



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

**DISEÑO DE UN SISTEMA ADMINISTRATIVO DE SALUD, SEGURIDAD Y
MEDIO AMBIENTE PARA UNA PLANTA QUE GENERA ENERGÍA
ELÉCTRICA CON MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA**

ALDIN GEOVANI ROMERO SOTO

Asesorado por Ing. Tony Yobany Barrera Donis

GUATEMALA, AGOSTO DE 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA ADMINISTRATIVO DE SALUD, SEGURIDAD Y
MEDIO AMBIENTE PARA UNA PLANTA QUE GENERA ENERGÍA
ELÉCTRICA CON MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ALDIN GEOVANI ROMERO SOTO

ASESORADO POR ING. TONY YOBANY BARRERA DONIS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL 1	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL 2	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL 3	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL 4	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL 5	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Inga. Mayra Saadeth Arreaza Martínez
EXAMINADOR	Ing. José Rolando Chávez Salazar
EXAMINADOR	Ing. Juan José Peralta Dardón
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE UN SISTEMA ADMINISTRATIVO DE SALUD, SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE PARA UNA PLANTA QUE GENERA ENERGÍA ELÉCTRICA CON MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

Tema que me fuera asignado por la dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha agosto de 2004.

Aldin Geovani Romero Soto

AGRADECIMIENTOS

A la empresa, que me abrió las puertas para la realización del presente trabajo de graduación, especialmente al Ing. Christiaan Moes.

Al Ingeniero Tony Yobany Barrera Donis, por su apoyo y tiempo brindado en la asesoría para lograr la finalización del presente trabajo de graduación.

A mi hermano, Ing. Ramón Aníbal Romero Soto, por el apoyo y consejos brindados que contribuyeron para lograr este éxito.

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Principalmente. Gracias por darme la fuerza y sabiduría necesaria para culminar este reto, “mira que te mando que te esfuerces y seas valiente; no temas ni desmayes, porque Jehová tu Dios estará contigo en dondequiera que vayas.”

A MIS PADRES

Ramón Aníbal Romero Galeano, aunque ya no estés conmigo, tengo tus palabras de sabiduría, superación y de cariño plasmadas en mi corazón, sólo Dios sabe cuanto anhelo tu presencia en este momento. Delma Consuelo Soto Guerra de Romero, gracias por el apoyo y cariño que sólo usted me pudo brindar, gracias por todos estos años de estudio.

A MIS HERMANOS

Ramón Aníbal Romero Soto y Delma Maribel Romero Soto, gracias por todo su apoyo y ejemplo brindado a mi persona.

A MIS SOBRINOS

David Aníbal, Andrea Nineth, Emily y Michael. Espero que esto sea un ejemplo a

superar por ustedes, con cariño.

A MI FAMILIA EN GENERAL Gracias a mis tías, primos y cuñada, por el apoyo y cariño brindado.

A MI NOVIA Y SU FAMILIA Gracias por el cariño y apoyo mostrado en todo momento, gracias Vero.

A TODOS LOS AMIGOS A todos ustedes que estuvieron en la malas y en la buenas.

A LA USAC En especial a la Facultad de Ingenieria, Escuela de Mecánica Industrial, por haberme formado académicamente y abrirme las puertas del camino laboral.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XI
GLOSARIO.....	XIII
RESUMEN.....	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN.....	XXV

1. GENERALIDADES SOBRE LA SALUD, SEGURIDAD Y EL MEDIO AMBIENTE

1.1	Salud y seguridad.....	1
1.1.1	Combustión de los materiales.....	1
1.1.2	Enfermedad ocupacional.....	7
1.1.3	Análisis de los riesgos.....	7
1.1.3.1	Actos inseguros.....	8
1.1.3.2	Condiciones inseguras.....	9
1.1.3.3	Accidentes.....	9
1.1.3.4	Técnicas de inspección.....	12
1.1.4	Mitigación de riesgos.....	14
1.1.4.1	Métodos para la identificación de áreas Peligrosas.....	18
1.1.4.2	Equipo de protección personal.....	24
1.1.4.3	Procedimientos de seguridad.....	24
1.1.4.4	Capacitación.....	25
1.1.5	Métodos de evaluación.....	27
1.2	Medio ambiente.....	29
1.2.1	Desechos.....	30
1.2.1.1	Tipos de desechos.....	31

1.2.1.2	Control de los desechos.....	32
1.2.1.3	Métodos para la minimización de desechos..	33
1.2.2	Derrames.....	37
1.2.2.1	Tipos de derrames.....	37
1.2.2.2	Métodos para la contención de derrames.....	39
1.3	Regulaciones legales sobre salud y seguridad.....	40
1.4	Regulaciones legales sobre el medio ambiente.....	46

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

2.1	Descripción física de la planta.....	49
2.1.1	Tipo de instalación.....	49
2.1.2	Capacidad instalada.....	50
2.1.3	Materias primas.....	53
2.1.4	Mercado de la generación eléctrica.....	57
2.2	Estructura administrativa de la planta.....	58
2.2.1	Misión.....	58
2.2.2	Visión.....	59
2.2.3	Política.....	59
2.2.4	Organigrama de la planta.....	60
2.2.5	Responsabilidades de cada departamento.....	61
2.3	Descripción general de los motores de combustión interna....	63
2.3.1	Sistemas específicos.....	64
2.3.2	Sistemas comunes.....	68
2.4	Descripción general del generador eléctrico.....	70
2.5	Diagrama general del funcionamiento.....	71
2.6	Control actual de salud y seguridad.....	73
2.7	Control actual del medio ambiente.....	79
2.8	Importancia de un sistema para la administración de riesgos..	79

3. PROPUESTA DE DISEÑO PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LA SALUD, SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

3.1	Estructura del departamento.....	81
3.1.1	Necesidades de personal.....	81
3.1.1.1	Descripción de puestos.....	82
3.1.2	Organigrama.....	88
3.2	La misión del departamento.....	89
3.3	Visión del departamento.....	90
3.4	Política del departamento.....	90
3.5	Establecimiento de objetivos del departamento.....	91
3.5.1	Corto plazo.....	92
3.5.2	Mediano plazo.....	92
3.5.3	Largo plazo.....	93
3.6	Importancia del departamento dentro de la empresa.....	93
3.7	Identificación de riesgos.....	94
3.7.1	Condiciones inseguras.....	98
3.7.2	Actos inseguros.....	101
3.7.3	Áreas con riesgo de enfermedades ocupacionales.....	105
3.7.4	Puntos de riesgo de contaminación.....	108
3.8	Control de riesgos.....	110
3.8.1	Salud y seguridad.....	110
3.8.1.1	Señalización.....	110
3.8.1.1.1	Áreas peligrosas.....	116
3.8.1.1.2	Equipos peligrosos.....	131
3.8.1.2	Protección de los recursos.....	135
3.8.1.2.1	Protección de los equipos.....	135
3.8.1.2.2	Necesidades de equipo de protección personal.....	137
3.8.1.3	Permisos de trabajo seguro.....	139
3.8.1.4	Respuesta a emergencias.....	148

3.8.2 Medio ambiente.....	151
3.8.2.1 Manejo de desechos.....	152
3.8.2.2 Control de derrames.....	153

4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE SALUD, SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

4.1 Descripción de las áreas de la planta.....	159
4.2 Evaluación de las áreas de la planta.....	166
4.3 Prueba piloto en el área crítica.....	170
4.3.1 Justificación del área.....	170
4.3.2 Análisis de condiciones inseguras.....	171
4.3.3 Análisis de actos inseguros.....	172
4.3.4 Análisis de puntos con mayor riesgo a enfermedades ocupacionales.....	173
4.3.5 Análisis de puntos críticos para la contaminación.....	173
4.3.5.1 Desechos.....	174
4.3.5.2 Derrames.....	174
4.3.6 Análisis de resultados.....	174
4.3.7 Recomendaciones para el control de riesgos.....	187
4.4 Diagrama de Gantt para la implementación en las otras áreas.....	196
4.5 Beneficios económicos de la implementación.....	198
4.5.1 Penalizaciones.....	198
4.5.2 Demandas.....	198
4.5.3 Costos de los accidentes.....	199
4.5.3.1 Directos.....	199
4.5.3.2 Indirectos.....	199
4.6 Factores de costo en la implementación.....	200
4.6.1 Materiales.....	201
4.6.2 Equipos.....	201

4.6.3	Recurso humano.....	202
4.6.4	Otros costos.....	202

5. EVALUACIÓN Y MEJORA CONTINUA DEL DISEÑO

5.1	Auditoría de riesgos.....	203
5.2	Control estadístico de accidentes.....	204
5.2.1	Formato de registro.....	204
5.2.2	Índices.....	208
5.2.3	Gráficos.....	210
5.3	Factores que influyen en el mejoramiento continuo.....	212
5.3.1	Capacitación.....	212
5.3.2	Combustibles.....	213
5.3.3	Lubricantes.....	213
5.3.4	Diseño de los motores.....	214
5.3.5	Tratamiento de desechos.....	215
5.3.6	Herramientas de trabajo.....	215
5.3.7	Mantenimiento preventivo.....	216
5.3.8	Materiales de trabajo.....	216
5.3.9	Equipo de protección personal.....	217
	CONCLUSIONES.....	219
	RECOMENDACIONES.....	223
	BIBLIOGRAFÍA.....	225
	ANEXOS.....	227

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Elementos del fuego	3
2.	Identificación de una tubería de gas natural	22
3.	Misión de la empresa	59
4.	Visión de la empresa	59
5.	Organigrama de la planta	61
6.	Diagrama operacional del funcionamiento general de un motor de combustión interna	74 78
7.	Motor de combustión interna, con su turbocompresor y generador	83 85
8.	Descripción del puesto para el área administrativa	86
9.	Descripción del puesto para el área de salud y seguridad	
10.	Descripción del puesto para el área de medio ambiente	89
11.	Organigrama del departamento de salud, seguridad y medio ambiente	89 90
12.	La misión del departamento de salud, seguridad y medio ambiente	91 100
13.	La visión del departamento de salud, seguridad y medio ambiente	104
14.	Política del departamento de salud, seguridad y medio ambiente	
15.	Formato para la identificación de condiciones inseguras	107
16.	Formato para la identificación de actos inseguros	111
17.	Formato para la identificación de áreas con riesgo de enfermedades ocupacionales	114 115
18.	Formato para la identificación de puntos de riesgo de contaminación del medio ambiente	122 128
19.	Relación para las dimensiones de las señales	134 140

20.	Equipo para identificar tuberías	142
21.	Rombo de riesgos para productos químicos	144
22.	Niveles de temperatura y humedad relativa	146
23.	Señales para manejo de grúas	147
24.	Formato para los permisos de trabajo seguro	157
25.	Formato para los permisos de trabajos en caliente	172
26.	Formato para los permisos de trabajo en espacios confinados	175
27.	Formato para los permisos de bloqueo y señalización	176
28.	Tarjetas para la identificación del bloqueo de lo equipos	176
29.	Kit de contención de derrames	177
30.	Ubicación de los equipos dentro del área de motores	178
31.	Resultados de las inspecciones de condiciones inseguras en el área de motores	178 179
32.	Resultados del análisis de actos inseguros en la actividad del cambio de bomba de inyección en el área de motores	181
33.	Resultados del análisis de actos inseguros en la actividad del cambio de culata en el área de motores	184 185
34.	Resultados del análisis de actos inseguros en la actividad del arranque de un motor	186 190
35.	Resultados del análisis de los riesgos de enfermedades ocupacionales en el área de motores	191 192
36.	Resultado del análisis de los puntos con mayor riesgo de contaminación en el área de motores	193 197
37.	Decibelímetro utilizado para la medición del ruido	205 207
38.	Medidor de vibraciones utilizado	211
39.	Sensor de temperatura y humedad relativa ambiente utilizado	230
40.	Permiso de trabajo seguro para el cambio de bomba de inyección	231
41.	Permiso de bloqueo y señalización para el cambio de bomba de inyección	231 232 243
42.	Permiso de trabajo seguro para el cambio de culata	249
43.	Permiso de bloqueo y señalización para el cambio de culata	250

44. Diagrama de Gantt del programa de implementación
45. Formato para las auditorías según el método Kaizen
46. Formato de registro de los accidentes
47. Gráfico de ejemplo de los accidentes e índices
48. Sistema de extinción fijo
49. Extintores portátiles
50. Extintores rodantes
51. Uso de extinguidores en las clases de fuego
52. Dispositivos de protección del sistema respiratorio
53. Símbolo utilizado para señalar la radioactividad
54. Escala de tiempos de cargo por lesiones

TABLAS

I.	Colores utilizados universalmente y su significado	20
II.	Colores de identificación para algunos fluidos	21
III.	Medidas de los caracteres conforme al tamaño del diámetro del tubo	
IV.	Datos técnicos del motor	22
V.	Datos técnicos del generador eléctrico	63
VI.	Accidentes ocurridos en los últimos 3 años	70
VII.	Definición de la probabilidad de ocurrencia de un riesgo	91
VIII.	Definición del grado de exposición a un riesgo	94
IX.	Definición de consecuencias por la ocurrencia de un accidente	96
X.	Rango para establecer el grado de peligrosidad	96
XI.	Niveles para la clasificación de riesgos de contaminación al medio ambiente	97
XII.	Símbolos para señalización	
XIII.	Colores contrastantes a utilizar en las señales	99
XIV.	Colores para identificación de tuberías en la planta	113
XV.	Definición del grado del riesgo a la salud	114
XVI.	Definición del grado de riesgo a la inflamabilidad	115
XVII.	Grado de toxicidad	123
XVIII.	Tiempos de exposición a diferentes niveles de ruido	125

XIX.	Tiempos de exposición a vibraciones en todo el cuerpo	126
XX.	Resultado de la evaluación a las áreas de la planta	128
XXI.	Índices de frecuencia de los últimos 3 años en la planta	129
XXII.	Tasa de incidencia de los últimos 3 años en la planta	167
XXIII.	Índice de severidad	208
XXIV.	Simbología de prohibición	209
XXV.	Simbología de obligación	211
XXVI.	Simbología de precaución	244
XXVII.	Simbología de ubicación de equipo contra incendio	245
XXVIII.	Simbología de ubicación de salidas de emergencia y primeros auxilios	246
		247
		248

LISTA DE SÍMBOLOS

Cm²	Centímetros cuadrados
D	Diámetro
Db	Decibelios
DL50	Dosis letal que afecta al 50% de la población
gr	Gramos
Hz	Hertzios
max	Máximo
ml	Mililitro
mm	Milímetro
mts	Metro
mts/s²	Aceleración
mts²	Metros cuadrados
RPM o rpm	Revoluciones por minuto
S	Superficie
s²	Segundos al cuadrado
PPM o ppm	Partes por millón
Ph	Grado de acidez o alcalinidad
L	Distancia
lts	Litros
Kg	Kilogramos
Kpa	Kilopascales
°K	Grados kelvin
°C	Grados centígrados
ρ	Densidad
%	Porcentaje

GLOSARIO

API	American Petroleum Institute. Es el grado de clasificación de un combustible o un aceite lubricante.
Adsorción	Unión de los átomos, iones o moléculas de un gas o de un líquido a la superficie de un sólido o líquido.
Biela	Barra que en los motores sirve para transferir la energía de empuje del pistón hacia el cigüeñal y así convertirla en energía rotacional.
Bobina	Componente de un circuito eléctrico, formado por un hilo conductor aislado y arrollado repetidamente según sea su uso, por ejemplo un generador.
Bulón	Barra que en los motores sirve para sujetar la biela y el pistón.
Caldera de recuperación	Recipiente que sirve para calentar agua y crear vapor, el medio de calentamiento son gases de escape de los motores de combustión interna.
Camisa mecánica	Parte metálica de un motor de combustión interna donde el pistón transita en su movimiento

bidireccional.

Carter	Es la parte metálica de un motor de combustión interna donde se encuentra el aceite lubricante, desde donde las bombas de lubricación lo succionan.
Centistroke	Unidad de medición que se utiliza para la viscosidad de un líquido.
Cigüeñal	Parte metálica de un motor de combustión interna que sirve para transferir la energía rotacional influenciada por un pistón y biela, hacia otro sistema mecánico o eléctrico.
Cilindro desairador	Cilindro que sirve para mantener la presión y para quitar las burbujas de aire que se forman dentro del sistema de combustible de un motor de combustión interna.
Cojinete	Pieza móvil de acero que sirve de apoyo giratorio a alguna pieza mecánica.
Material comburente	Material que hace entrar en combustión o la activa.
Compresor de aire	También llamado bomba de aire. Máquina que disminuye el volumen de determinada cantidad de aire y aumenta su presión por procedimientos mecánicos.

Condensado	Es el líquido resultado de la reducción de temperatura causada por la eliminación del calor latente de evaporación.
Culata	Parte metálica de un motor de combustión interna donde se produce la combustión.
Decibel	Unidad de medida del ruido industrial.
Diodo	Elemento eléctrico que hace que la corriente eléctrica circule en un solo sentido.
Dureza del agua	Característica del agua producida por la cantidad de sales y metales diluidos en el agua.
Eje de leva	Parte mecánica del motor de combustión interna construida específicamente para darle el tiempo necesario para la admisión de aire, inyección de combustible y escape de gases de la combustión.
Eslinga	Elemento en forma de faja construido con las características necesarias para levantar grandes pesos.
Estator	Es la parte de un generador donde gira el elemento móvil o rotor.
Excitador eléctrico	Artefacto que produce un voltaje, para energizar otro elemento.

Flange	Acople entre tuberías.
Generador sincrónico	Maquina generadora de energía eléctrica alterna a partir de energía mecánica con medios electromagnéticos.
Halógeno	Cualquier sustancia química que contenga fluor, cloro, bromo, yodo o astato, combinado con el sodio y produzcan sales.
Hidrante	Toma de agua contra incendio, provisto con acoples especiales para mangueras.
Hidrocarburo	Término general usado para los compuestos orgánicos que contienen solamente carbono e hidrógeno en su molécula. La mayoría de combustibles de encuentran dentro de estos.
Humedad relativa	Es la razón entre el contenido efectivo de vapor en la atmósfera y la cantidad de vapor que saturaría el aire a la misma temperatura.
Kaizen	Palabra japonesa que en español significa mejora continua.
Líquido ácido	Es un líquido que tiene un Ph entre 1 a 6.
Líquido alcalino	Es un líquido que tiene un Ph entre 8 y 14.

Micrón	Es la millonésima parte de un metro.
Motor de combustión interna	Cualquier tipo de máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química producida por un combustible que arde dentro de una cámara de combustión.
Neumática	Funcionamiento de cualquier maquina, herramienta o artefacto por medio de aire.
Número total básico	Número que mide la cantidad de azufre en el aceite. Cuando los combustibles para operación tienen un alto nivel de azufre, el número total básico baja considerablemente.
Osmosis inversa	Proceso de desalinización que permite obtener agua pura a partir de agua salada.
Pistón	Parte metálica de un motor de combustión interna que efectúa el trabajo de compresión en la mezcla de aire y combustible, y así producir la combustión.
Polo eléctrico	Es un elemento cargado eléctricamente de forma positiva o negativa.
Precipitador	

electroestático	Aparato eléctrico desarrollado para eliminar las impurezas como el polvo en el humo, vapor u otros gases.
Punto de ignición	Es la temperatura de una sustancia cuando ésta se eleva hasta el punto en que sus moléculas reaccionan espontáneamente con el oxígeno, y la sustancia empieza a arder.
Radiadores de enfriamiento	Son mecanismos para disipar el calor del agua.
Radiactividad	Es la desintegración espontánea de núcleos atómicos mediante la emisión de partículas subatómicas llamadas partículas alfa y partículas beta, y de radiaciones electromagnéticas denominadas rayos X y rayos gamma.
Resistor	Elemento que se opone al paso de una corriente eléctrica.
SAE	Society of Automotive Engineer. Clasifica los aceites lubricante de acuerdo a su viscosidad.
Subestación eléctrica	Área donde se encuentran los equipos que transforman el voltaje de alto a bajo o viceversa.
Transformador eléctrico	Es un dispositivo eléctrico que consta de una bobina de cable situada junto a una o varias bobinas más.

Turbocompresor	Es un equipo giratorio que succiona aire a una gran presión y que es movilizado por gases de escape.
Válvula termostática	Es un equipo que funciona por medio de la temperatura del fluido que pasa por ella, abre o cierra dependiendo de la temperatura.
Válvula de admisión	Válvula que permite el paso del aire para la combustión en el motor.
Válvula de escape	Válvula que permite el paso de los gases de escape fuera de la cámara de combustión.
Vapor saturado	Es cuando el vapor se encuentra exactamente en el punto de ebullición que corresponde a la presión existente.
Varistor	Es un dispositivo de protección que está conectado a la entrada de la corriente.
Viscosidad	Es la propiedad de un fluido que tiende a oponerse a su flujo cuando se le aplica una fuerza.

RESUMEN

Los temas de salud, seguridad y medio ambiente son de gran importancia en el medio nacional. Toda empresa que quiera ser competitiva debe tomar estos factores con mucha seriedad, ya que en nuestro medio, ahora con el Tratado de Libre Comercio en la región, esta gestión administrativa es un pilar que debe tener bases fuertes, bien definidas dentro de la empresa y que respondan a los requerimientos nacionales e internacionales.

El presente trabajo de graduación define un diseño para la administración de la salud, seguridad y el medio ambiente, en una planta que genera energía eléctrica por medio de motores de combustión interna. La mayoría de los conceptos que se manejan se pueden aplicar a cualquier otro tipo de planta, estos conceptos se definen en el primer capítulo. La estructura del diseño comienza en el capítulo segundo, donde se presenta la situación actual de la planta y se describe el funcionamiento de ella para tener un conocimiento de los riesgos probables a los que se puede estar expuesto dentro de ella.

La propuesta y desarrollo del diseño se presenta en el tercer y cuarto capítulos, así como la metodología para la identificación de riesgos y algunos procedimientos de seguridad. Se tomo un área piloto para el desarrollo y se presentan resultados y recomendaciones para los riesgos encontrados. En el capítulo quinto se presenta una metodología para la evaluación y mejora continua del diseño, definiendo auditorias, registro de accidentes e índices estadísticos para el control del diseño. Al final de este trabajo de graduación, en los anexos, se presentan varios temas con información que sirve de complemento para el sustento del diseño.

OBJETIVOS

General

Elaborar el diseño de un sistema para la administración de la salud, la seguridad y el medio ambiente, por medio de metodologías de identificación y medidas de prevención de los riesgos existentes dentro de la planta, con el fin de evitar costos y cumplir con los requerimientos legales del país.

Específicos

1. Investigar los conceptos teóricos básicos y proporcionar el material adecuado para que ayude a la implementación del sistema administrativo dentro de la planta.
2. Determinar el recurso humano y la estructura administrativa del departamento de salud, seguridad y medio ambiente dentro de la empresa y los objetivos de éste.
3. Establecer la metodología para la identificación, el control y el establecimiento de técnicas de prevención de riesgos a la salud, seguridad y medio ambiente.
4. Determinar las áreas en que se encuentra dividida la planta, para poder identificar el área piloto para la implementación del sistema administrativo.
5. Identificar los riesgos a la salud, seguridad y medio ambiente dentro del área piloto utilizando la metodología propuesta.

6. Proponer las medidas de prevención para la eliminación o minimización de los riesgos identificados en el área piloto.
7. Identificar los costos y beneficios para la empresa por la implementación del sistema administrativo de la salud, seguridad y el medio ambiente.
8. Proponer una metodología para la auditoria de riesgos dentro de la planta, por medio de formatos, índices y el control de accidentes dentro de la planta.
9. Identificar y desarrollar los factores que son importantes para el mejoramiento continuo del sistema administrativo, incluyendo la capacitación para el mejor funcionamiento del sistema.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años en nuestro país han entrado nuevas maneras de generar energía eléctrica de acuerdo a las necesidades de consumo en el territorio nacional. La generación con motores de combustión interna es una alternativa muy eficiente de generar energía eléctrica, esto es demostrado con 6 plantas instaladas dentro de nuestro territorio, que generan más de 300 Mw de potencia.

Además de eficiente, una planta de generación debe ser segura tanto para el personal que labora dentro como para las personas que viven a su alrededor. La energía que se deba generar debe ser limpia o e inofensiva para el medio ambiente. Todo esto se logra administrando eficientemente la salud, la seguridad y el medio ambiente. Es importante mencionar que las leyes nacionales regulan estos factores, por lo tanto cualquier empresa está expuesta a un demanda por la deficiente administración de ellos.

El presente trabajo de graduación trata principalmente de establecer una guía para la implementación de un sistema que permita administrar de una manera eficiente la salud, la seguridad y el medio ambiente, estableciendo la metodología de identificación y el control de riesgos, además de establecer las medidas de prevención en los trabajos de mantenimiento y operación de la planta. También incluye un último capítulo donde se propone una metodología para evaluar, por medio de auditorías, la planta de generación, además de los puntos que deben estar sujetos a investigación y desarrollo para el mejoramiento continuo del sistema.

