Cemento para Agua</i>	AWWA C401
<i>Tubería de Hierro Dúctil, Formada Centrifugamente para Agua</i>	AWWA C151	<i>Revestimiento de Cemento - Mortero para Líneas de Tubería para Agua de 4 pulgadas y más, en el Sitio</i>	AWWA C602
<i>Accesorios Compactos de Hierro Dúctil para Servicio de Agua</i>	AWWA C153	<i>Norma para la Instalación de Tubería de Agua de Asbesto-Cemento</i>	AWWA C603
<i>Norma para la Instalación de Tuberías Principales de Agua de Hierro Dúctil y sus Accesorios</i>	AWWA C600	<b>Plástico</b>	
<b>Acero</b>		<i>Tubería de Presión de Cloruro de Polivinilo (PVC) de 4 pulgadas hasta 12 pulgadas, para Agua y Otros Líquidos.</i>	AWWA C900
<i>Tubería de Acero para Agua de 6 pulgadas y mayores</i>	AWWA C200	<i>Tubería y Accesorios a Presión en Polietileno (PE), 4 pulgadas (100 mm) hasta 63 pulgadas (1575 mm) para Distribución y Transporte de Agua</i>	AWWA C906
<i>Cubiertas y Revestimientos Protectores de Carbón-Alquitrán para Tubería de Acero para Agua Esmaltada y Encintada aplicada en Caliente</i>	AWWA C203	<b>Cobre</b>	
<i>Revestimientos y Cubiertas Protectoras de Cemento - Mortero para Tubería de Acero para Agua de 4 pulgadas y Mayores Aplicadas en Taller</i>	AWWA C205	<i>Especificación para Tubo de Cobre sin Costura</i>	ASTM B 75
<i>Soldadura en Campo de Tubería de Acero para Agua</i>	AWWA C206	<i>Especificación para Tubo de Cobre para Agua sin Costura</i>	ASTM B 88
<i>Bridas de Tubería de Acero para Servicio de Acueductos, Tamaños de 4 pulgadas hasta 144 pulgadas</i>	AWWA C207	<i>Requisitos para Tubo de Cobre Forjado sin Costura y Tubo de Aleación de Cobre</i>	ASTM B 251
<i>Dimensiones para Accesorios de Tubería de Agua Fabricados en Acero</i>	AWWA C208		
<i>Una Guía para Diseño e Instalación de Tubería de Acero</i>	AWWA M11	<b>10.1.2 Tubería de Acero.</b> No debe ser usada tubería de acero para servicio subterráneo general a menos que este específicamente listada para tal servicio.	
<b>Concreto</b>		<b>10.1.3 Tubería de Acero Usada con Conexiones de Bomberos.</b> Donde esté recubierta y envuelta externamente y galvanizada internamente, debe ser permitido el uso de tubería de acero entre la válvula de no retorno y el acople exterior de manguera para la conexión de bomberos.	
<i>Tubería de Presión en Concreto Reforzado, Tipo Cilindro de Acero para Agua y otros Líquidos</i>	AWWA C300	<b>10.1.4* Tipo y Clase de Tubería.</b> El tipo y clase de tubería para una instalación subterránea particular debe ser determinado a través de la consideración de los factores siguientes:	
<i>Tubería de Presión en Concreto Pretensado, Tipo Cilindro de Acero para Agua y otros Líquidos</i>	AWWA C301	(1) Resistencia al fuego de la tubería	
<i>Tubería de Presión en Concreto Reforzado, No del Tipo Cilindro para Agua y otros Líquidos</i>	AWWA C302	(2) Presión de trabajo máxima del sistema	
<i>Tubería de Presión en Concreto Reforzado, Tipo Cilindro de Acero, Pretensado, para Agua y otros Líquidos</i>	AWWA C303	(3) Profundidad a la cual va a ser instalada la tubería	
		(4) Condiciones del suelo	
		(5) Corrosión	

Fuente: Norma NFPA 24. p. 16.

Anexo 9. Manual de usuario medidor de viento



Fuente: Manual Kestrel. p. 3.

Anexo 10. Norma NTP 399.010-1

<b>NORMA TECNICA PERUANA</b>	<b>NTP 399.010-1 2004</b>
Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI Calle de La Prosa 138 - San Borja (Lima 41) Apartado 145	Lima-Perú
 <b>SEÑALES DE SEGURIDAD. Colores, símbolos, formas y dimensiones de señales de seguridad. Parte 1: Reglas para el diseño de las señales de seguridad</b>	
SECURITY SIGNALS. Colours, symbols, forms and dimensions of security signals. Part 1: Rules for design of security signals	
2004-12-02 2ª Edición	
 <small>R.0131-2004/INDECOPI-CRT. Publicada el 2005-01-13      Precio basado en 94 páginas I.C.S.: 13.100.01      ESTA NORMA ES RECOMENDABLE Descriptor: Señales de seguridad, colores, símbolos, formas, dimensiones, reglas para el diseño</small>	

Fuente: Norma técnica peruana.