La planta que se tomó como base para la implementación del sistema se encuentra ubicada en el sur del país; la empresa dueña tiene otra planta ubicada también en la misma área, sus instalaciones y funcionamiento son

iguales por lo tanto, para los intereses de la empresa, se trató de establecer un sistema que se pueda acoplar a las dos plantas, se dividió en áreas la planta y se tomo un área piloto para la implementación.

Para efectos del desarrollo del presente trabajo de graduación, se tomaron en cuenta las actividades y operaciones que dentro de la planta se realizan usualmente en un día de trabajo normal dentro del área piloto, ya que el número de actividades y operaciones que pueden llegar a realizarse es muy grande. Para los intereses de el estudio se sacaron los datos mas importantes y se muestran las aplicaciones que son de gran importancia para el desarrollo del campo profesional.

1. GENERALIDADES SOBRE LA SALUD, SEGURIDAD Y EL MEDIO AMBIENTE

Los conceptos aplicados a la salud, seguridad y el medio ambiente son de gran importancia para facilitar la comprensión de la implementación y así poder establecer la base teórica de ésta. Los conceptos utilizados son los que específicamente servirán para la implementación del sistema y dan una idea de los diferentes métodos, procedimientos y definiciones de términos que existen para la administración de los riesgos dentro de una empresa.

1.1 Salud y seguridad

Existe una gran cantidad de conceptos sobre la salud y seguridad, pero ambos se relacionan entre sí al momento de la investigación de riesgos dentro de una planta. Siguiendo correctamente los procedimientos de seguridad, se cuida de la salud personal; logrando identificar y mitigar los riesgos dentro de una planta se puede prevenir cualquier enfermedad ocupacional. A continuación se definen algunos términos y métodos para la administración de la salud y seguridad.

1.1.1 Combustión de los materiales

Combustión, fuego e incendio son términos comúnmente relacionados y es de gran importancia tener claro los conceptos de éstos para de qué se está hablando en determinadas situaciones. Estos términos se definen a continuación:

1. **Combustión.** Es una reacción química de oxidación-reducción de un material combustible con el oxígeno o comburente en presencia de calor donde la llama, incandescencia o el humo pueden o no estar presentes. Cuando el

material combustible se encuentra en fase condensada, la combustión es incandescente y cuando se encuentra en fase gaseosa se origina con llama.

2. **Fuego.** Es el proceso de combustión que se caracteriza por la presencia de llama y/o humo.
3. **Incendio.** Es el proceso de fuego cuando se propaga de una forma incontrolada en el tiempo y espacio.

Hay cuatro elementos que intervienen para que la combustión, el fuego y el incendio se materialicen, los cuales son: combustible, calor, oxígeno o comburente. A estos se representa con un triángulo llamado el triángulo del fuego, pero existe otro factor, una reacción química en cadena que interviene de manera decisiva. Si se interrumpe la transmisión de calor de unas partículas a otras del combustible, no será posible la continuación del incendio, entonces obtendremos un tetraedro del fuego, que representa una combustión con llama, en la figura 1 (Pág. 3) se presentan las dos formas.

Con la ausencia de cualquier elemento del tetraedro, automáticamente se mitiga la posibilidad de dar origen a la combustión, por lo tanto al fuego o incendio. Dos de los elementos del tetraedro son los que comúnmente se manejan en cualquier planta industrial por humanos, los materiales combustibles que se clasifican como: sólidos, líquidos y gaseosos, y las fuentes de calor (chispa, temperatura ambiente, etc.). Es el buen manejo de éstos como se puede prevenir un incendio, el oxígeno se puede manejar solamente al limitarlo de alguna manera.

Figura 1. Elementos del fuego



Hay cuatro clases de incendio, las cuales se definen a continuación.

1. **Clase A.** Son los que se producen en materiales normalmente combustibles, tales como papel y madera, que pueden ser apagados por el efecto de una cantidad de agua o de alguna solución que contenga un buen porcentaje de agua.
2. **Clase B.** Son los que se producen en líquidos, grasas, o ceras inflamables, en los que el efecto tiende a la supresión del oxígeno para su mitigación o el uso de un extinguidor especial.
3. **Clase C.** Son los que se producen en equipo eléctrico. Es de primera importancia el uso de un extinguidor no conductor de la electricidad.

4. **Clase D.** Son incendios en los que intervienen metales combustibles como el magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y potasio.

Para cualquiera de los incendios mencionados anteriormente existen sistemas de extinción adecuados para su eficaz mitigación (ver anexo). De la combustión resultan los siguientes agentes: humo, llama, calor y gases. Éstos se describen a continuación:

1. **Humo.** Aparece por una combustión incompleta en la que pequeñas partículas se hacen visibles, pudiendo impedir el paso de la luz. El humo puede ser también inflamable cuando la proporción de oxígeno y calor es la adecuada. Es irritante, provoca lagrimeo, tos, estornudos, etc., y además daña el aparato respiratorio. Su color depende de los materiales que estén quemándose:

- a) Color blanco o gris pálido: indica que arde libremente.
- b) Negro o gris oscuro: indica normalmente fuego caliente y falta de oxígeno.
- c) Amarillo, rojo o violeta: generalmente indica la presencia de gases tóxicos.

2. **Llama.** Es un gas incandescente y arderán siempre con llama los combustibles líquidos y gaseosos. Los combustibles líquidos se volatilizan debido al calor y la elevada temperatura de la combustión, inflamándose y ardiendo como los gases. Los combustibles sólidos arderán con llama cuando se produzcan, por descomposición, suficientes compuestos volátiles, como sucede con las grasas, las maderas, etc.

De forma general se dice que el fuego, en una atmósfera rica en oxígeno, es acompañado de una luminosidad llamada llama que se manifiesta como el factor destructivo de la combustión, raramente separado de ella.

3. **Calor.** Es sumamente importante ya que es el culpable de numerosos incendios. La definición más aproximada de calor es la siguiente: es el efecto del movimiento rápido de las partículas, conocidas como moléculas, que forman la materia. Se sabe con certeza los efectos del calor y la importancia a la hora de hablar de incendios, por eso hay que establecer la diferencia entre calor y temperatura: calor es el flujo de energía entre dos cuerpos con diferente temperatura y la temperatura nos indica el nivel de energía interna de cada cuerpo. Es muy importante saber como actúa el calor y como se transmite, ya que es la causa más común de los incendios y de la expansión de los mismos. Las principales formas de propagación son:
- a) **Conducción.** Intercambio de calor que se produce de un punto a otro por contacto directo a través de un medio conductor. Ejemplo: Si se calienta el extremo de una barra metálica, al cabo de un rato el otro extremo también se habrá calentado.
 - b) **Convección.** Es el proceso de transmisión del calor a través de movimientos del aire. Estas corrientes de aire se producen debido a que el aire caliente pesa menos, y por lo tanto se encontrará en los niveles más altos, y el aire frío pesa más, encontrándose en los niveles más bajos. La expansión de un fuego por convección tiene más influencia que los otros métodos a la hora de definir la posición de ataque a un fuego. El calor producido por un edificio o una instalación ardiendo se expandirá y elevará pasando de unos niveles a otros.
 - c) **Radiación.** Es el proceso de transmisión de calor de un cuerpo a otro a través de un espacio. El calor radiado no es absorbido por el aire, por lo que viajará en el espacio hasta encontrar un cuerpo opaco que sí lo absorba. El calor radiado es una de las fuentes por las cuales el fuego puede extenderse. Hay que prestar mucha atención, a la hora del ataque, a

aquellos elementos que puedan transmitir el calor por este método. El calor del sol es el ejemplo más significativo de radiación térmica.

d) Contacto directo de la llama. Cuando una sustancia es calentada hasta el punto en que emite vapores inflamables. Estos vapores, al entrar en combustión, hacen que ardan las sustancias de su alrededor y así sucesivamente.

4. **Los gases.** Son el producto resultante de la combustión. Pueden ser tóxicos, constituyendo uno de los factores más peligrosos de un incendio. El monóxido de carbono (CO) es un gas tóxico, incoloro, inodoro e insípido, que se produce en combustiones incompletas. Reacciona con la hemoglobina impidiendo el transporte de oxígeno a través de la sangre, su inhalación puede ser mortal. El dióxido de carbono (CO₂) es el gas típico de la combustión, no es venenoso, aunque desplaza el oxígeno del aire pudiendo producir la muerte por asfixia. Se utiliza en muchos sistemas de protección para extinguir incendios en espacios cerrados o semi-cerrados, debido a su capacidad de desplazar el oxígeno. El cianuro de hidrógeno (HCN) se produce como resultado de la combustión de materiales que contienen nitrógeno como la lana y las fibras sintéticas. El ácido clorhídrico (HCl) se desprende cuando se calientan algunos materiales plásticos como el PVC.

1.1.2 Enfermedad ocupacional

Es una enfermedad causada por factores ambientales, y su exposición es peculiar de un proceso actividad u ocupación en particular, y a la cual un empleado no está sujeto o expuesto en forma ordinaria fuera o lejos de dicho trabajo. Esta enfermedad se refiere, en general, a una situación de insalubridad en el cuerpo, debido a la exposición de sustancias, vapores, microorganismos

tóxicos y factores ambientales, por ejemplo: ruido, vibraciones, calor, iluminación, etc., que se encuentran en lugar de trabajo y provocan daños a largo plazo en el cuerpo humano.

1.1.3 Análisis de riesgos

Un riesgo se define como un peligro no controlado, apreciado en términos de la probabilidad, y la sensibilidad del trabajador a tal incidencia. Hay varios tipos de agentes que provocan riesgos, los cuales se describen a continuación:

1. **Mecánicos.** Se dan en las máquinas y equipos donde sus partes mecánicas no están protegidas adecuadamente o se encuentran en mal estado.
2. **Eléctricos.** Se localizan en las máquinas, equipos e instalaciones eléctricas donde los elementos como cables, contactores, transformadores, etc., no se encuentran protegidos e identificados correctamente.
3. **Estructurales.** Estos se encuentran en todas las instalaciones, en su parte interior como en la parte exterior, y pueden ser columnas fracturadas, techos flojos, puertas y ventanas en mal estado, etc. También pueden ser tuberías en mal estado.
4. **Químicos.** Estos se producen al momento de manejar productos y materiales químicos, ya que pueden reaccionar con otras sustancias y si se manejan de mala manera pueden causar quemaduras e incluso la muerte por inhalación o contacto con la piel. Para evitar esto, cada químico tiene que tener su identificación y la hoja de datos del proveedor.
5. **Ergonómicos.** Estos son causados por malos diseños, condiciones inadecuadas, operaciones inadecuadas, relaciones laborales inadecuadas,

así como por agentes físicos como el ruido, vibraciones, ventilación, iluminación, temperatura, entre otros.

6. **Biológicos.** Estos se producen en el momento de la falta de saneamiento del lugar de trabajo y la proliferación de hongos, bacterias, mohos; el crecimiento de microorganismos e insectos. Este tipo de riesgos puede causar enfermedades y contaminación de los alimentos, del agua y del producto en proceso. También están latentes cuando hay un brote de una enfermedad contagiosa entre los trabajadores.

1.1.3.1 Actos inseguros

Son acciones que dependen totalmente del trabajador y que pueden dar como resultado una lesión, al propio trabajador o a alguna otra persona que se encuentre cerca de la acción. Los principales factores que dan origen al acto inseguro son:

1. La falta de capacitación y adiestramiento para el puesto de trabajo.
2. Falta de capacitación para el uso de equipo de protección personal.
3. La confianza excesiva al realizar algún trabajo.
4. El irrespeto a las normas.

1.1.3.2 Condiciones inseguras

Son medios físicos que se derivan del lugar de trabajo, donde los trabajadores realizan sus labores y que representan un gran peligro de lesión para ellos. Estas condiciones pueden tratarse, por ejemplo, de:

1. Materiales sin identificar.
2. Herramientas defectuosas o mal colocadas.
3. Áreas o partes peligrosas sin identificación.

4. Desorden del lugar de trabajo.
5. Falta de limpieza.
6. Falta de iluminación.

1.1.3.3 Accidentes

Un accidente se define como un hecho que se produce por casualidad, o en consecuencia de causas desconocidas, que da origen a una lesión orgánica o perturbación funcional inmediata o posterior, así como la muerte producida repentinamente en ejercicio o con motivo del trabajo. Los actos inseguros y las condiciones peligrosas pueden dar origen a un accidente al propio trabajador o a otras personas que se encuentren cerca. Los accidentes se pueden clasificar de la siguiente forma:

1. Según la forma del accidente.

- a) Caída de personas
- b) Caída de objetos
- c) Pisado de objetos
- d) Aprisionamiento entre objetos
- e) Esfuerzos excesivos
- f) Exposición de temperaturas extremas
- g) Exposición a la corriente eléctrica
- h) Exposición a sustancias nocivas

2. Según el agente del material.

- a) Máquinas
- b) Medios de transporte y elevación
- c) Otros aparatos y equipos
- d) Materiales sustancias y radiaciones

e) Ambiente de trabajo

3. **Según la ubicación de la lesión.**

- a) Cabeza y cuello
- b) Tronco
- c) Miembro superior e inferior
- d) Ubicaciones múltiples
- e) Lesiones generales

Después del accidente surgen incapacidades en los trabajadores. Éstas se dividen de la siguiente forma:

1. **Incapacidad temporal.** Es la imposibilidad de trabajar durante un periodo limitado.
2. **Incapacidad parcial permanente.** Es la incapacidad del cuerpo de un sujeto para efectuar un trabajo y que permanece así prácticamente el resto de su vida.
3. **Incapacidad total permanente.** Es la incapacidad plena o de funciones de un lesionado, que permanece así durante toda su vida.
4. **Muerte.**

Hay ciertos factores que se deben tener en cuenta al momento de investigar los accidentes, éstos son los siguientes:

1. **Naturaleza de la lesión.** La clase de lesión física sufrida, por ejemplo: amputación, golpe, etc.
2. **Parte del cuerpo.** La parte del cuerpo de la persona lesionada que fue afectada por la lesión, por ejemplo: todo el cuerpo, dedo pulgar izquierdo, etc.

3. **Origen de la lesión.** El objeto, la exposición a la sustancia o el movimiento del cuerpo que directamente produjo la lesión, por ejemplo: sierra, escalera, combustible, etc.
4. **Clase de accidente.** El hecho que directamente produjo la lesión, por ejemplo: se golpeó contra, se cayó de, etc.
5. **Condición peligrosa.** La condición física o la circunstancia que permitió o que ocasionó el accidente, por ejemplo: equipo sin resguardo, peldaños flojos, etc.
6. **Agente del accidente.** El objeto, la sustancia o la parte de las instalaciones donde existió la condición peligrosa, por ejemplo: el barreno, la sierra, tanque de combustible, etc.
7. **Parte del agente.** La parte específica del agente que fue peligrosa, por ejemplo: la hoja de la sierra, la válvula de alivio, etc.
8. **Acto inseguro.** La violación de un procedimiento de seguridad comúnmente aceptado que directamente permitió u ocasionó el accidente, por ejemplo: falta de equipo de protección personal, falta de bloqueo y señalización en los métodos de trabajo, etc.,

1.1.3.4 Técnicas de inspección

Las inspecciones de seguridad son formas de prevenir riesgos y corregirlos antes que se produzca un accidente. Su objetivo es descubrir aquellas condiciones que una vez corregidas, pondrán a la planta en situación de cumplir con las normas requeridas. Para realizar una inspección se deberán

analizar los accidentes que se hayan producido en los últimos años, incluyendo los que no hayan dado lugar a las lesiones y aquellos que estuvieron a punto de producirse, a fin de que se preste atención a aquellas condiciones y lugares precisos conocidos ya por su propensión a accidentes. La responsabilidad de la realización de las inspecciones deberá recaer sobre el supervisor o jefe del área, asesorado por parte de algún delegado del departamento de seguridad e higiene de la planta, o también y comúnmente sobre el inspector de seguridad. Al realizar la inspección hay que clasificar todas las anomalías encontradas de acuerdo a su peligro, como muestra en la siguiente clasificación:

1. **Peligro clase A.** Condición insegura o práctica insegura que si se traduce en un accidente causaría una incapacidad total permanente o parcial, pérdida de la vida o de alguna parte del cuerpo. También puede ocasionar pérdidas de estructuras, equipos o materiales, lo cual puede ocasionar el paro total de la planta.
2. **Peligro clase B.** Condición insegura o práctica insegura que si se traduce en un accidente causaría lesión o enfermedad grave, mínimo un día perdido por incapacidad, ocasionando incapacidad temporal, también puede ocasionar daños a la propiedad de tipo destructivo pero no muy extenso, y producir el paro de una parte de la empresa sin que necesariamente se detenga totalmente la operación.
3. **Peligro clase C.** Condición insegura o práctica insegura que si se traduce en un accidente causaría lesiones menores no incapacitantes o una enfermedad leve, sin perder un día por incapacidad, también puede ocasionar daños menores a la propiedad e incluso el paro de algunas actividades de la planta.

Existen varias formas de inspeccionar las zonas de trabajo, éstas se aplican para el análisis de riesgos y para los métodos de evaluación, a continuación se describen algunas técnicas de inspección:

1. **Inspecciones periódicas.** Estas se programan a intervalos regulares, mensual, semestral, anual o a otros intervalos que se consideren adecuados. Son aplicables para toda la planta en general o para ciertas máquinas y equipos.
2. **Inspecciones intermitentes.** Se hacen a intervalos irregulares de tiempo, son realizadas sin previo aviso, y a veces son las que se realizan más a menudo en las plantas. Buscan mantener al supervisor alerta en situaciones de riesgo, para que las reporte antes que lo haga el encargado de seguridad por medio de alguna auditoría, que es otra forma de inspección intermitente. Las inspecciones que hacen las instituciones del estado son del tipo intermitente.
3. **Inspecciones continuadas.** En estas, determinados empleados dedican todo su tiempo a observar determinado equipo y operaciones. En este tipo de inspecciones los encargados del mantenimiento, electricistas y otros cuyo trabajo consiste en mantener el equipo en buenas condiciones, deberán ser asignados a grupos específicos de máquinas y ningún elemento entrará en servicio sin verificarlos.
4. **Inspecciones especiales.** Estas son necesarias a veces por la instalación de equipos nuevos, procesos nuevos, construcción de nuevos edificios, remodelación de edificios antiguos o aparición de nuevos peligros.

1.1.4 Mitigación de riesgos

Es primordial que en cuestión de seguridad la primera consideración sea la eliminación de los riesgos, pues si ninguno existe, ningún daño puede derivarse de él. Existe por otro lado la posibilidad de que un individuo altere unas condiciones seguras mediante un acto de ignorancia o descuido, esta posibilidad se puede minimizar con información, capacitación y motivación del trabajador, pero el control de las condiciones físicas es básico para la minimización o eliminación de los riesgos. Los siguientes puntos son críticos para el control de riesgos:

1. **Diseño y distribución de la planta.** Este punto tiene gran incidencia en el futuro control de riesgos dentro de la planta. Aquí se pueden tomar grandes medidas para prevenir cualquier riesgo. Un mal diseño o distribución puede provocar condiciones inseguras difíciles de corregir en un futuro.
2. **Maquinaria y equipo mecánico.** La maquinaria y el equipo mecánico tienen que estar protegidos, ya que éstos son las fuentes más comunes de riesgos, con partes en movimiento como: puntas de ejes, transmisiones por correa, engranajes, proyección de partes giratorias, transmisiones por cadena y piñón o cualquier parte expuesta del equipo o maquinaria que pueda alcanzar alguna parte física del trabajador.
3. **Protección de los puntos de operación.** Existen diversas maneras para establecer una protección para minimizar los riesgos que conllevan realizar una operación o un trabajo. Cuando un operador realiza un trabajo tiene que estar seguro que no le va a provocar una lesión. Hay ciertas protecciones y dispositivos que se implementan en las máquinas para hacer la operación más segura, a continuación se describen algunos:
 - a) Protección de cerco o barrera. Estas están generalmente formadas por varillas de acero, metal perforado o cercos de plástico que rodean el punto peligroso de operación.

- b) Protección por distancia. Es un medio para proteger al operador de la máquina contra la exposición de partes de su cuerpo a la zona peligrosa. Consistiría en disponer las cosas de manera que hubiera que operar la máquina desde un lugar donde no se permita algún riesgo al trabajador.

- c) Dispositivos para retirar las manos. Comúnmente llamados sacamanos o quita manos, son utilizados en las prensas de potencia. Están formados por unas bandas unidas a las muñecas del operador y accionadas por unas cuerdas relacionadas con un mecanismo de tracción sincronizado con la caída del martillo de la prensa; si el operador no quita sus manos de la zona de peligro estas son automáticamente separadas. Otra variante de estos dispositivos es la protección de separación. Éste está formado por un brazo giratorio en la parte alta de la prensa de potencia, de tal manera que barre la zona de peligro poco antes de la bajada del martillo, separando las manos del operador si se encontraran en su camino.

- d) Dispositivos de desactivación de seguridad. Hay maquinas que trabajan de forma continua mientras el operador las alimenta por lo tanto expuesto a sus riesgos, es frecuente el uso de un medio de control que pueda activar o desactivar la máquina. Estos pueden tener varias formas, por ejemplo: botones de fácil alcance y manipulación, palancas bien identificadas y de fácil reconocimiento al tacto, también guardas que si no están bien cerradas o cuando se abren se para la máquina, etc.

- e) Dispositivos de detección de presencia. Estos tienen la característica de que cuando un dispositivo fotoeléctrico detecta la presencia de algún elemento o persona dentro del área de control, automáticamente para la máquina hasta que sea retirado el elemento o la persona. Estos dispositivos fotoeléctricos funcionan con un haz de luz, y cualquier interrupción de éste provoca un paro en la máquina.

- f) Herramientas especiales para alimentación. Estos son los más comúnmente usados y combinados con los dispositivos anteriores, ayudan a mantener alejadas las manos del operador de la zona peligrosa de trabajo. Ejemplos de herramientas pueden ser: un bastón, tenazas, ventosas, mordazas, levantadores magnéticos, etc.
4. **Equipo e instalaciones eléctricas.** Las instalaciones tienen que ser inspeccionadas constantemente, chequeando su estado para evitar riesgos de choques eléctricos, el alambrado, los interruptores, fusibles eléctricos, transformadores, paneles eléctricos, puestas a tierra, sub-estaciones, generadores son algunos de los puntos más importantes. Los equipos tienen que ser cuidadosamente instalados de acuerdo a las normas del proveedor e inspeccionados constantemente.
5. **Herramientas de mano.** Se debe tener un control estricto de su estado, ya que una herramienta en mal estado es fuente de riesgo para una lesión. Hojas de control del estado son importantes, así como su identificación del estado en que se encuentran, buenas o malas. Hay diferentes tipos de herramientas: eléctricas, neumáticas, hidráulicas, mecánicas o alguna combinación entre ellas.
6. **Cuidado de las instalaciones.** El cuidado físico de las instalaciones, así como el orden y la limpieza, son de gran importancia para la minimización de riesgos. El chequeo constante del deterioro de las instalaciones por medio de hojas de control, son de gran ayuda para identificar y mitigar riesgos, así como velar por el orden y la limpieza dentro de la planta.
7. **Mantenimiento del equipo y la maquinaria.** El mantenimiento es un factor importante para minimizar riesgos. Hay diferentes tipos de mantenimiento, éstos se muestran en el anexo del presente trabajo. Todos los tipos de

mantenimiento tienen que tener una buena administración para que el riesgo de que una máquina falle en sus partes, mecánicas, eléctricas, neumáticas, hidráulicas sea mínima y así evitar cualquier lesión en el trabajador o trabajadores.

8. **Compra de equipo y maquinaria nueva.** La compra de equipo y maquinaria tiene que ser muy cuidadosa, ya que estos elementos tienen que cumplir con los requisitos que se requiere dentro de la planta y así evitar que su funcionamiento pueda provocar algún riesgo. Es necesario que el proveedor de dicha máquina esté presente al momento de su montaje y pruebas de funcionamiento, además debe proporcionar el entrenamiento necesario al personal.

1.1.4.1 Métodos para la identificación de áreas peligrosas

Las áreas peligrosas son aquellas donde existen una o varias condiciones peligrosas que pueden provocar lesiones o accidentes. Las áreas que tienen un mayor riesgo en una planta son aquellas donde hay las condiciones o acciones siguientes:

1. Tuberías de fluidos
2. Paso de vehículos
3. Probabilidad de incendio
4. Probabilidad de explosividad
5. Probabilidad de toxicidad
6. Probabilidad de choque eléctrico
7. Probabilidad de ocurrencia de una enfermedad ocupacional
8. Probabilidad de caída de objetos contundentes en la cabeza
9. Partes de la máquinas o equipos que tienen guardas o donde no las tienen
10. Espacios confinados
11. Taller de trabajo

Todas estas áreas tienen que tener una forma de señalización para indicar que son peligrosas, además de identificar los riesgos específicos que conlleva al estar presentes o realizando alguna operación en ellas. Para esto hay varias herramientas que se describen a continuación:

1. **Código de colores.** A fin de estimular la conciencia de la presencia de riesgos dentro de las plantas, se utilizan códigos de colores para señalar riesgos físicos, los colores que se utilizan universalmente se muestran en la tabla I (Pág. 20).

2. **Identificación de tuberías.** El diseño y operación de las plantas emplea con frecuencia sistemas de tuberías. Es importante saber diferenciar las tuberías según lo que transita dentro de ella. Hay 3 aspectos en la identificación de las tuberías, los cuales se describen a continuación:
 - a) El color. Es importante estandarizar el color que va a identificar a cada una de las tuberías, en cada planta varía el color de cada tubería, lo importante es que cada trabajador tenga claro lo que significa el color con el cual va a tener contacto. En la tabla II (Pág. 21) se muestran algunos fluidos que son los más usados en la industria.

 - b) La inscripción de su contenido. Es importante, además de identificar por un color la tubería, inscribir el nombre del contenido. Esto es significativo por cualquier descuido o por visitas a la planta de gente ajena a ella; también es importante agregar a qué máquina y equipo pertenecen o si es una tubería principal. En la tabla III (Pág. 22) se muestran algunas medidas de las letras de inscripción conforme al tamaño del diámetro del tubo.

Tabla I. Colores utilizados universalmente y su significado

COLOR	SIGNIFICADO
Rojo	Se utiliza exclusivamente en relación con equipo de prevención y combate de incendios, señal de peligro y señal de alto, ejemplo: Cajas de alarma contra incendio, localización de extinguidores, mangueras contra incendio, en letreros y símbolos que indican peligro máximo, tuberías de rociadores, envases de seguridad para productos inflamables, botones de paro de emergencia.
Naranja	Indica puntos peligrosos de maquinaria que pueden cortar, apretar, causar choque o en su defecto causar lesión, por ejemplo: interior de guardas móviles, botones de arranque de seguridad, bordes de partes expuestas de equipo en movimiento.
Amarillo	Señal universal de precaución y daños a la salud. Se utiliza con mayor frecuencia para marcar áreas cuando existen riesgos de tropezar, caer, golpearse contra algo o quedar atrapado entre objetos, por ejemplo: equipo de construcción y de manejo de materiales, marcas de esquinas, orillas de plataformas, pozos, huellas de escalones, salientes. Pueden utilizarse franjas negras con el color amarillo.
Verde	Color de seguridad básico, debe de usarse para indicar la ubicación de equipo de primeros auxilios, máscaras contra gases, rociadores de seguridad y pizarrones con boletines de seguridad.
Azul	Color preventivo contra puesta en marcha o uso de equipos, es una advertencia específica en contra de utilizar equipo que esté en reparación. Se puede emplear como auxiliar

Continuación

Púrpura o morado	Indica la presencia de radiación, envases o recipientes para materiales radiactivos o fuentes de radiación. Rótulos, etiquetas, señales y marcas de piso se elaboran con una combinación de colores morado y amarillo.
Negro, blanco o combinaciones de éstos	Indican sitios de tránsito y donde se realizan labores de aseo como escaleras, pasillos cerrados y la ubicación de botes de basura.

Tabla II. Colores de identificación para algunos fluidos

FLUIDO	COLOR
Agua potable	Azul
Agua no potable	Rosado
Agua de alimentación a calderas	Amarillo
Agua para enfriamiento	Verde claro
Aguas residuales	Negro
Red de extinción de incendio	Rojo
Aceites lubricantes	Marrón
Petróleo, bunker o diesel	Café
Gas natural	Verde esmeralda
Aire comprimido industrial	Amarillo
Gasolina	Amarillo ocre
Gas licuado de petróleo	Aluminio
Amoniaco	Rojo
Vapor	Plateado aislamiento

Continuación

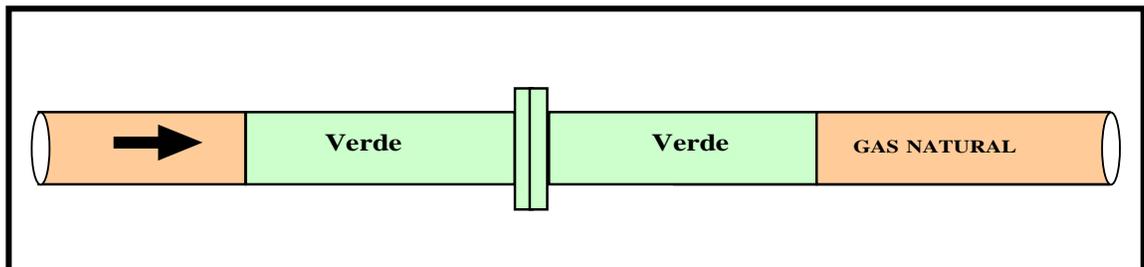
Gas carbónico	Amarillo marfil
Cloro	Rosado
Ácidos	Violeta
Soda cáustica	Azul
Ductos eléctricos 110 voltios	Amarillo
Ductos eléctrico 220 y 440 Voltios	Naranja

Tabla III. Medidas de los caracteres conforme el tamaño del diámetro del tubo

DIÁMETRO EXTERNO DEL TUBO (mm.)	TAMAÑO DE LOS CARACTERES (mm.)
< 19	12 - Se puede usar aviso colgante
19 - 32	13 - Se puede usar aviso colgante
32 - 38	16
38 - 51	19
51 - 64	21
64 - 150	32

- c) El sentido del flujo de su contenido. El sentido del flujo del líquido es importante para hacer trabajos de mantenimiento en las tuberías para así poder identificar si el fluido está en su vía de alimentación o en su retorno. En la figura 2 se muestra cómo se debe identificar una tubería.

Figura 2. Identificación de una tubería de gas natural



3. **Señales.** En las plantas podemos encontrar diferentes tipos de señales que nos pueden dar mucha información o sensación sobre riesgos. Éstas se perciben por medio de una mezcla de los sentidos del tacto, olfato, vista, auditivo. A continuación se describen algunas:
- a) Señales visuales. Se perciben por medio del sentido de la vista. pueden consistir en símbolos, señales luminosas, lámparas, paneles digitales de información, letreros, carteles de información, etiquetas, hojas de identificación, banderines, etc. Se pueden combinar con el código de colores para que tengan un mayor realce y significado del riesgo que indican.
 - b) Señales sonoras. Son percibidos por medio del sentido auditivo. Consisten en objetos o equipos que producen algún sonido o información de advertencia sobre el riesgo, algunos ejemplos son: las sirenas, las bocinas de los montacargas, los altoparlantes, sonidos de emergencia característicos de las máquinas, etc. Se pueden mezclar con las señales visuales y el código de colores, ya que hay algunos lugares donde no es posible escuchar las señales sonoras.
 - c) Señales olfativas. Son características y muy usadas cuando se manejan muchos fluidos que a veces no se pueden detectar a simple vista o con el olfato ya que son incoloros e inodoros. Por esto se les agregan olores característicos, un ejemplo es el gas propano.
 - d) Señales táctiles. El calor y el frío se pueden usar como señales de riesgo en determinadas circunstancias donde no hay algún indicador de la temperatura de algunos equipos o maquinarias, también en los equipos de comunicación personales para lugares con mucho ruido y donde las señales sonoras son difíciles de escuchar. Se incorporan estas señales por medio de un vibrador en vez del sonido característico del equipo de comunicación, ejemplo de estos son: los radio comunicadores personales y celulares.

1.1.4.2 Equipo de protección de personal

Este es un equipo que busca proteger al trabajador de los riesgos que se encuentran a menudo al momento de realizar su trabajo. Busca minimizar el riesgo de alguna lesión, no eliminar el riesgo. La efectividad del equipo dependerá del trabajador, ya que a veces no ve con gusto su uso, por su incomodidad. En consecuencia, este equipo puede ser alterado por los trabajadores tratando de obtener un ajuste satisfactorio a su comodidad, lo que puede dar una baja efectividad del equipo.

La protección del cuerpo es comúnmente analizada de acuerdo al tipo y necesidades del trabajo, además del área donde se va a realizar. Hay equipo especial para las partes de la cabeza, brazos, manos, tórax, piernas y pies, en el anexo del presente trabajo se describen algunos tipos de equipo de protección para estas partes del cuerpo.

1.1.4.3 Procedimientos de seguridad

Un procedimiento de seguridad es una serie de pasos ordenados lógicamente para realizar un trabajo de una forma segura, libre de riesgos. Para la ejecución de estos procedimientos es necesaria la supervisión de una persona, más todavía en casos que haya falta de capacitación en el área de seguridad. Este tipo de supervisión es necesaria hasta que se haya asegurado que las personas tengan una cultura mucho más cimentada en el área de seguridad.

Dentro de los procedimientos de seguridad más usados están los permisos seguros de trabajo. Estos pueden ser un procedimiento en si o ser parte de un procedimiento de seguridad. Su propósito es asegurar una comunicación clara de las expectativas y requisitos para todo trabajo que debe

ejecutarse dentro de las instalaciones, se emiten para los trabajos en caliente, armado de andamios, entrada a espacios confinados o para todo trabajo que sea ejecutado dentro de un área de riesgo o bajo condiciones potencialmente peligrosas. Puede emitirse más de un permiso de trabajo, por ejemplo: cuando se tiene que realizar un trabajo en caliente dentro de un espacio confinado.

A los procedimientos de seguridad también está sujeta la gente que subcontratada por de la empresa. Un procedimiento tiene que ser analizado para su elaboración de acuerdo a los riesgos que hay dentro de la planta y describirlos dentro del procedimiento. Como el trabajo en específico que se va a realizar puede que tenga uno o más riesgos, o tal vez no tenga, es necesario que de acuerdo a este procedimiento el trabajador analice los riesgos junto a quien lo emite para tomar las medidas de seguridad correctas, por ejemplo: el uso adecuado de equipo de protección personal, mantener cerca algún extinguidor, el bloqueo de válvulas y equipo eléctrico con sus respectivas tarjetas de no operación.

1.1.4.4 Capacitación

La capacitación es una forma de que los trabajadores tengan un mayor conocimiento de los riesgos que existen dentro del trabajo y la mejor forma de eliminarlos o minimizarlos. Hay dos formas de capacitación:

1. **Práctica.** Entrenamiento o adiestramiento. Puede ser en el lugar de trabajo o en otro que sea simulado.
2. **Teórica.** Esta es realizada en un lugar previamente planificado y que tenga las condiciones idóneas para el correcto aprendizaje.

Generalmente la capacitación se concentra en cuatro principios:

1. Crear condiciones seguras de trabajo.

2. Personalizar el entrenamiento de los empleados respecto a la seguridad.
3. Promover la participación de los empleados.
4. Imponer normas de seguridad.

La capacitación puede ser impartida por el supervisor responsable de la tarea que se tiene que realizar, sin embargo se puede utilizar a especialistas en capacitación para complementar la tarea del supervisor. La función del especialista consiste en crear procedimientos de tal forma que el entrenamiento sea realizado por personas mejor calificadas en la planta, para ello prepara manuales instructivos y otros detalles, y así efectuar la capacitación y supervisar su actividad. Hay varias maneras de impartir información instructiva adecuada para los propósitos de cada planta, en general estos procedimientos pueden agruparse de la siguiente forma:

1. **Conferencias**

2. **Entrenamiento en el taller o área de trabajo**

- a) Instrucción inicial.
- b) Entrenamiento en la propia tarea llevada a cabo por un instructor especialista o por el supervisor.

3. **Discusión de grupo.** Las ayudas instructivas constituyen un método de enseñanza muy valioso en cualquiera de las agrupaciones anteriores, con el fin de presentar los puntos necesarios de instrucción con claridad y en forma realista. Generalmente son usados para describir un fenómeno o una situación que ordinariamente no es percibida mediante los sentidos humanos. Esta se puede agrupar en las siguientes clasificaciones:

- a) Tablas o diagramas.
- b) Mantas.
- c) Fotografías (posters, fotos, diapositivas, película en diapositivas, proyectores opacos, etc.).

- d) Películas.
- e) Modelos.
- f) Ejemplos audibles.
- g) La propia tarea.

En la capacitación es importante la planificación a corto, mediano y largo plazo, ya que ésta es parte importante en la consecución de objetivos por parte de cualquier organización. Enfocándose a la seguridad, su eterna práctica minimizará los riesgos de lesiones y accidentes dentro de la planta.

1.1.5 Métodos de evaluación

Los métodos de evaluación buscan la manera de examinar si las personas y las instalaciones cumplen con las normas de seguridad establecidas por parte de la organización. Sus características son las de auditar y dictaminar, mediante una calificación, el nivel de cumplimiento de dichas normas. Estas sirven también para identificar condiciones y actos inseguros, además de crear una cultura dentro de los trabajadores, publicando sus resultados y observaciones. Hay varios métodos, a continuación se describen algunos:

1. **Inventario de condiciones.** Pretende obtener un diagnóstico actual real de la empresa, en lo que a seguridad e higiene se refiere, para lo que es necesario un amplio conocimiento del proceso productivo de la empresa. Es importante establecer una forma de calificación que sea representativa y justa para establecer las conclusiones sobre los resultados.
2. **Auditorías especializadas.** Estas buscan establecer una calificación en determinados equipos, máquinas o sistemas, por medio de auditorías periódicas, por ejemplo: estado de tuberías, funcionamiento y estado del sistema contra incendios, funcionamiento y estado de la maquinaria y equipo, estado de las instalaciones de los edificios, etc. Los objetivos que

tienen éstas son específicos, a diferencia del inventario de condiciones que es de una forma general el análisis.

3. **Método kaizen.** Este busca establecer una cultura dentro de la empresa, fomentando y llevando un control de los aspectos de limpieza, organización, para la mejora de las actividades y del ambiente laboral de un modo general, además de los atributos de orden, aseo y disciplina, ya que estos también influyen en la productividad y la prevención de riesgos. Todos estos atributos se identifican por medio de las 5's del kaizen, que son 5 palabras japonesas que empiezan con la letra "S" y estas se describen a continuación:
 - a) Seiri u organización. Establece la utilización y selección. Separar cosas necesarias de aquellas innecesarias, dando un destino para aquellas que dejaron de ser útiles para aquel ambiente.
 - b) Seiton u orden. Se refiere a la sistematización y arreglo, guardar las cosas necesarias de acuerdo con la facilidad de uso, considerando la frecuencia de utilización, el tipo y el peso del objeto, de acuerdo con una secuencia lógica ya practicada, o de fácil asimilación. Cuando se trata de ordenar las cosas, necesariamente el ambiente queda mas arreglado, más agradable para el trabajo y por consecuencia más productivo y libre de riesgos.
 - c) Seiso o limpieza. Interviene la inspección y el celo por ésta, eliminar la suciedad, inspeccionando para descubrir y atacar las fuentes de problemas. La limpieza deber ser encarada, como una oportunidad de inspección y de reconocimiento del ambiente. Para esto, es de fundamental importancia que la limpieza sea hecha por el propio usuario del ambiente o por el operador de la maquina o equipo.
 - d) Seiketsu o pulcritud. Se refiere a la estandarización y salud, conservar la higiene, teniendo el cuidado para que las etapas de organización, orden y

limpieza no retrocedan. Esto se logra por medio de la estandarización de hábitos, normas y procedimientos.

- e) Shitsuke o disciplina. Se refiere al control de sí mismo y la educación. Cumplir rigurosamente las normas y todo lo que sea establecido por el grupo. Esta disciplina es una señal de respeto al prójimo.

1.2 Medio ambiente

El cuidado del medio ambiente es de gran importancia hoy en día para cualquier empresa. La definición del medio ambiente, tomando como referencia la planta generadora son todos los factores ambientales que se relacionan directa e indirectamente con la producción de la planta, dentro de ella o fuera de ésta, ejemplo de estos factores son: aire, ríos, fincas y casas colindantes, etc.

A continuación se presentaran algunos métodos, procedimientos y definiciones que se usan para la administración del medio ambiente.

1.2.1 Desechos

Los desechos industriales son residuos o sobrantes del proceso productivo de una planta, el manejo de éstos es parte importante para el bienestar del medio ambiente. Hoy en día la mayoría de desperdicios son desechados a través de métodos ambientalmente erróneos, como el vaciado en estanques, lagunas, pozos y terrenos desprotegidos; además, la quema de los mismos sin controles adecuados a través del uso de otros métodos manejados en forma inadecuada.

Una de las labores del área de seguridad es mantener condiciones no peligrosas y, por lo tanto, le tiene que interesar la eliminación de desperdicios. Debe tener en cuenta los peligros de los contaminantes presentes en los

desperdicios y su exposición al público, así como en relación con los peligros ocupacionales que puedan ser consecuencia del manejo y empleo de los productos químicos utilizados en la reducción de los contaminantes hasta un nivel relativamente peligroso.

1.2.1.1 Tipos de desechos

Los desechos se pueden agrupar y definir de la siguiente forma:

1. **Sólidos.** Son todos aquellos que tienen forma y oponen resistencia a ser divididos. Estos desechos presentan un manejo complicado dependiendo su volumen y el grado de contaminantes presentes en ellos. Provocan grandes costos en su clasificación, almacenamiento y traslado fuera de la planta. Además, varían dependiendo de la industria, por ejemplo, se mencionan los más comunes: papel, latón, madera, retazos de tela, hojalata, etc.,
2. **Líquidos.** Son aquellos desperdicios que no tienen una forma definida, tomándola del recipiente que los contiene, su manejo puede ser igual de complicado que el de los sólidos, ya que dependiendo del grado de contaminante y volumen es muy costoso su eliminación. Algunos ejemplos de desechos líquidos son las aguas residuales, aceites lubricantes, aguas aceitosas, residuos de combustibles, residuos químicos, etc. Los desperdicios líquidos se pueden combinar con los sólidos diluidos en ellos y tomar una forma pastosa que hace más difícil su manipulación.

3. **Gaseosos.** Estos desechos son fluidos sin forma ni volumen propios, toman la forma del recipiente que los contiene y cuyas partículas tienden a separarse unas de las otras. Estos se presentan en diferentes tipos de gases que se obtienen de la transformación de insumos en bienes. La mayoría de veces son provocados por la incineración de desechos sólidos y líquidos; estos gases pueden estar acompañados de pequeñas partículas sólidas que son dañinas al ser respiradas, el gas en su esencia tiende a subir o a bajar dependiendo su densidad con respecto al aire, y los gases que suben son los que dañan la capa de ozono, provocando que los rayos ultravioleta del sol penetren con más intensidad en la superficie de la tierra. Estos desechos se dan en la mayoría de las industrias, pero en algunas con mayor intensidad, por ejemplo: azucarera, generación eléctrica, refinerías, etc.

1.2.1.2 Control de desechos

Los desechos se deben de controlar de tal forma que cumplan con regulaciones legales que exige la región a donde pertenece la planta y las internacionales. Algunos controles que se realizan a los desechos en las plantas industriales se describen a continuación:

1. Clasificación e identificación de desechos dependiendo su forma de reciclaje o eliminación.
2. El volumen de desechos a eliminar (Kg/día).
3. Áreas y formas de almacenamiento de desechos.
4. Formas de traslado y eliminación de desechos.
5. Grado de inflamabilidad de los desechos.
6. Los niveles de contaminantes de los desechos, por ejemplo: la radioactividad, sólidos disueltos en los gases y líquidos, etc.
7. Daños ambientales estimados a las áreas circunvecinas donde se eliminan los desechos.

El control de desechos es una forma importante de evitarse penalizaciones, demandas, daños a trabajadores y costos a las empresas, ayudándole a darle una buena imagen ante la sociedad civil y entidades gubernamentales. El problema es que no a todas las empresas les interesa esto, lo toman como un costo muy grande, y lo toman en un plano muy por debajo de las expectativas que se requieren para mantener un medio ambiente óptimo.

1.2.1.3 Métodos para la minimización de desechos

Hay diversas formas de manejar los desperdicios para que sean lo menos dañinos posibles. Cada método de minimización o eliminación varía de acuerdo a la industria y al tipo de desecho. Para poder minimizar los desechos es preciso identificar los siguientes puntos:

1. **La fuente donde se origina el desecho.** Para poder identificar fuentes de desperdicios hay que evaluar el proceso productivo de la planta. El análisis de operaciones del proceso es muy útil para ver fuentes de desperdicios, además de esto hay que analizar el área administrativa de la planta en la parte de oficinas, velando que todos los recursos se utilicen de una manera adecuada.
2. **El manejo.** Para el manejo de los desechos, es muy importante tomar en cuenta los riesgos químicos y de inflamabilidad, y por lo tanto tomar las medidas de precaución debidas, por ejemplo: velar que los recipientes donde se almacenan o se trasladan los desechos no tengan fuga y sean los adecuados, almacenarlos en lugares donde no haya riesgo de incendio, usar equipo de protección personal adecuado, capacitación, etc.

3. **La eliminación.** Los desechos no siempre se pueden eliminar por completo, solamente algunos. Para los demás existen métodos de eliminación que son propios del tipo de desecho, a continuación se describen algunos.

1. **Para desechos no inflamables:**

- a) Alcantarillado. El método más apropiado para eliminar líquidos industriales no explosivos consiste en descargarlos al sistema municipal de alcantarillado, sin embargo, hay que tener en cuenta que las ciudades tienen plantas de tratamiento de agua, y estas dependen de ciertos procesos biológicos complejos que pueden verse alterados por muchos desperdicios industriales. Para que no suceda esto hay que controlar el ph, o sea el balance de acidez y alcalinidad de estos desechos. Se toma como neutral un ph de 7, y un margen de 5 a 10 es aceptable, así las alcantarillas están protegidas contra acciones corrosivas y cargas pesadas de desperdicios ácidos o alcalinos y puedan alterar el proceso de tratamiento biológico.
- b) Plantas de tratamiento de aguas residuales. Éstas plantas están basadas en tratamientos químicos, utilizan diferentes químicos, por ejemplo los ácidos se utilizan generalmente para neutralizar los desperdicios altamente alcalinos, como el ácido sulfúrico. Igualmente se pueden usar los alcalinos para neutralizar los ácidos, ejemplo de éstos son: la cal, la cal apagada, soda cáustica, etc. Los compuestos de cloro se usan como desinfectantes en el tratamiento de las aguas residuales, así como agentes oxidantes.
- c) Plantas de tratamiento con proceso biológico. Éstas utilizan simples filtros, digestores de desperdicio, activación de los desperdicios, y otros procesos biológicos aplicables a la eliminación de aguas residuales. Son usados cuando el volumen a eliminar es relativamente pequeño.

- d) Recolectores centrífugos. Este equipo se emplea para tratar aire contaminado. Utiliza la fuerza centrífuga para eliminar las partículas de materia, sacándolas de la corriente de aire o conducto de salida, hay 3 tipos de éstos: centrífugos de alta eficiencia, ciclones y precipitadores dinámicos secos. Los ciclones son los más costosos y recolectan partículas de sólo 40 micrones, los centrífugos pueden recoger partículas hasta de 10 micrones.
- e) Precipitadores electrostáticos. Este es un dispositivo que tiene una alta eficacia en la separación de partículas hasta de un tamaño de 0.1 micrón.
- f) Recolectores de pantalla. Estos son del tipo en que el aire se hace pasar a través de filtros de algodón, lana, fibra, de vidrio, fibras sintéticas, asbesto o metal. Los materiales recogidos deben ser secos y el aire debe encontrarse por debajo del punto de vaporización. El tamaño de las partículas capturadas depende del filtro.
- g) Recolectores húmedos. Existen varios tipos de éstos, los cuales son: torres de empaque, lavadores estáticos, centrífugos húmedos, precipitadores dinámicos y recolectores de orificio. Pueden manejar gases cargados de humedad y a elevadas temperaturas, y son usados comúnmente para limpiar o eliminar los componentes tóxicos e inflamables en el aire de salida.

2. Para desechos inflamables:

- a) Incineración. Los desperdicios combustibles normales como el papel de desperdicio, virutas de madera, materiales para empaque, gasolina, diesel, bunker y otros, pueden ser eliminados quemándolos. Los sedimentos inflamables que proceden de sistemas de eliminación de desperdicios líquidos pueden ser quemados, pero antes deben ser secados mediante la eliminación de cualquier contenido volátil. Para poder quemarlos tiene que utilizarse un espacio abierto y utilizar un medio adecuado para el encendido.

Cuando son líquidos extremadamente inflamables, se pueden usar terrenos exclusivos para quemar, pero se debe tener el cuidado de chequear hacia donde se dirige el viento, o también se pueden utilizar quemadores a presión especiales para el caso.

- b) Difusión o disminución de densidad de gases. Estos son adecuados cuando se trata de gases ligeros en relación con el aire, comprende la descarga de los gases desde una chimenea, sin tratamiento previo, que habrá de ser lo suficientemente larga para permitir una completa difusión antes que el gas alcance la tierra. Cuanto más pesado sea el gas, más alta deberá ser la chimenea.
- c) Absorción y adsorción. Son utilizados frecuentemente donde es aconsejable recobrar los gases en cuestión. Los productos químicos u otros materiales, por ejemplo el carbón activado en los procesos adsortivos, se emplean en este método, y la elección depende de cual sea el producto que ha de ser recuperado.
- d) Por combustión automática. Para utilizarlo, el gas se tiene que producir a un nivel razonablemente constante. Cuando la salida es suficientemente grande y constante, el gas puede quemarse, pero si el gas fluctúa se puede usar una chimenea para quemado con una llama piloto que enciende el gas a medida que es puesto en libertad.

3. **Desechos radiactivos:**

- a) Concentración. Este consiste en concentrar la sustancia en un volumen tan pequeño como sea posible para su almacenamiento y uso posterior. Este método es usado regularmente para la recuperación de desperdicios radiactivos.

- b) Dilución. Consiste en diluir la sustancia hasta lograr una concentración máxima permisible con materiales no radiactivos, por ejemplo: isótopos estables del mismo elemento, aire o agua. Este método se emplea en general en la eliminación de desperdicios de laboratorio.

1.2.2 Derrames

Son líquidos que se salen del recipiente que los contienen, de una forma accidental o provocada, pueden provocar altos riesgos de daño al medio ambiente y a la salud, dependiendo del tipo y la cantidad de líquido que se derrama. Hay puntos críticos que son propensos a derrames, en áreas o equipos donde se manipulan o contienen líquidos, por ejemplo:

1. Fugas en maquinarias, equipos o vehículos.
2. Zonas de descarga.
3. Tanques de almacenamiento.
4. Laboratorios de investigación.
5. Plantas de tratamiento de agua.
6. Talleres de mecánica y electricidad.

1.2.2.1 Tipos de derrame

El tipo de derrame depende de la industria en que se encuentre. Generalmente los derrames se dividen en:

1. **Orgánicos.** Son todos aquellos líquidos que contengan carbonos, como hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre, urea, hidratos de carbono, grasas animales, alcoholes, hidrocarburos y halógenos.

2. **Inorgánicos.** Son todos aquellos líquidos que no contengan carbonos, por ejemplo tintes y algunos tipos de grasas.

Estos se pueden clasificar de la siguiente forma:

1. **Tóxicos inflamables.** Estos líquidos derramados pueden causar incendios y daños serios a la salud humana o a la naturaleza con que tienen contacto. Los principales peligros de estos derrames son el desprendimiento de gases, el contacto con la piel o cualquier parte del cuerpo, por ejemplo: combustibles derivados del petróleo, productos químicos, etc.
2. **Tóxicos no inflamables.** Estos líquidos no tienen el riesgo de incendio, pero sí de lesiones incapacitantes parciales o totales. La mayoría de estos líquidos son productos químicos.
3. **Radiactivos.** Estos son derrames donde el líquido derramado emana radiación ionizante, por lo tanto su manejo es más complicado por el equipo de protección que se necesita. Estos son los que hacen más daño al medio ambiente, ya que su tiempo de promedio de vida es muy grande.
4. **No tóxicos.** Estos son líquidos que se sabe con certeza que al derramarse no provocaría algún daño al medio ambiente o algún trabajador, por ejemplo, el agua industrial.

1.2.2.2 Métodos para la contención de derrames

Los derrames se deben prevenir por medio de procedimientos prediseñados por si ocurren, además de estos procedimientos se necesitan mecanismos o métodos para poder contenerlos, ya que a veces son difíciles de

prevenir por alguna emergencia en la planta. A continuación se mencionan algunos métodos usados comúnmente:

1. **Barreras de contención.** Estas son barreras que se construyen alrededor de donde la posibilidad de algún derrame es alto, por ejemplo, área de tanques de almacenamiento, zonas de descarga, etc. Estas barreras pueden consistir en muros de block y cemento o metálicas; esto va a depender del líquido que se quiera contener.
2. **Zanjado.** Este método es muy usado cuando la velocidad de avance del líquido es muy lento y si el zanjado no tiene desembocadura, o sea un lugar a donde poder llevar el líquido derramado, se tendría que evaluar el volumen de líquido que se va a contener y así poder calcularlo a profundidad.
3. **Objetos de obstaculización y encarrilamiento.** Estos objetos se usan para poder contener algún derrame, por ejemplo tierra negra, algún tipo de arena, trapos o paños de absorción etc., estos dan la facilidad de encarrilar el derrame a un sitio seguro y donde se puede extraer el líquido derramado.
4. **Declives.** Son utilizados para que el derrame sea dirigido a algún drenaje o algún lugar seguro donde no afecte el ambiente y pueda ser tratado.
5. **Químicos.** Como el uso de solidificantes cuando el derrame es en agua o en tierra, estos químicos solidifican el hidrocarburo, así se facilita la recolección del mismo. Algunos químicos son polvos súper absorbentes se usan cuando los derrames son en tierra firme.

1.3 Regulaciones legales sobre salud y seguridad

La salud y seguridad son reguladas localmente y hay leyes internacionales que sirven de base para las empresas con el objeto de dar una

mejor protección a sus requerimientos laborales, aunque su cumplimiento no sea de carácter obligatorio. Una de éstas es la Ley de Seguridad y Salud Ocupacionales, OSHA, por sus iniciales en idioma inglés, que es vigente en Estados Unidos, y tiene el propósito de asegurar, hasta donde sea posible, que todo trabajador en Estados Unidos realice su tarea con toda seguridad, la amplia influencia de la OSHA que ejerce sobre millones de negocios en Estados Unidos también está abarcando muchas industrias en Latinoamérica, por lo menos en sus bases internas, pudiendo así cumplir con las regulaciones legales locales fácilmente, evitándose cualquier problema legal, y dando una mejor protección a sus trabajadores. Esta ley establece algunas normas, las cuales se describen a continuación:

1. **Normas interinas.** Son las establecidas en consenso y publicadas por el Instituto Nacional de Normas Norteamericanas, ANSI, por sus iniciales en idioma inglés ANSI. Estas tienen como propósito mejores prácticas acerca del tema al que se refieren, no están escritas con la intención de establecer reglamentos que tengan fuerza de ley, y constituyen un ideal que tal vez no sea realizable por parte de todos los patronos.
2. **Normas temporales de emergencia.** Estas normas entran en vigor cuando se ha determinado lo siguiente:
 - a) Los empleados están expuestos a peligros graves a consecuencia de sustancias tóxicas o físicamente perjudiciales, o agentes similares, o nuevos riesgos.
 - b) Cuando sea necesaria una norma de emergencia para proteger a los trabajadores contra el peligro.
3. **Normas permanentes.** Para que estas normas se publiquen es necesario lo siguiente:

- a) Remitir por escrito a las autoridades por una persona interesada, un representante de cualquier organización de trabajadores o patronos, una organización reconocida nacionalmente en la creación de normas, el secretario de salud de gobierno, un estado o una subdivisión del mismo.
- b) Obtener información mediante las investigaciones de las propias autoridades de gobierno y las inspecciones realizadas, o sobre la base de los informes conservados por los empleadores de acuerdo con los reglamentos.
- c) Recomendaciones de comités consultores ad-hoc para la creación de normas, designados por el gobierno de acuerdo con lo previsto en la ley.

Hay diferentes tipos de violaciones a esta ley. Durante una inspección, la preocupación consiste en determinar si el patrono está cumpliendo con las normas relativas a la seguridad y la salud promulgadas de acuerdo con la ley, los tipos de violaciones son:

- 4. **De Minimis.** Una situación que no guarda relación directa con la seguridad o la salud en el trabajo, por ejemplo, falta de paredes separadoras en los sanitarios.
- 5. **No serias.** Una violación que guarda relación directa con la seguridad y la salud en el trabajo, pero que probablemente no causa muerte o daño físico grave, por ejemplo, riesgo de tropezar. Varias violaciones no serias relacionadas entre sí pueden traducirse en una violación seria, su combinación puede presentar una probabilidad considerable de lesiones que se traduzcan en muerte o daño físico grave a los trabajadores.
- 6. **Serias.** Una violación donde hay una probabilidad razonable de que resulte muerte o daño físico grave para el trabajador. En los casos en que el

patrono conozca o deba haber conocido el riesgo, el mero desconocimiento del riesgo no disminuye el carácter de violación, por ejemplo, la ausencia de protecciones en los puntos de operación de las prensas de potencia o las sierras circulares.

7. **Deliberada:** Esta es una violación que demuestra los siguientes puntos:
 - a) Que el patrono cometió la violación de la ley intencionalmente y con conocimiento, sin tener la advertencia de la condición peligrosa.
 - b) Que tenía conocimiento de que existía la condición peligrosa, pero no hizo esfuerzos razonables para eliminarla. Cuando el patrono ha sido advertido de la condición y el ignora el establecimiento de protecciones que debe conocer y utilizar, así la violación deliberada es más evidente.
8. **Repetidas.** Son las violaciones donde una nueva visita de inspección permite comprobar otra violación encontrada en la visita anterior en la que se llamó la atención acerca de una sección, de una norma o una regla.
9. **Peligro inminente.** Una situación en la que existe una seguridad razonable de que hay un riesgo que puede causar la muerte o daño físico grave en forma inmediata, o antes de que el riesgo sea eliminado mediante procedimientos normales.

La Organización Internacional del Trabajo, OIT, en el ámbito laboral ha influenciado también la seguridad e higiene, cuenta con varios países miembros, que comparte la idea de proteger a los trabajadores, y ha adoptado convenios, los ha ratificado y a la vez incorporado a su derecho interno. La OIT ha establecido normas internacionales para seguridad industrial que protegen la salud del trabajador contra los accidentes de trabajo y las enfermedades ocupacionales.

En Guatemala, la seguridad e higiene está regulada por el Código de Trabajo de La Republica, como decreto 14-41. Este entró en vigor el 5 de mayo de 1971 y contiene las medidas de higiene y seguridad en el trabajo en su Capítulo Único, del Título Quinto; dentro de éste se encuentran las obligaciones de los patronos en los artículos 197 y 198 que se describen a continuación:

1. **Artículo 197.** Todo patrono está obligado a adoptar las precauciones necesarias para proteger eficazmente la vida, la salud y la moralidad de los trabajadores. Para ese efecto debe proceder, dentro del plazo que determine la Inspección General de Trabajo y de acuerdo con el reglamento o reglamentos de este capítulo, a introducir por su cuenta todas las medidas de higiene y de seguridad en los lugares de trabajo que sirvan para dar cumplimiento a la obligación anterior, dichas medidas deben estar orientadas a:

- a) Prevenir accidentes de trabajo.
- b) Prevenir enfermedades ocupacionales y eliminar las causas que las provocan.
- c) Prevenir incendios.
- d) Proveer un ambiente sano de trabajo.
- e) Suministrar cuando sea necesario, ropa y equipo de protección apropiados.
- f) Colocar y mantener los resguardos y protecciones en las máquinas e instalaciones.
- g) Advertir al trabajador de los peligros que para su salud e integridad se deriven del trabajo.
- h) Efectuar constantes actividades de capacitación para los trabajadores sobre higiene y seguridad.
- i) Cuidar que el número de instalaciones sanitarias para mujeres y para hombres estén en proporción al de trabajadores de uno u otro sexo, y se mantengan en buenas condiciones.

- j) Que las instalaciones destinadas a ofrecer o preparar alimentos o ingerirlos y los depósitos de agua potable para los trabajadores, sean suficientes y se mantengan en condiciones apropiadas de higiene.
- k) Habilitar locales para el cambio de ropa, separados para mujeres y hombres.
- l) Mantener un botiquín provisto de los elementos indispensables para proporcionar primeros auxilios.

2. **Artículo 198.** Todo patrono está obligado a acatar y hacer cumplir las medidas que indique el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social con el fin de prevenir el acaecimiento de accidentes de trabajo y de enfermedades profesionales.

El Reglamento General sobre Higiene y Seguridad en el trabajo, establece las condiciones de observancia general de la Republica de Guatemala, y sus normas son consideradas de orden público, a continuación se describen los artículos más significativos:

1. **Artículo 4.** Todo patrono o su representante, intermediario o contratista debe adoptar y poner en práctica en los lugares de trabajo las medidas adecuadas de seguridad e higiene para proteger la vida, la salud y la integridad corporal de sus trabajadores, especialmente en lo relativo:

- a) A las operaciones y procesos de trabajo.
- b) Al suministro, uso y mantenimiento de los equipos de protección personal.
- c) A las edificaciones, instalaciones y condiciones ambientales.
- d) A la colocación y mantenimiento de resguardos y protecciones de las máquinas y de todo genero de instalaciones.

2. **Artículo 5.** Son también obligaciones de los patronos:

- a) Mantener en buen estado de conservación, funcionamiento y uso, la maquinaria, instalaciones y útiles.
 - b) Promover la capacitación de su personal en materia de higiene y seguridad en el trabajo.
 - c) Facilitar la creación y funcionamiento de las “Organizaciones de Seguridad” que recomienden las autoridades respectivas.
 - d) Someter a exámenes médicos a los trabajadores para constatar su estado de salud y su aptitud para el trabajo antes de aceptarlos en su empresa, una vez aceptados, periódicamente para el control de su salud.
 - e) Colocar y mantener en lugares visibles, avisos, carteles, etcétera, sobre higiene y seguridad.
3. **Artículo 7.** En los trabajos que se realicen en establecimientos comerciales, industriales o agrícolas, en los que se use materias asfixiantes, tóxicas o infectantes o específicamente nocivas para la salud o en los que dichas materias puedan formarse a consecuencia del trabajo mismo, el patrono está obligado a advertir al trabajador el peligro a que se expone, indicarle los métodos de prevenir los daños y proveerle los medios de preservación adecuados.

1.4 Regulaciones legales sobre el medio ambiente

La regulación del medio ambiente en Guatemala esta tipificada en la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, la cual tiene como contenido lo siguiente:

1. [Título I](#): Objetivos generales y ámbito de aplicación.
2. [Título II](#): Disposiciones preliminares.
3. [Título III](#): De los sistemas y elementos ambientales.
4. [Título IV](#): Del órgano de aplicación.

5. [Título V](#): Infracciones, sanciones y recursos.
6. [Título VI](#): Disposiciones transitorias y derogativas.

Esta ley es parte de los documentos básicos de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, CONAMA. Otro de estos documentos es el Análisis Sectorial de Residuos Sólidos, que fue realizado por la problemática de los residuos sólidos, pues el manejo de éstos no ha sido prioridad a nivel institucional, a pesar de ser un problema de salud y ambiental. Ello se refleja en la falta de un sistema nacional encargado de ofrecer soluciones: las municipalidades aducen falta de recursos financieros y buscan donaciones para su establecimiento, a fin de no asumir el costo político de cobrar una tarifa; la iniciativa privada es débil empresarialmente, pues la actividad se realiza por microempresarios que trabajan ineficientemente; por su parte, la comunidad no tiene cultura de pago por el servicio y gran parte de la misma tampoco cuenta con capacidad de pago. Este documento provee de 4 acciones fundamentales para el control de residuos sólidos que son:

1. Fortalecimiento del sistema municipal.
2. Búsqueda de financiamiento nacional e internacional.
3. Participación de las instituciones privadas, públicas y de la población.
4. Capacitación del recurso humano.

CONAMA, junto con el Consejo Nacional de Tierra, tienen otros documentos en los cuales se apoyan, incluyendo los anteriores, son estos:

1. [Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente](#).
2. [Perfil Ambiental de la República de Guatemala](#) .
3. [Plan de Acción Ambiental](#).
4. [Plan Operativo Anual 1996](#).
5. [Ordenamiento Territorial y Políticas Regionales](#).
6. [Actividades del Proyecto Centroamericano sobre Cambio Climático \(PCCC\)](#).

7. [Diagnóstico y Políticas que afectan el Sector Forestal.](#)
8. [Estrategia Nacional de Educación Ambiental.](#)
9. [Análisis Sectorial de Residuos Sólidos.](#)

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

La descripción de la situación en que se encuentra la planta es necesaria para conocer sobre las instalaciones, ubicación y la razón social de la empresa, además de su estructura administrativa y de los controles con que cuentan para la administración de la salud, seguridad y medio ambiente, antes de la implementación del sistema. También es importante describir el funcionamiento de los motores de combustión interna, ya que esto ayuda a tener una idea de los riesgos que se pueden encontrar dentro de la planta.

2.1 Descripción física de la planta

El estado de las instalaciones de la planta da una idea de su estructura física, además se da una breve explicación de la maquinaria y equipo que hay dentro de ella, así como la descripción y control de las materias primas necesarias para la producción. La descripción del funcionamiento del mercado de la generación de energía eléctrica es un punto importante, ya que es un mercado muy poco conocido en el medio industrial.

2.1.1 Tipo de instalación

La planta de generación contiene edificios para las siguientes áreas:

1. Motores
2. Tratamiento de combustible
3. Tratamiento de agua
4. Taller mecánico y eléctrico
5. Oficinas

6. Caldera diesel auxiliar
7. Bodega de repuestos

Todos estos edificios son de una planta, excepto el de los motores, el cual es de dos plantas. En la primera están los motores y en la segunda el cuarto de control de la planta. Tienen techo de 2 aguas y sus paredes son paneles del tipo acústicos, para contener el ruido hacia medio ambiente. El piso es de hormigón recubierto con pintura epóxica, excepto el del cuarto de control y el de oficinas que es de piso cerámico. En las oficinas y en el cuarto de control hay áreas de servicios sanitarios y de comedor.

También hay áreas que se encuentran al aire libre, las cuales son:

1. Tanques de almacenamiento de líquidos.
2. Descarga de líquidos.
3. Radiadores de enfriamiento.
4. Tuberías de gases de escape.
5. Calderas de recuperación.
6. Subestación eléctrica.
7. Parqueo.

2.1.2 Capacidad instalada

La planta posee cinco motores de combustión interna, acoplados a generadores, cuatro de éstos generan cada uno 15.6 MW de potencia y uno que genera 5.1 MW, lo que da un total de 67.5 MW de potencia.

Para el funcionamiento de la planta se tienen tanques de almacenamiento de combustible, aceite lubricante, desechos, agua. A continuación se describen los de combustible:

1. **Tanque de almacenamiento principal (bunker).** Tiene la función de almacenar el combustible sin tratar que se descarga directamente de los camiones que vienen del proveedor, su capacidad es de 630,000 galones.
2. **Tanque secundario o buffer (bunker).** Tiene la función de almacenar el combustible antes de que este sea tratado, almacenado y posteriormente inyectado al motor. Del tanque de almacenamiento principal se traslada al buffer por medio de bombas, esto es por la distancia que hay entre el tanque principal y la planta de tratamiento de combustible, la capacidad del tanque es de 49,460 galones.
3. **Tanque de diario (bunker).** Almacena el combustible que viene de la planta de tratamiento. De este se transfiere combustible al los motores para su inyección y su capacidad es de 49,460 galones.
4. **Tanque de diario (diesel).** Almacena el combustible que se descarga directamente de camiones que vienen del proveedor, su capacidad es de 49,460 galones.
5. **Tanque de aceite nuevo.** Almacena el aceite nuevo que es descargado directamente de los camiones del proveedor, su capacidad es de 10,476 galones.

Para el manejo de desechos del combustible, aceite y químicos, tiene las siguientes unidades de almacenamiento:

1. **Tanque de asentamiento.** Este almacena temporalmente desechos o lodos del combustible y del aceite proveniente del tratamiento de éstos, su capacidad es de 5,338 galones.

2. **Tanque de almacenamiento de lodos.** En este se almacenan los lodos que provienen del tanque de asentamiento. De este tanque se descarga hacia pipas instaladas sobre camiones que se los llevan para su posterior eliminación, su capacidad es de 13,200 galones.
3. **Tanque para almacenar aceite usado por mantenimiento.** Se utiliza cuando a un motor hay necesidad de sacarle el aceite para realizar un mantenimiento dentro de él y el aceite se encuentra en buen estado, su capacidad es de 5,280 galones.
4. **Tanque de aceite usado.** Se utiliza cuando el aceite ya no se encuentra dentro de las condiciones óptimas para el funcionamiento del motor, por lo que se traslada hacia este tanque, y después se descarga hacia pipas instaladas sobre camiones que se lo llevan para su posterior eliminación. Su capacidad es de 10,476 galones.
5. **Fosa de desechos químicos.** Aquí se descargan todos los desechos químicos utilizados para la limpieza de las partes del motor, posteriormente se descargan hacia pipas de transporte.

Para el almacenamiento de agua de varios tipos, tiene los siguientes tanques:

1. **Tanque de agua cruda.** Almacena agua para posteriormente tratarla y también para utilizarla en caso de incendio, su capacidad es de 129,000 galones.
2. **Tanque de agua desmineralizada.** Almacena agua tratada para el uso exclusivo de los equipos de la planta proveniente de las plantas de tratamiento, su capacidad es de 3,960 galones.

3. **Tanque de agua de servicio.** Se utiliza para almacenar agua tratada para el uso de servicios varios, es agua potable, su capacidad es de 2,640 galones.

Para el tratamiento de agua y combustible, la planta tiene plantas de tratamiento. Para el agua tiene dos unidades, que son por medio de osmosis inversa y filtro ultravioleta. Para el tratamiento del combustible tiene cuatro unidades de separadoras centrifugas. Estas separan los sólidos y el agua que viene en el combustible.

Para cubrir la necesidad del calentamiento de ciertos equipos y tanques se tienen dos calderas para generar vapor. Éstas son de recuperación de calor por medio de gases de escape, están conectadas a los gases de escape de los motores 2 y 3, además de una caldera auxiliar que funciona con diesel.

2.1.3 Materias primas

Las materias primas necesarias para que la planta pueda generar son las siguientes:

1. **Combustible.** El combustible que usa la planta para generar es el bunker. Este hidrocarburo es importado de varios países, algunos son Venezuela y Estados Unidos. Además del bunker los motores pueden funcionar con diesel, gas natural y orimulsion. A continuación se describen algunas características del combustible:
 - a) Viscosidad. Esta no es una referencia de calidad del combustible, ya que se puede manejar por medio de calentamiento, a más temperatura menor la viscosidad. La viscosidad máxima es de 55 centistokes.

- b) Densidad. Si la densidad es demasiado alta, el agua en particular y en algunos casos las materias sólidas, no pueden ser eliminadas con seguridad por medio de las unidades separadoras centrifugas. El límite máximo es de 0.991 gr/ml a 15°C.

- b) Azufre. Un alto contenido de azufre provoca desgaste por corrosión cuando el motor trabaja en carga baja, y formación de depósitos a altas temperaturas.

- c) Cenizas. Un alto contenido de cenizas ocasiona desgastes abrasivos y corrosión a altas temperaturas. El vanadio y el sodio son componentes de estas cenizas. El vanadio ocasiona corrosión en caliente, o sea altas temperaturas, más aun si hay altos contenidos de sodio. La peor combinación de éstos es cuando el contenido de sodio es del 25% al 40% del contenido de vanadio.

- d) El carbón Conradson. Un alto contenido puede causar depósitos en la cámara de combustión del motor y en el sistema de escape, en particular a bajas cargas. El límite máximo es de 22% en peso del combustible.

- e) Asfáltenos. Estos causan depósitos si hay demasiado contenido de ellos, además de obstruir fácilmente equipo de filtración. El límite máximo es de 14% en peso del combustible.

- f) Agua. El bunker puede traer agua en proporciones considerables hasta del 1%. Éste deberá ser del 0.3% en peso del combustible.

- g) Partículas abrasivas. Compuestas de óxidos de aluminio o silicio, conocidos como catalíticos finos que proceden de ciertos procesos de refinación, y provocan desgastes considerables.

- h) Calidad de encendido. Si es baja puede ocasionar problemas en el arranque; se mide por medio de dos índices: Índice Shell de Aromaticidad (CCAI). Un aumento del valor CCAI es indicativo de un descenso en la calidad de encendido, el CCAI tendría que estar entre 770-840 para obtener una buena calidad de ignición.
- i) Grado API del combustible. Este parámetro es aplicado a todos los combustibles excepto el gas licuado. Con este se determina el volumen en función de su densidad, la medición se efectúa cuando el combustible llega al área de descarga y con un hidrómetro se procede a medir la densidad. La temperatura correcta del combustible debe de ser 60°C, el resultado se introduce en la formula: $API = (147.5/\rho) + 137.5$, donde ρ es la densidad a 60°C, para que el combustible no sea rechazado el API tiene que ser mayor o igual a 11.2.

2. **Aceite lubricante.** Se utiliza para el motor y ciertos equipos que lo necesitan, en especial, el aceite del motor tendría que tener las siguientes características:

- a) Viscosidad. Tendría que tener una viscosidad clase SAE 40.
- b) La alcalinidad. Este se mide por el número total básico (TBN), para uso de combustible pesado deberá ser de 40.
- c) Aditivos. El aceite deberá contener aditivos que den buena estabilidad de oxidación, protección contra corrosión, neutralización de combustión ácida y residuos de oxidación.
- d) Límite de formación de espuma. El aceite deberá cumplir con la prueba de formación de espuma y estabilidad. Ésta debe de ser de 100 ml o menos.

Algunas de las marcas de aceites que son usados en los motores de combustión interna son: Energol IC-HFX 304 de BP, Delo 3550 Marine SAE 40

de Caltex, MXD 404 de Castrol, Delo 3550 Marine 40 de Chevron, Taro 50 XL 40 de Texaco, etc. Este último es el que se usa actualmente en la planta.

3. **Agua.** Se usa para el enfriamiento, lavado y para la formación de vapor en calderas. Es necesario que el agua de enfriamiento contenga los suficientes y correctos aditivos, pero antes del tratamiento con aditivos, deberá filtrarse por medio de osmosis inversa, el agua deberá estar limpia y tener una dureza lo más baja posible, así como un contenido de cloruro inferior a 80 mg/lit y un pH superior a 7. Si no se usan aditivos, el agua destilada absorbe dióxido de carbono del aire, lo que incrementa la corrosión. Para el lavado de equipos y el uso en calderas, se tiene que estar chequeando la conductividad, dureza y alcalinidad del agua, en las calderas es común que se agreguen aditivos químicos para reducir los depósitos dentro de ellas.

Es importante tomar en cuenta el origen del agua, ya que la calidad de la fuente determinará el grado de tratamiento de ésta, en tal caso la calidad del agua es muy buena pues proviene de un manantial de agua pura entre las montañas.

Hay otra fuente que es un pozo, pero la calidad del agua no es muy buena, ya que contiene muchos minerales difíciles de eliminar con el proceso de filtración actual.

4. **Aire.** El aire es importante para la combustión dentro del motor. Este es tomado del medio ambiente, por esto su calidad depende de las condiciones ambientales que existen en el lugar donde se encuentra instalada la planta. Las condiciones de referencia o ideales son:

- a) Presión atmosférica: 100 kPa (1.0 bar).
- b) Temperatura ambiente: 298 K (25 °C).
- c) Humedad relativa del aire: 30%.

2.1.4 Mercado de la generación eléctrica

Este mercado es uno de los más amplios y rentables que hay en el medio guatemalteco, en él participan las siguientes áreas:

1. Generación de energía eléctrica.
2. Servicio de transmisión de la energía eléctrica.
3. Distribución de la energía eléctrica.
4. El consumidor final.

La empresa se encuentra en el área de la generación, y tiene comprometida su generación por medio de un contrato fijo con un distribuidor, además en el mercado existe un ente regulador, llamado administrador del mercado mayorista (AMM). Éste regula la venta y despacho de energía eléctrica. En este mercado libre cualquiera puede llegar a ofrecer sus servicios de generación, así también cualquiera puede llegar y adquirir la generación que necesite para el funcionamiento de su planta o área específica. La empresa coloca su precio de venta en quetzales por kilowatt-hora, igualmente la competencia, por esto el mercado es libre, ya que los clientes tienen a disposición el precio que mejor le convenga.

Cada generadora tiene precios diferentes y éstos dependen del tipo de generación que sea, ya que hay generadoras que ocupan máquinas con costos de mantenimiento y operación altos. Además de ver los precios, los clientes toman muy en cuenta la disponibilidad de las generadoras al momento de brindarles el servicio, ya que algunos tipos de generación utilizan métodos, máquinas y combustibles que no siempre están disponibles para generar en todo el año, solo por temporada.

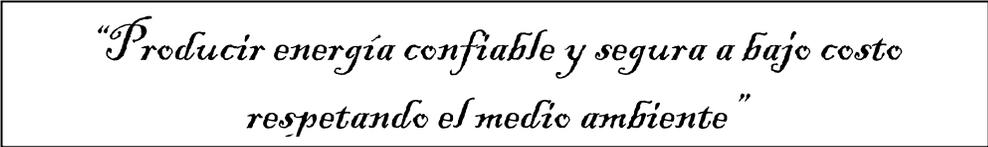
2.2 Estructura administrativa de la planta

Se describen los puntos administrativos como la misión, visión, política y organigrama de la planta, así como las responsabilidades de cada departamento para comprender su complejidad administrativa.

2.2.1 Misión

La misión de la planta son los principales propósitos estratégicos y los valores esenciales que deberán ser conocidos, comprendidos y compartidos por todas las personas que colaboran en el desarrollo de la empresa. La misión de la empresa se encuentra definida en la figura 3.

Figura 3. Misión de la empresa

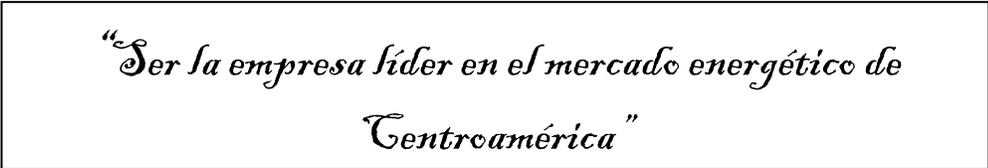


*“Producir energía confiable y segura a bajo costo
respetando el medio ambiente”*

2.2.2 Visión

La visión de la planta define las ideas que se tiene de la organización a futuro o el sueño máspreciado a largo plazo. La visión de la organización a futuro expone de manera evidente y ante todos los grupos de interés el gran reto empresarial que motiva e impulsa la capacidad creativa en todas las actividades que se desarrollan dentro y fuera de la empresa. La visión de la empresa se define en la figura 4.

Figura 4. Visión de la empresa



*“Ser la empresa líder en el mercado energético de
Centroamérica”*

2.2.3 Política

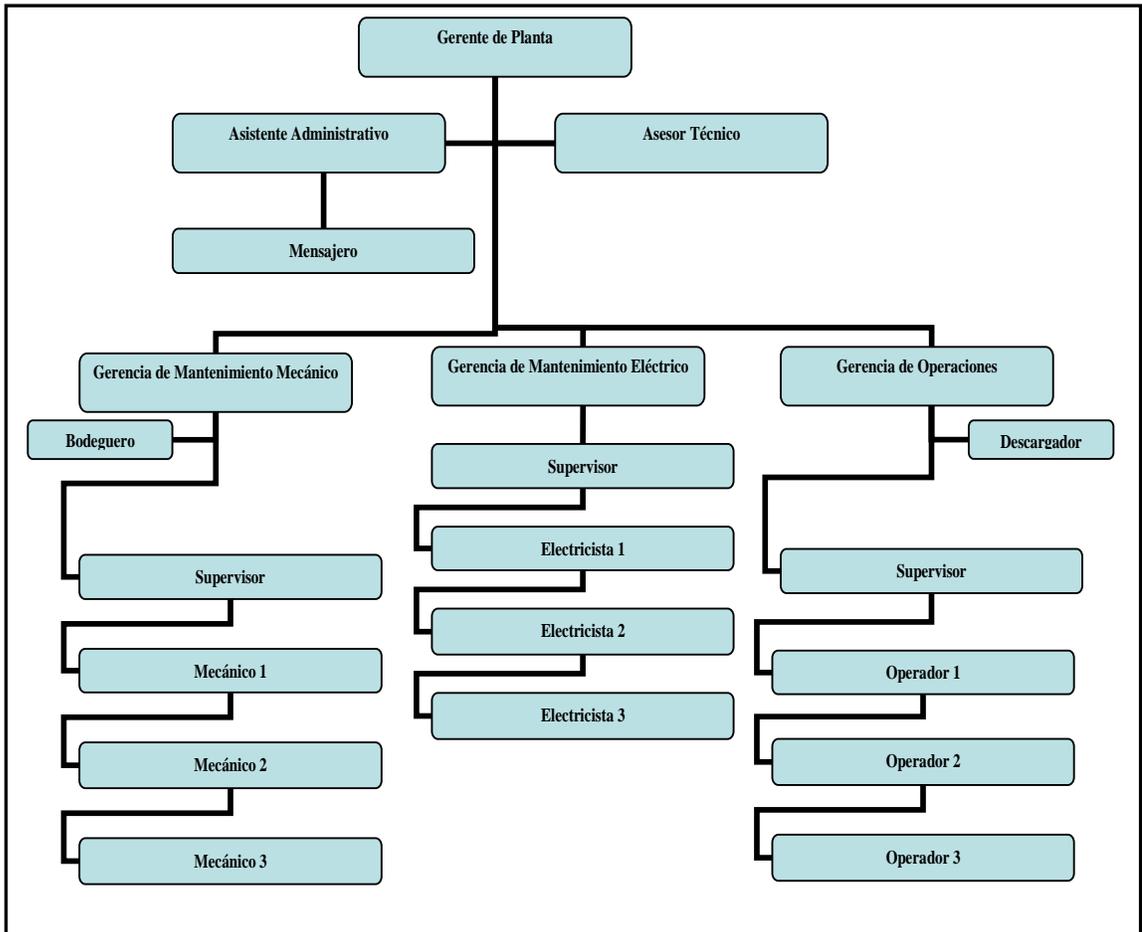
La política de la planta son principios básicos que se aplicarán en toda la organización como norma de actuación y política de actividad en cada una de las funciones, áreas, tareas o procesos de trabajo. La empresa tiene cinco principios como parte de su política, los cuales son:

1. **Responsabilidad.** Es deber de la gerencia y de los empleados comprometerse con nuestros clientes, realizando eficientemente sus labores diarias dentro de la empresa.
2. **Recursos.** La empresa utilizará recursos naturales y energía de forma eficiente para reducir los desechos y emisiones producidas por ésta en su origen.
3. **Estándares.** Cumplir con los estándares, procedimientos internos, leyes y regulaciones aplicables que se les exija.
4. **Desempeño.** Evaluar el desempeño para mejorar continuamente, igualmente con los proveedores, contratistas y socios.
5. **Comunicación.** Fomentar el diálogo abierto e informar sobre las decisiones a través de una comunicación significativa y continua.

2.2.4 Organigrama de la planta

El tipo de departamentalización que existe en la planta es del tipo funcional, agrupando actividades de acuerdo con las funciones desarrolladas, en la figura 5 (Pág. 61) se presenta el organigrama.

Figura 5. Organigrama de la planta



2.2.5 Responsabilidades de cada departamento

Todos los departamentos tienen responsabilidades individuales respecto a sus tareas, pero todos tienen la responsabilidad común de lograr los objetivos de la empresa, identificarse con la misión, visión y la política de la misma. A continuación se describen algunas responsabilidades de los departamentos:

1. Gerencia de Planta:

- a) Velar por el cumplimiento de los objetivos.
- b) Toma de decisiones importantes.

- c) Representación jurídica de la planta.
- d) Reducción de costos.

2. Asistente administrativo:

- a) Control de planilla.
- b) Control de la caja chica.
- c) Relación con instituciones como el IGSS, IRTRA e INTECAP.
- d) Correspondencia de la empresa.
- e) Archivo de documentación.
- f) Recepcionista.

3. Asesor técnico:

- a) Compras de equipo, maquinaria, repuestos y materias primas.
- b) Elaboración de presupuesto.
- c) Recomendaciones de mejoras.

4. Gerencias de mantenimiento mecánico y eléctrico:

- a) Mantenimiento preventivo y correctivo del equipo.
- b) Administración de programa de mantenimiento.
- c) Toma de decisiones de importancia media.

5. Gerencia de operaciones:

- a) Administrar las operaciones de la planta.
- b) Control de consumos de materias primas.
- c) Reportes mensuales de disponibilidad, generación y consumos.
- d) Toma de decisiones de importancia media.

2.3 Descripción general de los motores de combustión interna

Hay varios tipos de motores de combustión interna, específicamente los usados en la planta son fabricados en Finlandia, son del tipo marino, para uso en barcos de navegación. En la tabla IV, se dan algunos datos técnicos del motor. Éste está provisto de dos bancos de cilindros llamados A y B, cada uno consta de 9 cilindros, por ejemplo: A1, se refiere al banco A cilindro 1 o B3, se refiere al banco B cilindro 3. El lado A se encuentra hacia la izquierda parándose de frente al motor, y del lado derecho el B.

Tabla IV. Datos técnicos del motor

NOMBRE	ESPECIFICACIÓN
Marca	Wartzila
Tipo de motor	18V46
No. de cilindros	18
Ejes de levas	2
Tiempos	4 tiempos
Diámetro de cilindro	460 mm
Carrera (tamaño de biela)	580 mm
Cilindrada por cilindro	96.4 lts

2.3.1 Sistemas específicos

Los sistemas específicos son aquellos que le pertenecen a cada motor, tienen el mismo funcionamiento en cada uno de ellos pero actúan independientemente, sin embargo hay algunos que provienen de sistemas comunes, y en un punto determinado se separan para llegar a cada motor, a continuación se describen estos sistemas:

1. **Mecánico.** La parte mecánica del motor consiste en un bloque que se funde en una sola pieza, conformado por un cigüeñal que está forjado en una sola pieza y equilibrado mediante contrapesos. Este tiene en la parte de enfrente del motor un acople de tipo volante, donde se acopla con el generador eléctrico, en el cigüeñal se sujetan las bielas, son del tipo marino, en tres piezas, el cojinete de pie de biela está escalonado para conseguir una mayor superficie de contacto, los cojinetes de cabeza de biela son del tipo trimetálico. El pistón es de material compuesto y una corona de acero forjado, este tiene colocados en su parte superior un conjunto de anillos que consisten en dos aros cromados de compresión y un aro rascador de lubricación con resorte incorporado también cromado. El pistón sube entre una camisa que está acoplada a la culata. Las culatas son de acero fundido especial, y se fijan mediante cuatro tornillos apretados hidráulicamente.

El diseño de la culata es de doble pared y enfriadas por agua, en ésta están instaladas las válvulas de admisión de aire y tienen los vástagos cromados, junto con las de escape. El motor usa doble eje de levas que está formado por piezas que integran las levas para cada cilindro, accionando las bombas de inyección, las válvulas de admisión y las de escape. El eje de levas se moviliza por medio de engranajes que están acoplados con el cigüeñal en la parte posterior del motor, éstos son llamados engranajes de transmisión e intermedios.

2. **Lubricación.** El motor se lubrica por medio de un sistema de carter húmedo en el cual el aceite se trata principalmente fuera del motor por medio de separación centrifuga, además el aceite es limpiado también por medio de filtros, unos son automáticos, es decir que su limpieza se realiza automáticamente y otros filtros que son llamados de seguridad para eliminar sólidos que puedan dañar el motor. El aceite lubricante se mantiene circulando dentro del motor por medio de 2 bombas para mantener la

presión, éstas son accionadas mecánicamente por el motor, por medio de los engranajes de transmisión.

La función principal de la lubricación es prevenir el contacto en las superficies de los cojinetes, transferir el calor y limpiar. El circuito de aceite de lubricación es el siguiente del carter, sube llegando a los cojinetes por todo el cigüeñal, luego sube a través de la biela llegando al bulón y luego a la corona del pistón cayendo de nuevo al carter. Además, por medio de otras tuberías se lubrican el eje de levas, engranajes intermedios y de transmisión, el aceite se enfría por medio de agua en un intercambiador de calor, para esto el motor detecta la temperatura del aceite y por medio de una válvula termostática de tres vías le permite pasar al enfriador o estar recirculando en el motor.

3. **Inyección de combustible.** El motor ha sido diseñado para trabajar con combustible pesado y con ciertos ajustes con gas natural. El combustible tratado llega a un equipo que se encarga de darle la viscosidad y la presión necesaria para que llegue a las bombas de inyección del motor. Este equipo se llama booster y lo conforman un filtro, un calentador a vapor, un medidor de viscosidad, un medidor de flujo, bombas de presión y un cilindro desairador. Ya que el combustible tiene la viscosidad y la presión necesaria, se filtra y llega a las bombas de inyección de alta presión, éstas le dan la suficiente presión para que el dispositivo inyector atomice correctamente el combustible dentro de la cámara de combustión.
4. **Enfriamiento.** La refrigeración se da mediante un sistema de agua de circuito cerrado, dividido en circuito de alta y de baja temperatura. El circuito de alta temperatura enfría los cilindros, culatas, aire de carga y el turbocompresor. La presión se mantiene en el circuito por medio de una bomba mecánica accionada por los engranajes de transmisión del motor, el agua fluye a un canal de distribución en el bloque del motor, desde estos

canales el agua sube hacia las camisas a través de unos orificios en ellas y continúa hacia las culatas. En la culata, el agua es forzada mediante la pared intermedia para que fluya a lo largo de la pared inferior expuesta a la temperatura de combustión, alrededor de las válvulas y los asientos de éstas, también hacia arriba para enfriar la camisa del inyector de combustible.

El circuito de alta temperatura enfría la primera etapa del aire de carga por medio de un intercambiador de calor llamado cooler o enfriador. El circuito de baja temperatura enfría la segunda etapa del aire de carga y el aceite lubricante, la presión es mantenida por medio de una bomba mecánica accionada por los engranajes de transmisión del motor, el agua fluye primero a través de la segunda etapa del enfriador del aire de carga, de ahí al enfriador de aceite que es un intercambiador de calor.

Para poder enfriar el agua en los 2 circuitos, se utilizan radiadores que están instalados en un área aparte del motor, el agua es llevada al radiador y es regresada al motor, si el agua está a la temperatura deseada, se regresa al radiador, lo cual se hace por medio de un válvula termostática de tres vías, que detecta la temperatura del agua, permitiendo recircular en el motor o enviarla al radiador.

5. **Aire de carga.** El aire de carga es extraído del medio ambiente por medio de un turbocompresor que es movido por medio de los gases de escape del motor. Este succiona el aire, después los enfría por medio de un intercambiador de calor, que funciona por medio de agua este es de dos fases, la primera enfriada por medio del circuito de agua de alta temperatura y la segunda por medio del circuito de baja temperatura. Después de enfriado, el aire es introducido en un ducto donde están conectadas todas las válvulas de admisión de aire.

6. **Gases de escape.** Este sistema permite el movimiento del turbocompresor para poder extraer el aire del medio ambiente. Los gases de escape son expulsados por medio de las válvulas de escape de las culatas de cada cilindro, llegan a un ducto conectado con el turbocompresor, mueven los alaves del turbocompresor y así succiona aire de carga para introducirlo al motor. Los gases siguen hacia unas calderas de recuperación de calor, el calor de los gases de escape calienta el agua en las calderas y así produce vapor, no todos los motores tienen acopladas las calderas, sólo 2 motores están con este diseño, luego son expulsados al medio ambiente por medio de pipas de escape.

7. **Arranque del motor.** El arranque del motor es por medio de aire. Éste es producido por 2 compresores envían el aire a cilindros donde es almacenado. Cuando se le da la orden de arranque al motor, el aire es inyectado contra los cilindros o pistones, a presión de 30 bar, suficiente para empujar los pistones hacia abajo; el cigüeñal empieza a moverse y cuando las revoluciones son de 300 rev/min, el motor inyecta combustible y aire produciéndose la combustión y el funcionamiento pleno del motor.

8. **Parada del motor.** El motor para por medio de supresión de combustible, tiene un sistema que funciona por medio de aire que es tomado también del aire de arranque, al darle la orden de paro el aire llega hacia unos émbolos que accionan un mecanismo que cierra el paso en las bombas de inyección de combustible, así logra que el motor pare.

9. **Eléctrico o autómatas.** Este sistema controla sensores de temperatura y de presión en el motor, además todos los otros sistemas. Consta de una computadora que recibe información de todos los sistemas por medio de los sensores y la transmite a un cuarto de control, donde en un monitor se pueden controlar todos los datos necesarios para el buen funcionamiento del motor. El sistema además controla los arranques y paradas de los motores,

al momento de dar la orden de arranque a un motor el sistema autómatata controla todos los elementos necesarios para el arranque del motor, inyección de combustible y de aire de arranque, igualmente la parada automática del motor.

2.3.2 Sistemas comunes

Los sistemas comunes son los que efectúan una función que es utilizada por todos los motores o por ciertos equipos, a continuación se describen estos:

1. **Tratamiento de agua industrial.** El tratamiento de agua consiste en 2 plantas que extraen agua cruda de un tanque, estas funcionan por medio de osmosis inversa. Esta agua ya tratada es almacenada en un tanque de agua desmineralizada, luego es transferida hacia los consumidores como las calderas, circuitos de agua de enfriamiento, lavado de turbocompresores y separadoras centrífugas.
2. **Vapor.** El vapor es generado por medio de calderas de recuperación, este consta de un circuito que parte de la caldera hacia un cabezal común de donde se distribuye a los consumidores como: calentadores en las separadoras centrífugas, calentadores de combustible en las booster y los calentadores en los tanques de almacenamiento de combustible. Después de pasar por los calentadores, el vapor regresa a un condensador y regresa a la caldera como condensado.
3. **Tratamiento de combustible.** El combustible es descargado al tanque principal de almacenamiento, de este es transferido por medio de bombas al tanque buffer de donde las separadoras centrífugas extraen el combustible y lo centrifugan, así se separan los sólidos y el agua del combustible, las separadoras usan agua desmineralizada y vapor para efectuar su trabajo de separación. Después, las separadoras meten el combustible ya tratado al

tanque diario y de éste se extrae por medio de una bomba, luego se traslada en una tubería principal de donde salen otras para los motores.

4. **Inyección de aceite.** El aceite se descarga hacia un tanque de aceite nuevo, de este se extrae por medio de una bomba y una tubería principal, por medio de válvulas se puede inyectar aceite nuevo a cualquier motor, ya que todos esta conectados a esta tubería principal.

2.4 Descripción general del generador eléctrico

El generador es sincrónico, también es llamado alternador, convierten potencia mecánica en potencia eléctrica, este esta acoplado al motor por medio de un volante, en la tabla V. Se muestran algunas especificaciones del generador.

Tabla V. Datos técnicos del generador eléctrico

DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
Marca	ABB
Tipo	HSG 1,600 SR14
Salida	19,750 KVA
Factor de potencia	0.80
Voltaje	13,800 Voltios
Frecuencia	60 Hertz
Corriente	826 Amperios
Velocidad	514 R.P.M
Sobre velocidad	617 R.P.M
Momento de inercia	11,200 Kg*m ²
Peso	55,000 Kg

El generador está montado sobre pedestales, donde giran los extremos con cojinetes. Este tiene 3 componentes principales, los cuales son:

1. **Estator.** Este está dentro de un bastidor, que es una construcción de acero rígido soldado. El núcleo del estator está hecho de láminas de acero eléctrico que están aisladas con resina orgánica. Contiene unos ductos para la refrigeración radial del núcleo estator, dentro de la estructura se ha integrado unos pedestales de levantamiento del generador.
2. **Rotor.** Está formado por un eje, un cubo, polos que están fijados al cubo, un excitador y 2 ventiladores. El eje está torneado en acero de forja y tiene un reborde con extremo en forma de D. Los polos están hechos de una lámina de acero de 2 mm y atornillados al cubo, que está metido a presión sobre el eje. Las laminaciones del polo están comprimidas unas junto a las otras con barras de acero soldadas a placas de los extremos. Los ventiladores están atornillados al cubo, el excitador eléctrico está colocado a presión sobre el eje. Encima del rotor del excitador se ha montado un puente rectificador giratorio. El puente del diodo incluye los diodos, un varistor y un resistor conectados en paralelo para la protección del diodo.
3. **Bobinas.** La bobina del estator esta hecha de cobre preformado y la bobina del rotor de cobre rectangular aislado. La bobina de amortiguación del rotor está formada por placas de fondo de cobre y barras de cobre. Las 2 placas de fondo de cobre están montadas sobre el polo, el cabezal del polo tiene recortes en los que recortes hay barras de cobre ribeteadas sobre las placas de fondo. Tanto el estator como el rotor están aislados con un sistema llamado: Sistema Compacto de Aislamiento Industrial (MICADUR) e impregnados a presión-vacío.

2.5 Diagrama general del funcionamiento

- **Descripción del proceso.** Llega el camión de combustible a la zona de descarga, el descargador lo acomoda, se inspeccionan los papeles y marchamos que indican las características del combustible a descargar. Si no cumplen con los requerimientos se rechaza, se abre la tapadera de un agujero o man-hole que tienen las pipas o cisternas en la parte superior para evitar la succión de la pipa creando vacío si esta cerrada al momento de encender la bomba. Se conecta la manguera en la pipa de transporte y en la tubería que va hacia el tanque de almacenamiento principal, se mide con cinta el nivel del tanque, se enciende la bomba y se inicia la descarga.

El tiempo de descarga varía conforme la temperatura del combustible, mientras mas caliente es menos viscoso y más fácil de descargar. Al finalizar la descarga, se mide de nuevo el tanque y se calcula lo descargado, se desconecta la manguera y se cierra la tapadera superior de la pipa de transporte. Por medio de una bomba se transfiere al tanque buffer, después, por medio de las bombas de las unidades de tratamiento de combustible, se succiona del buffer hacia ellas y se traslada al tanque diario ya separado. Por medio de una bomba se alimenta hacia la unidad booster, en este momento se enciende la booster, después se encienden los compresores de aire de arranque que alimentan unos cilindros presurizados a 30 bar como máximo.

La presión mínima para arrancar un motor es de 18 bar, después se enciende una bomba que tiene incorporado un calentador a base de vapor, pues la temperatura mínima para el arranque del motor es de 51°C, posteriormente se enciende la bomba que prelubrica el motor antes del arranque y al inicio del arranque. Enseguida se enciende la unidad de tratamiento de aceite lubricante, luego se procede a abrir las válvulas de venteo del motor. Cada cilindro tiene una válvula de venteo donde al

momento de girar un poco el motor se puede ver si dentro de los cilindros hay agua o no. El motor es girado por medio de un motor acoplado al volante y por lo tanto al cigüeñal; los pistones suben y bajan, por las válvulas de venteo al momento que el pistón comprime si hay agua sale por ellas. Este procedimiento dura unos 10 minutos, posteriormente se cierran las válvulas de venteo y se da la orden de arranque desde el cuarto de control.

Cuando el motor alcanza las 514 rpm el generador está listo para sincronizarse con la línea de distribución de energía eléctrica, después se procede a especificar en el sistema de cómputo la cantidad de megawatts a vender. Estos motores pueden dar hasta 15.6 megawatts de potencia, en la figura 6 (Pág. 74) se puede ver del diagrama operacional del funcionamiento general, y en la figura 7 (Pág. 78) se muestra el diagrama del motor.

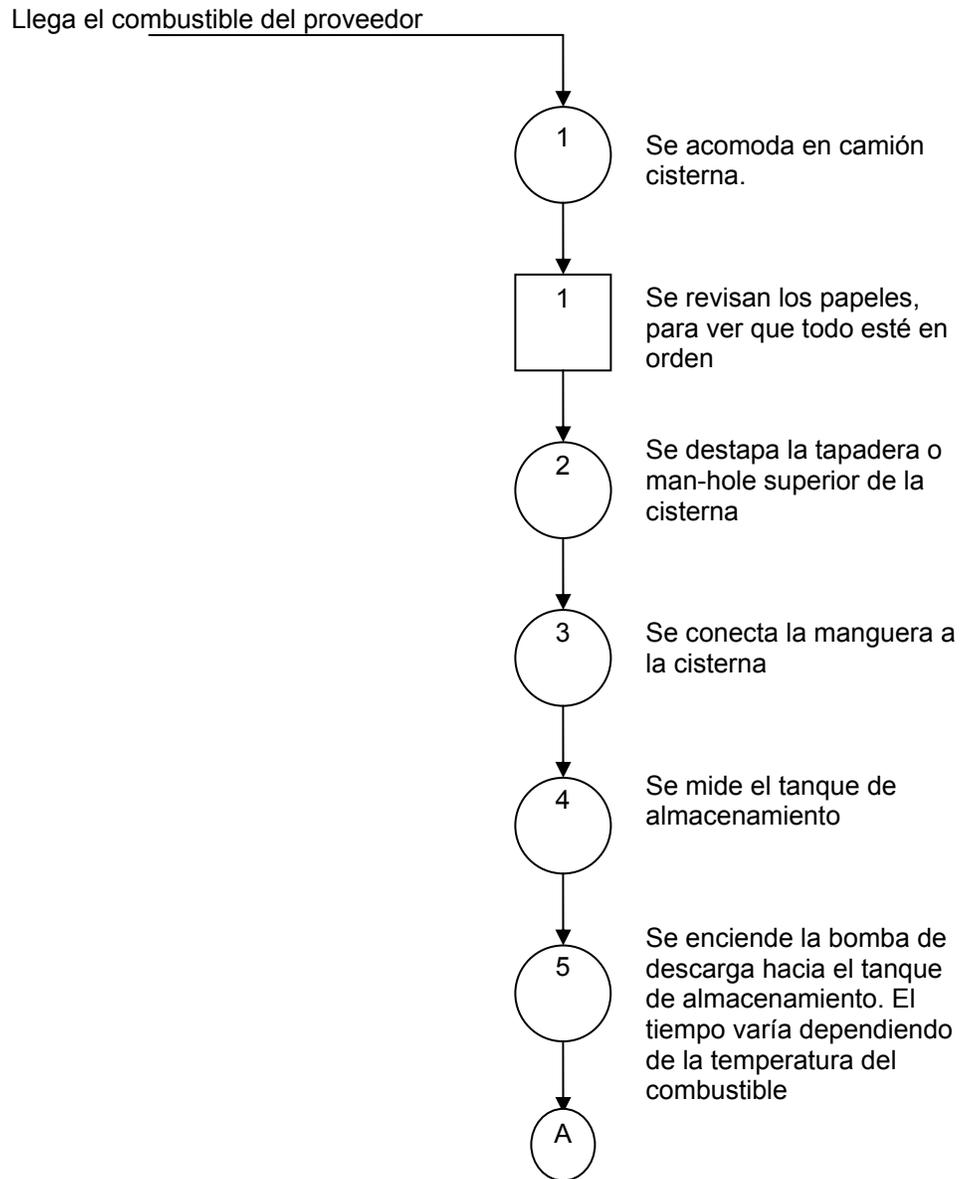
2.6 Control actual de salud y seguridad

El control que existe actualmente dentro de la planta es propiamente el que ejerce cada supervisor sobre sus subordinados. Cada uno tiene su equipo de protección personal, el cual para ciertos trabajos no es el adecuado, por ejemplo, manipular combustibles con guantes de cuero, limpiar piezas con químicos usando mascarillas inadecuadas, etc.

Por ser una planta relativamente nueva, los puntos de riesgo no han sido detectados en su totalidad, excepto los lógicos como lo son los tanques de almacenamiento de combustible. En éstos hay un sistema de espuma para la contención de incendios en ellos. Hay una bomba prediseñada que succiona agua del tanque de agua industrial, para presurizar una red de tuberías alrededor de la planta y entonces así poder conectar a la tubería mangueras para contrarrestar cualquier incendio.

Figura 6. Diagrama operacional del funcionamiento general de un motor de combustión interna

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO	
Descripción:	Funcionamiento general de un motor.
Método:	Actual
Motor No.:	1
Analista:	Aldin Romero
Fecha:	12/11/2,003
Inicio:	Descarga
Final:	Red de distribución
Hoja:	1/5

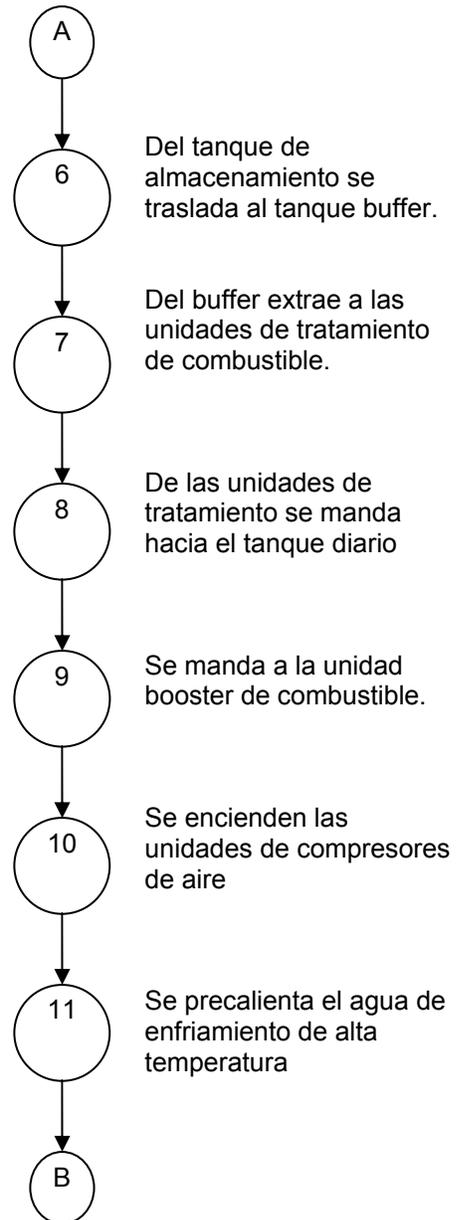


Continuación

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

Descripción: Funcionamiento general de un motor.
Método: Actual
Motor No.: 1
Analista: Aldin Romero

Fecha: 12/11/2,003
Inicio: Descarga
Final: Red de distribución
Hoja: 2/5

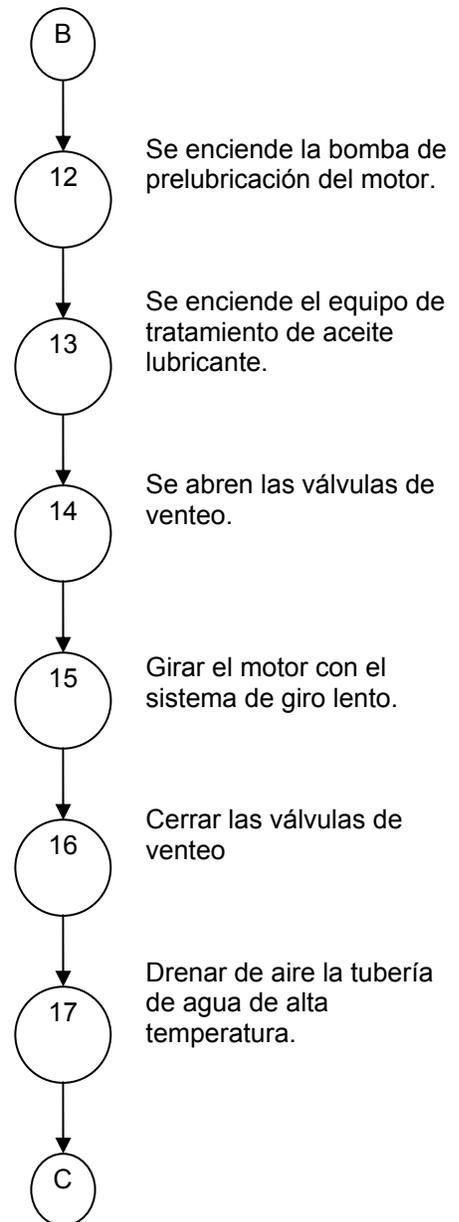


Continuación

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

Descripción: Funcionamiento general de un motor.
Método: Actual
Motor No.: 1
Analista: Aldin Romero

Fecha: 12/11/2,003
Inicio: Descarga
Final: Red de distribución
Hoja: 3/5

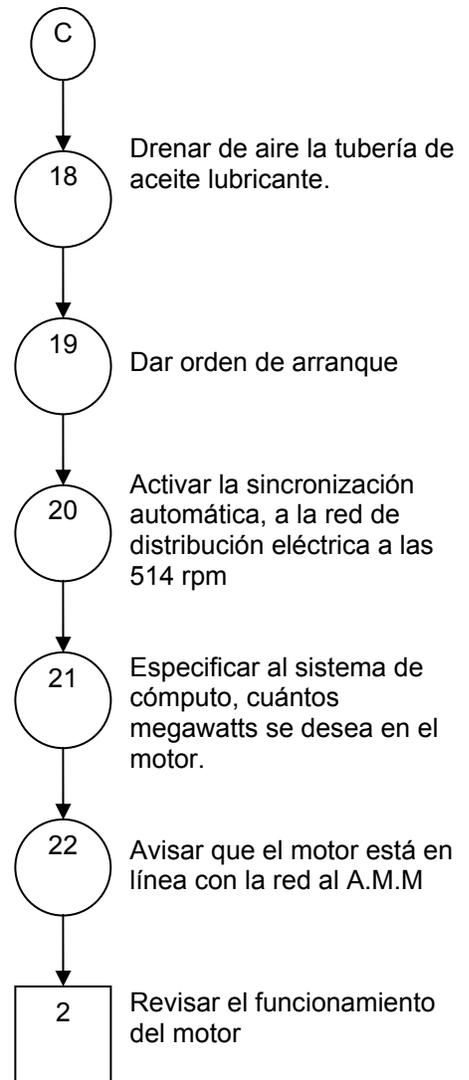


Continuación

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

Descripción: Funcionamiento general de un motor.
Método: Actual
Motor No.: 1
Analista: Aldin Romero

Fecha: 12/11/2,003
Inicio: Descarga
Final: Red de distribución
Hoja: 4/5



Continuación

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

Descripción: Funcionamiento general de un motor.

Método: Actual

Motor No.: 1

Analista: Aldin Romero

Fecha: 12/11/2,003

Inicio: Descarga

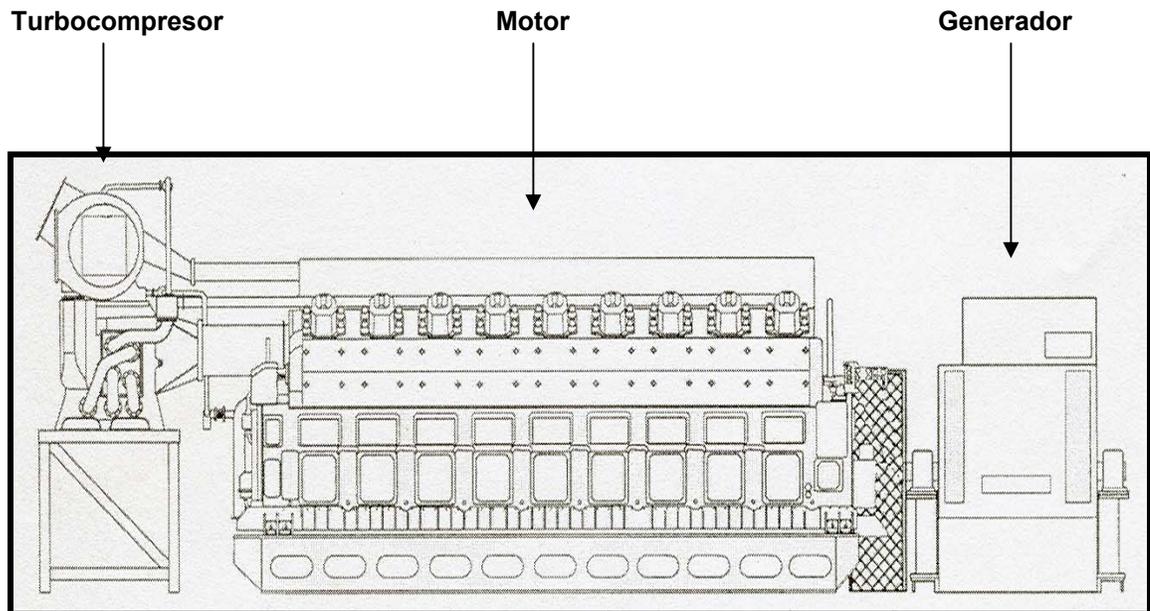
Final: Red de distribución

Hoja: 5/5

RESUMEN

NOMBRE	CANTIDAD
Operaciones	22
Inspecciones	2
TOTAL	24

Figura 7. Motor de combustión interna, con su turbocompresor y generador



Este sistema es obligatorio estipularlo en el contrato de construcción de la planta. Cada operación, tarea de mantenimiento y áreas peligrosas no se han

analizado para poder establecer las medidas correctivas y establecer procedimientos de seguridad.

2.7 Control actual del medio ambiente

El control actual que se efectúa es relativamente bajo. Básicamente, consiste en una concientización que efectúan los jefes a sus subordinados sobre los daños que pueden ser ocasionados por cualquier derrame de combustible o de químicos, ya sea en operación o en mantenimiento. Es parte de esta concientización el indicarles el cómo y dónde almacenar los desechos, además de la forma de cómo poder descargarlos hacia las pipas que se los llevan para su eliminación.

Los desechos gaseosos son expulsados al ambiente, sin tener un dato específico de la cantidad de sólidos perjudiciales que se sueltan para poder comparar con lo permitido por CONAMA. Las aguas residuales se dejan ir en un río que pasa a un costado de la planta, parte de esta agua puede estar contaminada con combustible o con residuos químicos, su control es hecho por una empresa subcontratada.

2.8 Importancia de un sistema para la administración de riesgos

La seguridad es una responsabilidad que tiene que ser reconocida por parte de la alta gerencia. Todo mundo es responsable de su seguridad y también de la de otros a quienes sus acciones puedan afectar. La correcta administración de riesgos es de gran importancia en una planta, así como el conocimiento y la conciencia de los empresarios de lo que puede ocasionar un accidente, lo cual debe ser primordial para que un sistema de administración de riesgos funcione y tenga el impacto suficiente en los empleados, ya que el grado de supervisión en el cumplimiento de los procedimientos tiene que ir de

más a menos conforme el tiempo transcurra, y esto sólo se logra con el compromiso total de la gerencia.

Con el tiempo se reflejará en los accidentes la buena administración de los riesgos, además de catalogar el rol que ha tenido cada uno de los integrantes de la planta, ya que el sistema sólo da la información necesaria para evitar los accidentes y los empleados hacen el resto.

La importancia de la administración es catalogada como alta. El colapso de una empresa puede llegar a suceder por una mala administración de los riesgos, ya sea por la destrucción de la planta o parte de ella, como también por demandas y problemas con la ley. La administración de la seguridad, salud y medio ambiente debe de ser considerada no como un gasto sino como parte de la inversión de la planta.

3. PROPUESTA DE DISEÑO PARA LA ADMINISTRACION DE LA SALUD, SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

A continuación se presenta el diseño administrativo, comenzando por la estructura administrativa y luego con la metodología de identificación y control de los riesgos dentro de la planta generadora.

3.1 Estructura del departamento

Se presenta una breve descripción de las necesidades de personal para el departamento que administrará el sistema, además de describir su estructura administrativa, misión, visión y política, también se establecen los objetivos a corto, mediano y largo plazo.

3.1.1 Necesidades de personal

Para que un departamento sea eficiente y productivo, debe tener la calidad y cantidad de personal adecuado. En el departamento hay 3 áreas importantes a cubrir, las cuales son:

1. El área administrativa
2. Supervisión de la salud y seguridad
3. Supervisión del medio ambiente

Por lo tanto, se necesitan 3 personas para integrar el departamento, 2 supervisores de campo, y 1 gerente administrativo.

3.1.1.1 Descripción de puestos

La descripción de puestos se compone de las siguientes partes:

1. **Título.** Se describe el nombre del cargo.
2. **Objetivo.** Se describe el objetivo principal del puesto.
3. **Funciones principales.** Se enlistan las funciones principales del cargo.
4. **Relaciones.** Se da una lista de los departamentos u organizaciones con las que tiene que relacionarse.
5. **Responsabilidad.** Se describe el grado de responsabilidad de acuerdo a las decisiones que tome.
6. **Supervisión.** Se describe el grado de supervisión y a quienes supervisa.
7. **Requisitos del puesto.** Se da un listado de requisitos que debe llenar la persona a optar por el cargo.

En las figuras 8 (Pág. 83), 9 (Pág. 85) y 10 (Pág. 86) se describen los puestos para las áreas que se desea cubrir dentro del departamento de salud, seguridad y medio ambiente.

Figura 8. Descripción de puesto para el área administrativa

CARGO	<u>GERENTE DE SALUD, SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE</u>
<p>OBJETIVO</p> <p>Planear, organizar, dirigir y controlar la marcha administrativa y técnica del departamento de salud, seguridad y medio ambiente, además de velar por el cumplimiento de las políticas de la empresa.</p>	
<p>FUNCIONES PRINCIPALES</p> <ol style="list-style-type: none">1. Formula y propone a la gerencia general nuevas técnicas para la identificación de riesgos a la salud, seguridad y medio ambiente.2. Planifica, organiza, coordina y controla programas de capacitación hacia los empleados sobre riesgos a la salud, seguridad y medio ambiente.3. Organiza y coordina programas de capacitación referentes a otras áreas.4. Formula, propone y controla el presupuesto para el departamento de salud, seguridad y medio ambiente.5. Asiste la evaluación del plan estratégico de la planta.6. Elabora informes mensuales para la gerencia general del estado de la planta e involucrando cualquier suceso imprevisto.7. Cumple con las normas técnicas de control interno.	
<p>RELACIONES</p> <p>Con todos los departamentos de la empresa y todas aquellas instituciones o empresas que requiera para desarrollar las tareas que tiene encomendadas.</p>	

Continuación

<p>RESPONSABILIDAD</p> <p>La administración de los recursos del departamento de salud, seguridad y medio ambiente, para el logro de los objetivos de la empresa.</p>
<p>SUPERVISION</p> <ol style="list-style-type: none">1. Depende de la Gerencia General2. Supervisa el área de salud y seguridad, además el área del medio ambiente
<p>REQUISITOS DEL PUESTO</p> <ol style="list-style-type: none">1. Título profesional en ingeniería mecánica-industrial, ingeniería industrial, ingeniero químico-industrial, con estudios de posgrado en su especialidad, preferentemente en el área de medio ambiente.2. Experiencia en el área de seguridad industrial y medio ambiente.3. Experiencia no menor de 5 años en puestos similares, preferentemente en plantas de generación eléctrica.

Figura 9. Descripción del puesto para el área de salud y seguridad

CARGO	<u>SUPERVISOR DE SALUD Y SEGURIDAD INDUSTRIAL</u>
<p>OBJETIVO</p> <p>Supervisar el cumplimiento de las normas y procedimientos establecidos por parte de la empresa, e identificar cualquier riesgo a la salud de los trabajadores.</p>	

FUNCIONES PRINCIPALES

1. Supervisa y analiza que las actividades y condiciones de la planta estén dentro de las normas y cumpliendo con los procedimientos de seguridad.
2. Propone mejoras al desarrollo de las actividades y condiciones de la planta para que se lleven a cabo de la manera más segura.
3. Audita las condiciones de la planta
4. Elabora informes quincenales sobre las condiciones de la planta y cualquier imprevisto que se halla suscitado.
5. Investiga e informa de cualquier accidente y/o condición peligrosa que sea identificada.
6. Coordina, dirige y controla las actividades de capacitación sobre salud y seguridad, además de colaborar con cualquiera de otra índole.
7. Coordina y supervisa al personal subcontratado que ingresa a la planta.
8. Establece una comunicación profesional y cordial con los demás departamentos.

RELACIONES

Con todas las instancias de la organización y con todas aquellas instituciones o empresas que requiera para desarrollar las tareas que tiene encomendadas.

RESPONSABILIDAD

Supervisión del área de salud y seguridad

SUPERVISION

Depende de la gerencia de salud, seguridad y medio ambiente

REQUISITOS DEL PUESTO

1. Título universitario o pensum cerrado de ingeniero industrial, mecánico-industrial.
2. Experiencia en labores de supervisión, no menor de 3 años, preferentemente en el área de seguridad industrial.
3. Experiencia en plantas de generación eléctrica.

Figura 10. Descripción del puesto para el área de medio ambiente

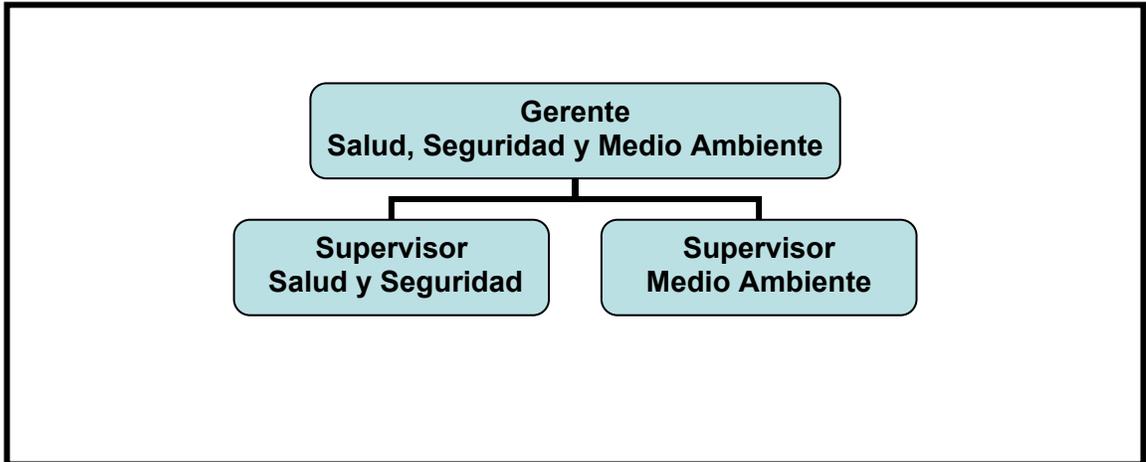
CARGO	<u>SUPERVISOR DEL MEDIO AMBIENTE</u>
OBJETIVO Supervisar que los procedimientos y normas del cuidado del medio ambiente, que rigen a la empresa sean cumplidos a cabalidad.	
FUNCIONES PRINCIPALES <ol style="list-style-type: none">1. Supervisa que la planta este operando bajo las normas y procedimientos que la ley exige, tomando muestras de agua residuales y de gases de escape.2. Propone mejoras para el control de las actividades y condiciones de la planta, que pueden ocasionar algún daño al medio ambiente.3. Emite dictamen sobre las condiciones de operación de la planta de acuerdo a las normas de medio ambiente.4. Elabora informes mensuales sobre las condiciones de la planta y cualquier imprevisto daño o pudo haber dañado el medio ambiente.5. Coordina, dirige y controla las actividades de capacitación sobre medio ambiente, además de colaborar con cualquiera de otra índole.6. Supervisa y coordina que los desechos de la planta sean eliminados de la mejor manera.7. Coordina y supervisa al personal subcontratado que ingresa a la planta.8. Establece una comunicación profesional y cordial con los demás	

departamentos.
<p>RELACIONES</p> <p>Con todas las instancias de la organización y con todas aquellas instituciones o empresas que requiera para desarrollar las tareas que tiene encomendadas.</p>
<p>RESPONSABILIDAD</p> <p>Supervisión del área de medio ambiente.</p>
<p>SUPERVISION</p> <p>Depende de la gerencia de salud, seguridad y medio ambiente.</p>
<p>REQUISITOS DEL PUESTO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Título universitario o pensum cerrado de ingeniero químico, químico-industrial, ingeniero en medio ambiente o carrera afín. 2. Experiencia en labores de supervisión, no menor de 3 años, preferentemente en el área de seguridad industrial. 3. Experiencia en plantas de generación eléctrica.

3.1.2 Organigrama

El tipo de organigrama del departamento va de acuerdo al tipo de organización, que es del tipo funcional, en la figura 11 (Pág. 89) se describe el organigrama del departamento.

Figura 11. Organigrama del departamento de salud, seguridad y medio ambiente



3.2 La misión del departamento

La misión de la empresa, como se ve en la figura 3, se basa en la confiabilidad y en el respeto al medio ambiente. Son los dos pilares del departamento, la confiabilidad es la certeza de que la planta siempre va a estar disponible para generar energía, y parte importante para lograr esto es la seguridad que se le pueda brindar al trabajador y a la vez al equipo y maquinaria de la planta. El respeto al medio ambiente es parte integral del departamento. La misión del departamento queda definida en la figura 12.

Figura 12. La misión del departamento de salud, seguridad y medio ambiente

“Reducir la probabilidad de accidentes y daños al medio ambiente a cero, por medio de supervisión y capacitación”

3.3 La visión del departamento

La visión se basa en el futuro, a donde se quisiera llegar a largo plazo, según la visión de la empresa, se habla de una expansión hacia fuera de las fronteras del país, entonces se tienen que establecer bases específicas para aplicarlas en un futuro. De acuerdo a esto, la visión del departamento se define en la figura 13.

Figura 13. La visión del departamento de salud, seguridad y medio ambiente

“Ser parte integral en el desarrollo de la empresa, procurando el mejoramiento continuo dentro del sistema de salud, seguridad y medio ambiente”

3.4 La política del departamento

Además de cumplir con los principios establecidos como parte de la política de la empresa, el departamento debe tener una política propia que no interfiera con los principios establecidos si no que los fortalezca. De acuerdo a esto, la política del departamento se define en el figura 14 (Pág. 91).

Figura 14. Política del departamento de salud, seguridad y medio ambiente

“Supervisar, evaluar las actividades y condiciones de la planta, conforme las normas, estándares y procedimientos establecidos, para anticipar, prevenir y mitigar los riesgos”

3.5 Establecimiento de objetivos del departamento

El establecimiento de objetivos se basa en la minimización de accidentes, en la planta han ocurrido accidentes en años anteriores, en la tabla VI se muestran los accidentes en los últimos 3 años. Estos son los que se buscan eliminar o por lo menos minimizar la probabilidad de que sucedan, además se tienen que basar en la minimización de la contaminación o sea establecerse dentro de los límites dicta la ley.

Tabla VI. Accidentes ocurridos en los últimos 3 años

AÑO	No. DE ACCIDENTES
2001	12
2002	14
2003	13

3.5.1 Corto plazo

Estos objetivos están relacionados directamente con la implementación del sistema, específicamente son 5 objetivos los que se busca lograr en el primer año. Estos se describen a continuación:

1. Implementar el sistema en el 100% de las áreas de la planta.
2. Eliminar en un 80% las condiciones inseguras.
3. Eliminar en un 70% los actos inseguros.
4. Eliminar en un 80% los riesgos de contaminación del medio ambiente.
5. Supervisar al 100 % las actividades de los empleados dentro de la empresa

3.5.2 Mediano plazo

Estos objetivos están contemplados en un rango de 2 a 5 años, se basan en la eliminación o minimización de los riesgos y el seguimiento del sistema. Son 6 objetivos los cuales se describen a continuación:

1. Minimizar en un 5% la probabilidad de algún accidente por un acto o una condición insegura.
2. Eliminar al 100% los puntos de riesgo de contaminación, conservándose entre los límites establecidos por la ley.
3. Desarrollar simulacros de respuestas a emergencias por los menos 3 veces en el año.
4. Automatizar en un 50% el sistema de administrativo.
5. Implementar las brigadas de emergencia, con el 100% de los empleados.
6. Reducir a un 50% el grado de supervisión de las actividades de los empleados.

3.5.3 Largo plazo

Estos objetivos tienen como fin tecnificar el sistema administrativo. Esto se debe lograr en un lapso de tiempo de 5 a 10 años. Son 3 los objetivos que se plantean, los cuales se describen a continuación:

1. Automatizar el sistema administrativo en un 100%, para que todos los trabajadores tengan acceso a éste.
2. Minimizar el grado de supervisión de los empleados a un 25%.
3. Involucrar los trabajadores antiguos en un 100% en las capacitaciones a empleados nuevos.

3.6 Importancia del departamento dentro de la empresa

El papel que juega el departamento dentro de la empresa es muy importante para lograr los objetivos estratégicos. La percepción que se debe tener de un departamento de salud, seguridad y medio ambiente es la de evitar costos a la empresa, y no la de una fuente de estos. El evitar costos a la empresa es parte preponderante del departamento, el afán de evitar daños físicos a las personas, máquinas y equipos, así como evitarse multas y penalizaciones por daños al medio ambiente, son sus principales objetivos.

No todas las empresas tienen este pensamiento y a veces ésta es razón para que algunas quiebren por problemas operativos, de mantenimiento o legales. La principal meta del departamento es mostrarle a la empresa lo importante que es dentro de su estructura y su funcionamiento, y los resultados futuros son los que demostrarán su importancia, y además ayudaran a su desarrollo dentro de la empresa.

Con buenos resultados, la empresa invertirá mas en capacitaciones, investigación y desarrollo de nuevas tecnologías, además de nuevas técnicas y herramientas de mejoramiento.

El rol que ocupa el departamento en la educación del trabajador es importante ya que ayuda a fortalecer la cultura organizacional de la empresa, su meta es lograr que el trabajador se conduzca de una forma segura y que respete el medio ambiente, y con esto ayuda al trabajador a desenvolverse en la sociedad de una mejor forma.

3.7 Identificación de riesgos

Para la identificación de riesgos se establecerá un método que se basa en los siguientes 4 factores:

1. **Probabilidad.** La probabilidad de que el riesgo se convierta en un accidente. Ésta se interpretará de acuerdo a la tabla VII.

Tabla VII. Definición de la probabilidad de ocurrencia de un riesgo

CLASIFICACIÓN	CÓDIGO	INTERPRETACIÓN	PONDERACIÓN
El resultado más probable y esperado si la situación de riesgo tiene lugar, es 100% probable que ocurra.	A	Debe de esperarse	10
Es completamente posible y nada extraño que sucediera, tiene una probabilidad del 50%.	B	Puede producirse	8
Sería una secuencia coincidencia rara o no es normal que suceda, tiene una probabilidad del 10%.	C	Raro, pero es posible	6
Sería una coincidencia remotamente posible, se sabe que ha ocurrido, tiene una probabilidad del 1%.	D	Poco usual	4
Nunca ha sucedido en muchos años de exposición, pero es posible que ocurra.	E	Concebible pero improbable	2
Es prácticamente imposible que suceda,	F	Imposible	1

una probabilidad entre un millón			
----------------------------------	--	--	--

2. **Exposición.** La exposición se basa en el grado en que la o las personas se encuentran expuestas al riesgo. La descripción del tipo de exposiciones se muestra en la tabla VIII (Pág. 96).

Tabla VIII. Definición del grado de exposición a un riesgo

CLASIFICACIÓN	CÓDIGO	INTERPRETACIÓN	PONDERACIÓN
Continuamente, muchas veces al día	A	Muy alta	10
Frecuentemente, aproximadamente una vez al día	B	Alta	8
Ocasionalmente, una o dos veces por semana	C	Media	6
Poco usual, una o dos veces al mes	D	Baja	4
Raramente, una o dos veces al año	E	Muy baja	2
Muy difícilmente, no ha ocurrido, pero es probable	F	Incierta	1

3. **Consecuencia.** Es el resultado más probable si el riesgo ocurriera. Las clasificaciones de las consecuencias se describen en la tabla IX.

Tabla IX. Definición de consecuencias por la ocurrencia de un accidente

CLASIFICACIÓN	CÓDIGO	INTERPRETACIÓN	PONDERACIÓN
Muchas muertes, paro total de la planta por tiempo indefinido y daños serios a la maquinaria	A	Catástrofe	10
Una o más muertes, paro total de la planta por poco tiempo y algunos daños leves al equipo	B	Desastre	8
Incapacidad total permanente, probable paro de la planta	C	Muy seria	6
Incapacidad parcial permanente	D	Seria	4
Incapacidad temporal	E	Importante	2
Primeros auxilios	F	Notable	1

4. **Grado de peligrosidad.** El grado de peligrosidad se obtiene de los factores de probabilidad, exposición y consecuencia. La sumatoria de éstos nos da un resultado no mayor de 30, y con esto podemos encontrar el grado de peligrosidad del riesgo o condición insegura. En la tabla X se establecen las clasificaciones.

Tabla X. Rango para establecer el grado de peligrosidad

RANGO	CLASIFICACIÓN	ACCIÓN A TOMAR
1-5	Bajo	Posiblemente aceptable en la situación actual
6-15	Medio	Precisa atención
16-20	Alto	Necesita corrección
21-25	Muy alto	Requiere corrección inmediata
26-30	Extremo	Paro inmediato

Para los riesgos de contaminación del medio ambiente se clasificaran de acuerdo a la tabla XI (Pág. 99).

3.7.1 Condiciones inseguras

1. **Formato de registro.** Con los factores definidos, ahora se procede a definir el formato de registro en la figura 15 (Pág. 100), y éste tiene las siguientes partes.
 - a) Encabezado. Se debe especificar el nombre de quien realiza la inspección, la fecha y hora de inicio como de finalización de la inspección, así como el área y/o equipo a inspeccionar, el número de correlativo de auditoria y la cantidad de hojas usadas para la inspección.
 - b) No. correlativo. Se coloca para tener en cuenta el número de condiciones registradas.
 - c) Elemento. Aquí se registra el elemento que tiene que ver directamente con la condición insegura, por ejemplo: válvula de entrada de vapor, etc.,
 - d) Estado. En esta columna se indica el estado en que se encuentra el elemento, por ejemplo: rajada con fuga, etc.,
 - e) Riesgo. Se coloca el riesgo o riesgos que puede provocar el estado del elemento, ejemplo: quemaduras, explosión, etc.,

- f) Probabilidad, exposición y consecuencia. Aquí se colocan los códigos o las letras con las que se identifican las ponderaciones que se le da a cada factor.
- g) Grado de peligrosidad. En esta columna se coloca el resultado de la suma de las ponderaciones de los factores de probabilidad, exposición y consecuencia.
- h) Clasificación. Se coloca de acuerdo al resultado del grado de peligrosidad, verificando en los rangos, la clase de peligro.

Tabla XI. Niveles para la clasificación de riesgos de contaminación al medio ambiente

NIVEL DE DAÑO	SIGNIFICADO
N	Ninguno, es un desecho que se produce y se puede eliminar fácilmente, y si entra en contacto con el medio ambiente sus consecuencias son mínimas
B	Bajo, es un desecho que se puede almacenar fácilmente y su contacto con el medio ambiente puede ser perjudicial a largo plazo
MO	Moderado, es un desecho que se puede almacenar fácilmente pero su eliminación es difícil y se entra en contacto con el medio ambiente puede provocar daños a mediano plazo
A	Alto, es un desecho que es difícil de eliminarlo y se produce en altas cantidades y si entra en contacto con el medio ambiente provocaría daños a corto plazo.
IN	Intolerable, es un desecho difícil de manejar y de eliminar, no importando la cantidad de éste, el contacto con el medio ambiente provocaría serios daños e inmediatos, en algunos casos irremediables.

- i) Acción a tomar. Se especifica la acción a tomar para la eliminación de la condición insegura.
- j) Corregida. Esta columna se utiliza para registrar si una condición que ya fue registrada y reportada no ha sido corregida. Si la condición es nueva no llenarla.
- k) Responsable. Se coloca quien es el responsable de corregir la condición insegura.
- l) Cuadros de información. Se colocan cuadros de información de los factores de probabilidad, exposición y consecuencia para tenerlos a la mano al momento de la inspección.
- m) Observaciones. Se coloca un área de observaciones para registrar alguna situación que se haya dado al momento de la inspección.

Las inspecciones se deben realizar por lo menos 1 vez por semana en cada área de la planta. Como no es una auditoría no se debe de emitir ninguna calificación sobre las condiciones en general, sólo informar sobre las condiciones inseguras encontradas y su grado de peligrosidad, para posteriormente corregirlas.

3.7.2 Actos inseguros

Los actos inseguros se tienen que registrar de tal forma que estos registros sirvan como parte de los procedimientos de trabajo seguro. Esto sólo se logra examinando todas las actividades que se realizan en las áreas para así determinar el equipo de protección personal necesario para la actividad que se realiza, además de las precauciones que se deben de tomar antes de realizar la actividad.

1. **Formato de registro.** El formato de registro se describe en la figura 16 (Pág. 104). Consta de las siguientes partes:

- a) Encabezado. Aquí se requiere cierta información, como el nombre de la persona que hace la inspección, la fecha, hora de inicio y finalización de la inspección, así como también el registro de la actividad y el área donde se desarrollara esta, el número de inspección realizada y el número de hojas utilizadas, además el número de personas que participan en la actividad.
- b) No. de correlativo. Aquí se coloca un número de correlativo asignada a las actividades que se describan.
- c) Tareas. Se describen las tareas que se deben de realizar en la actividad que se está operando. Pueden ser específicas o generales, dependiendo de la actividad. Una tarea puede ser una actividad a realizar, en este caso, las tareas deben ser más específicas, ejemplo: si la actividad es un overhaul, se analizaran las tareas de una forma general; si la actividad es un cambio de una bomba, se analizarán las tareas de una forma más específica.
- d) Riesgos probables. Se registran todos los riesgos que se calcula puedan ocurrir en el desarrollo de la tarea, por ejemplo: explosividad, caída, apresamiento, etc.,
- e) Acto inseguro. En esta columna se describe el acto inseguro que se esta observando en el instante de la realización de la tarea.
- f) Probabilidad, exposición y consecuencia. Aquí se colocan los códigos o las letras con las que se identifican las ponderaciones que se le da a cada factor.
- g) Grado de peligrosidad. En esta columna se coloca el resultado de la suma de las ponderación de de los factores de probabilidad, exposición y consecuencia.
- h) Clasificación. Se coloca de acuerdo al resultado del grado de peligrosidad, verificando en los rangos, la clase de peligro.
- i) Precauciones necesarias. Esta columna está compuesta de otras tres subcolumnas que son: equipo de protección personal, bloqueo y señalización, y también capacitación. Esta columna es indispensable de que sea llenada con información así se este realizando un acto inseguro o no. Se debe colocar el equipo de protección personal necesario para realizar la

operación, si es necesario, bloquear el paso de algún fluido o electricidad, además, si necesita alguna capacitación especial para realizar la tarea, indicar si se inspeccionó las herramientas con un sí o un no, y colocar el o los nombres de los responsables de las precauciones.

- j) Acto corregido. En esta columna se coloca un sí o un no. Si al informarle al trabajador no corrigió su actitud se coloca un no, y se debe informar a su superior.
- k) Responsable. Se debe colocar a la persona que está cometiendo el acto inseguro.
- l) Observaciones. Es una parte del formato donde se pueden hacer comentarios de alguna situación que se dio al momento de realizar la inspección.

Las inspecciones de actos inseguros hay que realizarlas a todas las actividades que se realizan en todas las áreas, y posteriormente realizarlas de una manera intermitente para comprobar si las correcciones se han hecho.

3.7.3 Áreas con riesgo de enfermedades ocupacionales

Las áreas se tienen que inspeccionar de tal forma que se tenga la información necesaria para el control del riesgo. Para el registro de información, el formato tiene que ser de manera general, ya que se pretende identificar los riesgos de enfermedad ocupacional para posteriormente controlarlos y con un formato específico para cada área. Se debe establecer el nivel de riesgo que tiene el factor que puede provocar una enfermedad ocupacional.

1. **Formato de registro.** El formato se presenta en la figura 17 (Pág. 107) y está conformado de la siguiente forma:
 - a) Encabezado. Contiene un título para identificarlo fácilmente. Se tiene que llenar cierta información como el nombre de quien realiza la inspección, la fecha, la hora de inicio y finalización de la inspección, el área que se va a inspeccionar y el correlativo de la inspección para efectos de archivo.
 - b) No. de correlativo. Para enumerar los riesgos encontrados.
 - c) Factor de riesgos. Aquí se describe el factor que se ha identificado, que puede provocar una enfermedad ocupacional a corto o largo plazo, por ejemplo: ruido, vibraciones, calor, etc.
 - d) Fuente. Se deben describir todas las fuentes que provocan el factor de riesgo, por ejemplo: si el factor es ruido, las fuentes pueden ser ciertos equipos. Hay que describirlos todos.
 - e) Intensidad. Se debe colocar la intensidad que el factor tiene sobre el cuerpo humano, si se pueden hacer mediciones hay que colocar los resultados de estas, por ejemplo: ruido 95 Db, calor 35°C, vibración 6 Hz.
 - f) Cantidad de personal expuesto. Se coloca el número de personas que tienen contacto con el riesgo.
 - g) Tiempo de exposición. Se debe colocar cuál es el tiempo estimado de exposición y cuántas veces al día. Se debe de basar en la persona o personal que más tiempo tiene de exposición en el día.

- h) Consecuencias inmediatas. Se describen las consecuencias a corto plazo que se dan cuando el personal esta en contacto con el riesgo, es lo que se esta observando en el mismo momento de la inspección, por ejemplo: sordera temporal, deshidratación, tos, etc.
- i) Consecuencias futuras. Se describen las consecuencias a mediano o largo plazo que se pueden dar cuando el personal tiene contacto con el riesgo durante mucho tiempo sin las precauciones necesarias, por ejemplo: pérdida del sentido auditivo, problema con el sistema nervioso, deficiencia pulmonar, etc.
- j) Probabilidad, exposición y consecuencia. Aquí se colocan los códigos o las letras con las que se identifican las ponderaciones que se le da a cada factor.
- k) Grado de peligrosidad. En esta columna se coloca el resultado de la suma de las ponderación de los factores de probabilidad, exposición y consecuencia.
- l) Clasificación. Se coloca de acuerdo al resultado del grado de peligrosidad, verificando en los rangos la clase de peligro.
- m) Acción correctiva. Se debe describir la acción que se debe de realizar para eliminar o reducir el riesgo.
- n) Corregido. Se debe colocar si el riesgo fue corregido o no si ya ha sido reportado.

Figura 17. Formato para la identificación de áreas con riesgo de enfermedades ocupacionales

FORMATO DE REGISTRO DE RIESGOS DE ENFERMEDADES OCUPACIONALES

NOMBRE: _____ ÁREA: _____
 FECHA: _____ INSPECCIÓN No.: _____
 HORA INICIO: _____
 HORA FINAL: _____

No. COR	FACTOR DE RIESGO	FUENTE	INTENSIDAD	CANT. DE PERSONA EXPUESTO	TIEMPO DE EXPOSICIÓN	CONSECUENCIAS INMEDIATAS	CONSECUENCIAS FUTURAS	PROBABILIDAD	EXPOSICIÓN	CONSECUENCIA	CLASIFICACIÓN	ACCIÓN CORRECTIVA	RIESGO CORREGIDO	RESPONSABLE

Probabilidad:

Cod	INTERPRETACIÓN	ponderación
A	Debe de esperarse	10
B	Puede producirse	8
C	Riesgo pero es posible	6
D	Poco usual	4
E	Concedible pero improbable	2
F	Imposible	1

Exposición:

Cod	INTERPRETACIÓN	ponderación
A	Muy alta	10
B	Alta	8
C	Medio	6
D	Bajo	4
E	Muy bajo	2
F	Indefinido	1

Consecuencia:

Cod	INTERPRETACIÓN	ponderación
A	Catastrófica	10
B	Disastre	8
C	Muy seria	6
D	Seria	4
E	Importante	2
F	Trivial	1

Grado de peligrosidad:

RANGO	CLASIFICACIÓN	ACCIÓN A TOMAR
1 a 5	Bajo	Problemas aceptable en la situación actual
5 a 15	Medio	Precaución
16 a 20	Alto	Medidas correctivas
21 a 25	Muy alto	Regule exposición inmediata
26 a 30	Extremo	Paro inmediato

OBSERVACIONES:

NOTA: G. P. Grado de peligrosidad. N/A = No Aplica.

- o) Responsable. Se debe colocar quién es el responsable del control del riesgo.
- p) Observaciones. Se coloca un área de observaciones para registrar alguna situación que se haya dado al momento de la inspección.

Las inspecciones de las áreas se deben realizar por lo menos una vez por semana, hasta que se tengan todas las fuentes identificadas que pueda provocar una enfermedad ocupacional.

3.7.4 Puntos de riesgo de contaminación

Los riesgos de contaminación se deben identificar en cada área de la planta, lugares donde la posibilidad de una fuga, derrame o donde halla que manejar desechos de cualquier tipo sea latente. Hay que tomar en cuenta cualquier equipo o maquinaria que pueda perjudicar el medio ambiente. Hay que establecer el nivel del daño del medio ambiente que se puede dar si no se controla con rapidez el riesgo.

1. **Formato de registro.** El formato se presenta en la figura 18 (Pág.111) y está conformado de la siguiente forma:
 - a) Encabezado. Contiene un título para identificarlo fácilmente, se tiene que llenar cierta información como el nombre de quien realiza la inspección, la fecha, la hora de inicio y finalización de la inspección, el área que se va a inspeccionar y el correlativo de la inspección para efectos de archivo.
 - b) No. de correlativo. Para enumerar los riesgos encontrados.
 - c) Tipo de desechos. Aquí se describe el tipo de desecho que se produce o podría producir por alguna fuga o derrame, incluyendo el estado del desecho, por ejemplo: líquido, sólido o gaseoso. Agregando su origen orgánico o inorgánico, si es químico, radiactivo, carburante, etc.

- d) Fuente. Se deben describir todas las fuentes que pueden provocar el desecho, por ejemplo: separadoras de aceite lubricante, separadoras de combustible, gases de escape de motores.
- e) Ubicación: Se debe colocar el lugar donde se esta observando la fuga, derrame o desecho.
- f) Origen. Esta columna contiene tres subcolumnas donde se debe indicar con una equis el origen del desecho. Se anota si es algún derrame, por alguna fuga o es un desecho que se produce normalmente.
- g) Cantidad. Se escribe la cantidad estimada de desecho que se expulsa o que se recolecta, si solamente es probable que ocurra una fuga o derrame sólo se coloca la magnitud de la presión y temperatura a la cual se almacena o circula el líquido o el gas.
- h) Concentración. Se coloca si se puede medir la concentración del desecho, si está diluido en agua, propagado en el aire o cualquier otro catalizador.
- i) Nivel de daño al medio ambiente. Se debe colocar según criterio el nivel de daño, basándose en la tabla XI (Pág. 99).
- j) Acción a tomar. Se describe la acción a tomar, para controlar el riesgo.
- k) Corregido. Se debe llenar con un no si el riesgo ya fue reportado y no ha sido corregido.
- l) Responsable. Se debe de colocar quien es el responsable del control del riesgo.
- m) Observaciones: Se coloca un área de observaciones para registrar alguna situación que se haya dado al momento de la inspección.

Las inspecciones se deben realizar por lo menos una vez a la semana, tomando en cuenta cualquier punto probable de contaminación.

3.8 Control de riesgos

Para el control de los riesgos se deben de desarrollar algunos procedimientos de seguridad. Se basarán en parte en la información recabada

con los formatos de registro de la identificación de riesgos, pero hay ciertas áreas y equipos de la planta que son de uso, si no por todos, por la mayoría de los empleados, por ejemplo: montacargas, grúas, calderas, equipo de descarga de combustible, áreas de almacenamiento de combustible y químicos, etc. Éstos son puntos que tienen que tener establecido un procedimiento para su operación y manejo. A continuación se describen algunos controles por medio de señalización, equipos de protección y procedimientos de seguridad, en lo que se refiere a la salud y seguridad y el medio ambiente.

3.8.1 Salud y seguridad

A continuación se describen los métodos que se usaran para el control de riesgos dentro del sistema administrativo. Éstos fueron elegidos de acuerdo a las necesidades físicas y económicas de la planta.

3.8.1.1 Señalización

La señalización se hará por medio de señales visuales y sonoras. Para las señales visuales se ocupará una codificación de colores que se encuentra en la tabla I (Pág. 20), la mayoría serán carteles informativos con letras, formas geométricas y simbología. Las formas geométricas se muestran en la tabla XII (Pág. 113), la simbología total se muestra en el anexo. Como se busca que las señales tengan una mejor percepción, se va a tomar en cuenta lo siguiente:

Figura 18. Formato para la identificación de puntos de riesgo de contaminación del medio ambiente

FORMATO DE REGISTRO DE PUNTOS CON RIESGO DE CONTAMINACION AL MEDIO AMBIENTE

NOMBRE: _____
 FECHA: _____
 HORA INICIO: _____
 HORA FINAL: _____

AREA: _____
 INSPECCIÓN No.: _____

No. CORR.	TIPO DE DESHECHO	FUENTE	UBICACIÓN	ORIGEN DEL DESHECHO			CANTIDAD	CONCENTRACION	NIVEL DE DAÑO AL MEDIO AMBIENTE	ACCIÓN A TOMAR	CORREGIDO	RESPONSABLE
				FUGA	DESEMBO	DESEMBO NORMAL						

OBSERVACIONES:

NIVEL DE DAÑO	SIGNIFICADO
N	Ninguno, es un desecho que se puede producir y eliminar fácilmente, y si entra en contacto con el medio ambiente las consecuencias son mínimas.
B	Bajo, es un desecho que se puede eliminar fácilmente y si entra en contacto con el medio ambiente puede ser perjudicial a largo plazo.
MO	Modesto, es un desecho que se puede eliminar fácilmente pero su eliminación es difícil, y si entra en contacto con el medio ambiente puede provocar daños a mediano plazo.
A	Alto, es un desecho que es difícil eliminar y se produce en altas cantidades, y si entra en contacto con el medio ambiente puede producir un daño a corto plazo.
IN	Intoxicante, es un desecho difícil de manejar y eliminar, no importando la cantidad de éste, si entra en contacto con el medio ambiente provocará daños serios e inmediatos.

1. **Colores contrastantes en las señales.** Se utiliza un color contrastante para mejorar la percepción de los colores de seguridad, la selección del primero debe ser de acuerdo a lo establecido en la tabla XIII (Pág. 114). El color de seguridad debe cubrir al menos 50 % del área total de la señal, excepto para las señales de prohibición, para las cuales el color de fondo debe ser blanco, la banda transversal y la banda circular deben ser de color rojo, el símbolo debe colocarse centrado en el fondo y no debe obstruir a la banda diametral. El color rojo debe cubrir por lo menos el 35 % de la superficie total de la señal de seguridad e higiene. El color del símbolo debe ser negro.

2. **Textos en las señales.** Las señales pueden complementarse con un texto fuera de sus límites y éste cumplirá con lo siguiente:
 - a) Será un refuerzo a la información que proporciona la señal.
 - b) La altura del texto, incluyendo todos sus renglones, no será mayor a la mitad de la altura de la señal.
 - c) El ancho del texto no será mayor al ancho de la señal.
 - d) Estará ubicado debajo de la señal.
 - e) Será breve y concreto el mensaje.
 - f) Será en color contrastante o texto en color negro sobre fondo blanco.
 - g) Únicamente las señales de información se complementarán con textos dentro de sus límites. El texto no debe dominar sobre los símbolos, por lo cual se limitará la altura máxima de las letras a la tercera parte de la altura del símbolo, y con un máximo de tres palabras.

Tabla XII. Símbolos para señalización

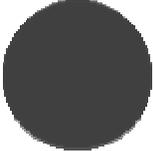
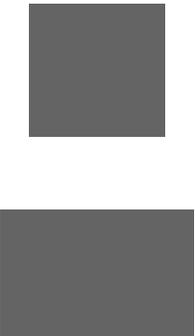
SIGNIFICADO	FORMA GEOMÉTRICA	DESCRIPCIÓN	UTILIZACIÓN
PROHIBICIÓN		Círculo con banda circular y diametral oblicua de color rojo a 45° con la horizontal, colocada de la parte superior izquierda a la inferior derecha	Prohibición de una acción susceptible de provocar algún riesgo
OBLIGACIÓN		Círculo relleno, color azul	Descripción de una acción obligatoria
INFORMACIÓN		Cuadrado o rectángulo, la base medirá entre una a una y media veces la altura y deberá ser paralela a la horizontal, dependiendo el tipo de información el color puede variar	Proporciona información en casos de emergencia

Tabla XIII. Colores contrastantes a utilizar en las señales

COLOR DE SEGURIDAD	COLOR CONTRASTANTE
Rojo	Blanco
Amarillo	Negro
Amarillo	Magenta
Verde	Blanco
Azul	Blanco

3. **Dimensiones de las señales.** Serán tales que el área superficial y distancia máxima de observación cumplan con relación que se muestra en la figura 19.

Figura 19. Relación para las dimensiones de las señales

RELACIÓN	VARIABLES
$S \geq \frac{L^2}{2000}$	<p>S = Superficie de la señal en mts²</p> <p>L = Distancia máxima de observación en mts</p>

La relación sólo se aplicará a distancia de 5 a 50 mts. Para distancias menores a 5 mts, el área de las señales será como mínimo de 125 cm². Para distancias mayores a 50 mts el área de las señales será al menos de 1250 cm².

Hay que tomar en cuenta también que dentro de la planta se ocupan sistemas de tuberías, las cuales deben ser identificadas por medio un color, con un texto y con la dirección del fluido. La identificación con colores específicos se muestra en la tabla XIV (Pág.115), así como los colores para todas las tuberías que hay en la planta.

Tabla XIV. Colores para identificación de tuberías en la planta

LÍQUIDO EN TUBERÍA	COLOR
Bunker	Café oscuro
Aceite lubricante nuevo	Marrón
Aceite lubricante usado	Café claro
Desechos oleosos	Negro
Condensado	Plateado aislamiento
Vapor	Plateado aislamiento
Gases de escape	Plateado aislamiento
Agua desmineralizada	Azul oscuro
Agua de servicios	Azul claro
Agua para enfriamiento	Verde claro
Agua cruda para incendios	Rojo
Aire de instrumentos	Celeste
Aire de arranque	Amarillo

La inscripción de las tuberías se hará conforme lo descrito en la tabla III (Pág. 22), se usará el equipo que se muestra en la figura 20.

Figura 20. Equipo para identificar tuberías



3.8.1.1.1 Áreas peligrosas

Para el control de las áreas peligrosas se debe tomar en cuenta lo siguiente:

1. La identificación total de los riesgos latentes, por medio de los formatos de registro.
2. Colocar las señales necesarias.
3. Desarrollo de un procedimiento de seguridad.

A continuación se describen algunas áreas que se consideran peligrosas y que deben de señalizarse:

1. **Áreas con espacios confinados.** Una de las áreas que en cualquier planta es peligrosa, si no se toman las precauciones necesarias, son los espacios confinados. Éstos tienen aberturas limitadas de entrada y salida, y ventilación natural desfavorable, en los que se pueden acumular contaminantes tóxicos e inflamables, o se forman atmósferas deficientes en oxígeno. Se consideraran espacios confinados los siguientes lugares:
 - a) Espacios confinados abiertos por su parte superior y de profundidad mayor a 1.5 mts dificultándose la ventilación natural, por ejemplo: fosos, zanjas, pozos.
 - b) Espacios confinados con una pequeña abertura de entrada y salida, por ejemplo: tanques, túneles, alcantarillas y bodegas.

El hombre apoyo es una persona entrenada y asignada para llevar a cabo las acciones de rescate en caso necesario. Este hombre apoyo se mantiene monitoreando las condiciones de trabajo para alertar al personal que se encuentra dentro del espacio confinado. El hombre apoyo debe tener la complejión física necesaria para efectuar el rescate de la persona que se

encuentran realizando el trabajo. Antes de empezar a laborar en un espacio confinado, es necesario realizar y reunir lo siguiente:

- a) Medición de atmósferas. Las mediciones deberán ser realizadas previamente a la ejecución del trabajo y de forma continuada mientras se ejecutan éstos y sea susceptible de producirse variaciones en la atmósfera interior. Las mediciones serán ejecutadas desde el exterior y de forma segura, se prestará una atención especial a rincones y espacios muertos. Las atmósferas que se miden son las siguientes: oxígeno, tóxicas e inflamables. El contenido de oxígeno debe estar en un rango entre 20% y 21% en volumen.
- b) El nivel de explosividad debe ser cero, no deben existir polvos o residuos de material inflamable.
- c) El recipiente debe estar aislado de cualquier otra línea o recipiente para evitar la entrada de producto al mismo.
- d) El recipiente debe tener ventilación adecuada.
- e) El recipiente debe soportar la entrada de la (s) persona(s) que vayan a estar dentro y evitar el peligro de que el mismo caiga y cause daño a dichas personas.
- f) La temperatura del recipiente no debe ser mayor de 35° C.
- g) El recipiente debe tener iluminación adecuada para poder llevar a cabo el trabajo.
- h) Debe existir un hombre apoyo durante todo el tiempo que dure el trabajo.
- i) Que las fuentes de energía del equipo sido desconectadas y con candados. Esto debe asegurarse haciendo una prueba de arranque de cualquier equipo que se encuentren dentro de un recipiente.
- j) En caso de ser necesario el rescate de una persona, sólo el personal entrenado para ello atenderá dicho rescate. En caso de las excavaciones o zanjas, éstas deben estar apuntaladas en sus paredes con madera que debe estar colocada de tal forma que evite la caída o derrumbe de las

mismas. Además, siempre debe existir una escalera por cada dos personas que se encuentren trabajando en la excavación.

- k) Autorización de entrada al recinto. Se deberá, por parte del jefe inmediato, supervisar el área en que se va a trabajar y verificar si cumple con los requisitos anteriormente descritos.

2. **Riesgo de incendio por equipos eléctricos.** La electricidad puede ocasionar riesgos y provocar serias lesiones, por lo tanto estas áreas son críticas mayormente en una generadora eléctrica. Hay 4 puntos importantes que se le tiene que señalar al trabajador, los cuales son:

- a) Una persona puede pasar a constituir parte de un circuito eléctrico y el resultado puede ser un choque eléctrico.
- b) Si un circuito eléctrico no está protegido, existe sobrecarga eléctrica y si se calientan puede llegar a producirse un incendio al alcanzar la temperatura de ignición de los materiales que están cerca de las superficies calientes.
- c) Cuando se producen arcos o chispas debido al salto de electricidad de un conductor a otro, cuando se abre o se cierra un contacto eléctrico, tal como ocurre cuando se accionan interruptores o al descargar electricidad estática, puede originarse un incendio. También cuando el arqueo o chispa se produce en una atmósfera que contiene una mezcla de una sustancia inflamable.
- d) Otro riesgo que se puede ocasionar es la interrupción del servicio eléctrico, y provocar un paro de la planta.

Los tipos de voltaje que se manejan en la planta son los siguientes:

- a) Alto voltaje: 230 Kilovoltios
- b) Mediano voltaje: 13.8 Kilovoltios
- c) Bajo voltaje: 440 voltios

Las áreas que contengan estos voltajes tendrán que ser identificados por medio de señales visuales, indicando el riesgo y el voltaje que se encuentra presente, además de identificar y colocar el o los extinguidotes necesarios en caso de incendio, también se debe describir algunos aspectos preventivos a tomar en cuenta antes de realizar cualquier trabajo.

Hay áreas donde se realizan trabajos y donde pueden producirse chispas, a éstos se les llama trabajos en caliente, los cuales están definidos como: soldar, esmerilar, cortar con soplete, quemar, y cualquier actividad que produzca chispa, incluidos el abrir cubículos eléctricos o utilizar herramienta eléctrica en áreas clasificadas, operación de maquinaria con motores de combustión interna, motores eléctricos, también las actividades en aquellas líneas o equipos que potencialmente pudieran contener residuos de alta peligrosidad debido a la naturaleza de los materiales utilizados en la planta.

La planeación cuidadosa de cualquier trabajo dará como resultado una tarea bien hecha y de forma segura. Parte de esta planeación debe incluir llevar a cabo las tareas necesarias para obtener el permiso de realizar trabajos en caliente, en esta preparación deben participar las personas de operación y mantenimiento, quienes deben ser consultadas para obtener dichos permisos. Para la ejecución de trabajos en caliente en áreas clasificadas, es necesaria la autorización y firma del gerente de operaciones y gerente de seguridad. La revisión al trabajo debe asegurar que no existirá material inflamable presente.

Cuando se lleve a cabo un trabajo en caliente, además de la persona que ejecutará el trabajo deberá estar presente otra persona para que apague cualquier chispa o conato de incendio en cuanto este se llegara a presentar. Las condiciones para poder ejecutar un trabajo en caliente dependerán de las circunstancias especiales de cada trabajo y serán especificadas en el análisis de trabajo seguro además de ser difundidas a todo el personal involucrado.

Cuando el trabajo se va a efectuar en un lugar donde existe la posibilidad de que chispas caigan dentro de drenes o trincheras, éstos deben cubrirse, y en el área de trabajo se debe de colocar una barricada. No debe iniciarse ningún trabajo en caliente antes de que personal de operaciones o seguridad verifique que exista 0% de explosividad en la atmósfera.

3. **Áreas de peligro por riesgos químicos.** Es importante tomar en cuenta la exposición de los productos químicos, ya que dentro de la planta se manejan muchos productos para limpieza de la planta como para las piezas metálicas, además de químicos que se usan para el tratamiento del agua de enfriamiento y para el tratamiento del agua para las calderas. Estos químicos pueden provocar los siguientes riesgos, si no se controlan:

- a) Explosiones e incendios.
- b) Efectos secundarios en la salud humana por exposición.
- c) Daños a equipos.

Se tienen que tener en cuenta los siguientes aspectos a verificar antes de realizar cualquier trabajo cerca de productos químicos o con ellos:

- a) Tener precaución durante el manejo del material si se quiere traspasar a otro recipiente.
- b) Usar los accesorios adecuados para el manejo.
- c) Inspeccionar los recipientes, que no estén dañados y que estén bien cerrados.
- d) Usar el equipo de protección personal adecuado.
- e) Mantener los recipientes cerrados si no se usan.
- f) Verificar cualquier atmósfera, derrame o fuga antes de realizar cualquier trabajo en caliente.
- g) Tener siempre al alcance un extinguidor adecuado.

- h) Verificar la hoja de datos de seguridad del material MSDS. Ésta la debe proporcionar el proveedor del producto químico.

Para señalar los riesgos de los productos químicos se usara el rombo de riesgos que se presenta en la figura 21 (Pág. 122).

Para el uso de este rombo de riesgos se definen los siguientes términos, la calificación va de 0 a 4 en grado:

- a) Riesgo a la salud. Hace referencia al potencial que tiene la sustancia de originar daño a las personas al contacto con el cuerpo, por ejemplo: piel, mucosas, ojos, inhalación o ingesta del producto. No sólo se refiere en si a la toxicidad del producto, sino a los productos de descomposición en la exposición a altas temperaturas, combustión o reacción del mismo. Se identifica con en el rombo con en color azul, en la tabla XV (Pág. 123) se describen los grados de los riesgos.
- b) Riesgo de incendios. Se refiere al potencial que tiene la sustancia de quemarse espontáneamente, y se identifica en el rombo con color rojo, en la tabla XVI (Pág. 125) se describen los grados de los riesgos.
- c) Riesgo de toxicidad o reacción. Se refiere al grado o susceptibilidad del material de reaccionar vigorosamente por sí mismo, bien sea por auto reacción, polimerización o explosión violenta al contacto con agua u otros elementos de extinción. Se identifica en el rombo con el color amarillo, en la tabla XVII (Pág. 126) se describen los grados de los riesgos.
- d) Reactividad con agua o peligros especiales. Se debe colocar si el químico puede entrar en contacto en agua o no y algún riesgo especial que sea conveniente señalar, se identifica en el rombo con el color blanco.

Figura 21. Rombo de riesgos para productos químicos

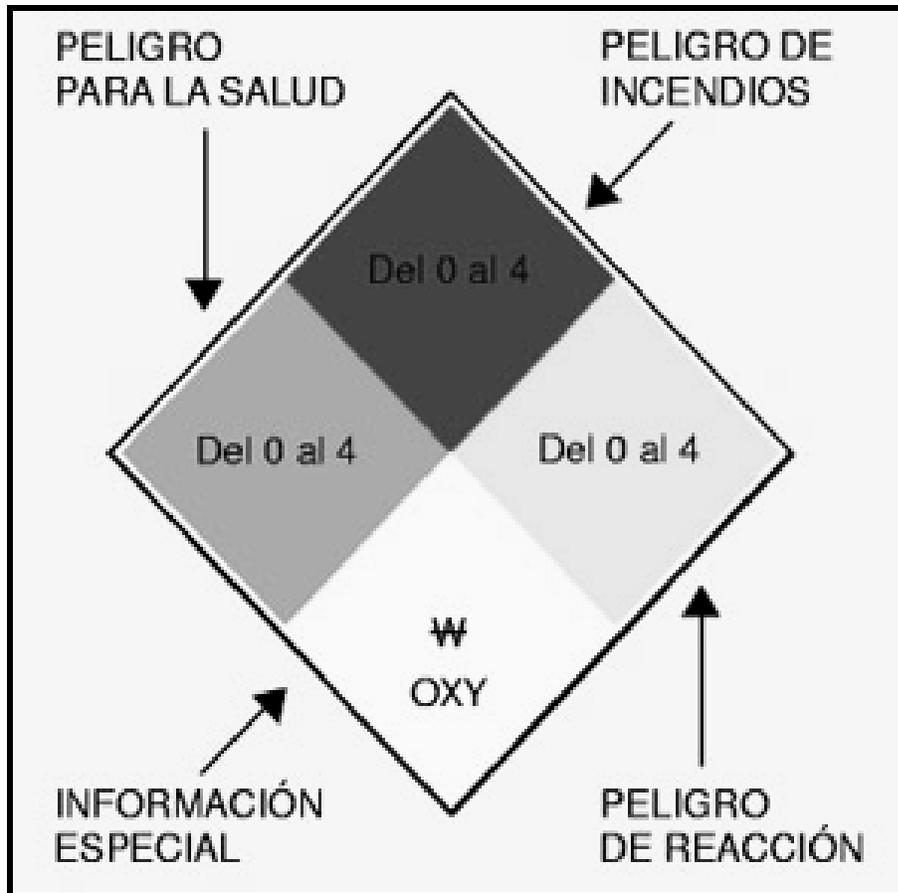


Tabla XV. Definición del grado del riesgo a la salud

GRADO DE PELIGROSIDAD	DEFINICIÓN	CRITERIO DE CALIFICACIÓN
4	Muy peligroso o altamente tóxico	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales que bajo condiciones de emergencia pueden ser letales: • Gases con DL50 para inhalación tóxica menor o igual a 1000 ppm. • Líquidos con vapor saturado a 20°C, y DL50 por inhalación menor o igual a 1000 ppm • Polvos y neblinas con DL50 por inhalación menor o igual a 0.5 mg/l.
3	Peligroso y tóxico	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales que bajo condiciones de emergencia puede originar daños permanentes en la salud de las personas. • Gases con DL50 para inhalación mayor a 1000, pero menor o igual a 3000 ppm. • Líquidos con concentración de vapor saturada a 20°C, y DL50 por inhalación mayor a 1000, pero menor o igual a 3000 ppm. • Polvos y neblinas con DL50 por inhalación mayor a 0.50 pero menor a 2 mg/l • Materiales corrosivos al tracto respiratorio, ojos y daño en la cornea, severa irritación de la piel. • Materiales con DL50 para intoxicación por ingestión mayor a 5 mg/kg pero menor a 50 mg/kg.

Continuación

<p style="text-align: center;">2</p>	<p style="text-align: center;">Moderada mente peligroso y moderadam ente tóxico</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales que bajo condiciones de emergencia pueden originar daños temporales en la salud de las personas. • Gases con DL50 entre 3000 y 5000 ppm. • Líquidos con DL50 entre 3000 y 5000 ppm • Polvos y neblinas con DL50 entre 2 mg/lit y 10 mg/lit. • Materiales con DL50 por intoxicación dérmica entre 200 y 1000 mg/Kg.
<p style="text-align: center;">1</p>	<p style="text-align: center;">Poco peligroso poco tóxico</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales que bajo condiciones de emergencia pueden originar irritación significativa. • Gases con DL50 entre 5000 y 10000 ppm. • Líquidos con DL50 entre 5000 y 10000 ppm • Polvos y neblinas con DL50 entre 10 mg/lit y 200 mg/lit. • Materiales con DL50 por intoxicación dérmica entre 1000 y 2000 mg/Kg. • Materiales que causan significativa irritación en tracto respiratorio, ojos, piel
<p style="text-align: center;">0</p>	<p style="text-align: center;">No es peligroso no presenta toxicidad</p>	

Tabla XVI. Definición del grado de riesgo a incendios

GRADO DE PELIGROSIDAD	DEFINICIÓN	CRITERIO DE CALIFICACIÓN
4	Altamente inflamable	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales que rápidamente se evaporan en condiciones de presión atmosférica y temperatura ambiente, se dispersan rápidamente en el aire, quemándose con igual rapidez. Incluyen: • Materiales que se queman espontáneamente en presencia de aire. • Líquidos o gases que tiene un punto de ignición por debajo de 22.8 °C o un punto de encendido menor a 37.8°C.
3	Peligroso e inflamable	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales líquidos y sólidos pueden quemarse bajo condiciones ambientales por la formación de atmósferas o mezclas peligrosas con el aire, materiales que se queman rápidamente por auto combustión con el oxígeno.
2	Moderadamente peligroso y moderadamente inflamable	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales presenta riesgo moderado de quemarse en condiciones de alta temperatura ambiental. • Líquidos con punto de ignición entre 37 °C y 93.4°C.
1	Poco peligroso poco inflamable	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales que requieren precalentamiento para poder tener ignición.

Continuación

0	No es peligroso no es inflamable	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales que no se queman aun cuando cuando están expuestos a temperaturas menores a 1500 °C.
----------	----------------------------------	---

Tabla XVII. Grado de toxicidad

GRADO DE PELIGROSIDAD	DEFINICIÓN	CRITERIO DE CALIFICACIÓN
4	Altamente inestable o reactivo	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales que por sí mismos son capaces de reaccionar, detonar, descomponerse por explosión o liberar gran cantidad de calor en condiciones normales de temperatura y presión.
3	Inestable y reactivo	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales que por sí mismo son capaces de reaccionar, detonar, descomponerse por explosión o liberar gran cantidad de calor pero requieren una fuente de iniciación como calor en espacios confinados. • Materiales que son sensibles a condiciones térmicas o choques mecánicos. • - Materiales que reaccionan explosivamente al contacto con el agua, o calor en espacios confinados.

Continuación

2	Moderada mente inestable y moderadamente reactivo	<ul style="list-style-type: none">• Materiales presentan cambios químicos• violentos en las variaciones de temperatura y presión.
1	Estable poco reactivo	<ul style="list-style-type: none">• Materiales que son normalmente estables en condiciones normales, pero son inestables a altas temperaturas y presión.
0	Estable no reactivo	<ul style="list-style-type: none">• Materiales que son normalmente estables.

4. **Áreas con alto riesgo de enfermedades ocupacionales.** Estas áreas son aquellas donde la exposición a ciertos agentes pueden provocar una enfermedad ocupacional a corto, mediano o largo plazo. En la planta hay áreas con niveles de ruido muy alto. En la tabla XVIII (Pág. 128), se muestran los tiempos de exposición límite al ruido, también se encuentran temperaturas y condiciones de humedad relativas altas. En la figura 22 (Pág. 128) se muestra los niveles de temperatura y humedad relativa, en el caso de las vibraciones no son tan altas. En la tabla XIX (Pág. 129) se muestran los tiempos límites de exposición a las vibraciones en todo el cuerpo.

Tabla XVIII. Tiempos de exposición a diferentes niveles de ruido

TIEMPO DE EXPOSICIÓN (horas)	NIVEL DE SONIDO (decibeles)
8	90 (max)
6	92
4	95
3	97
2	100
1 ½	102
1	105
½	110
¼ o menos	115

Figura 22. Niveles de temperatura y humedad relativa

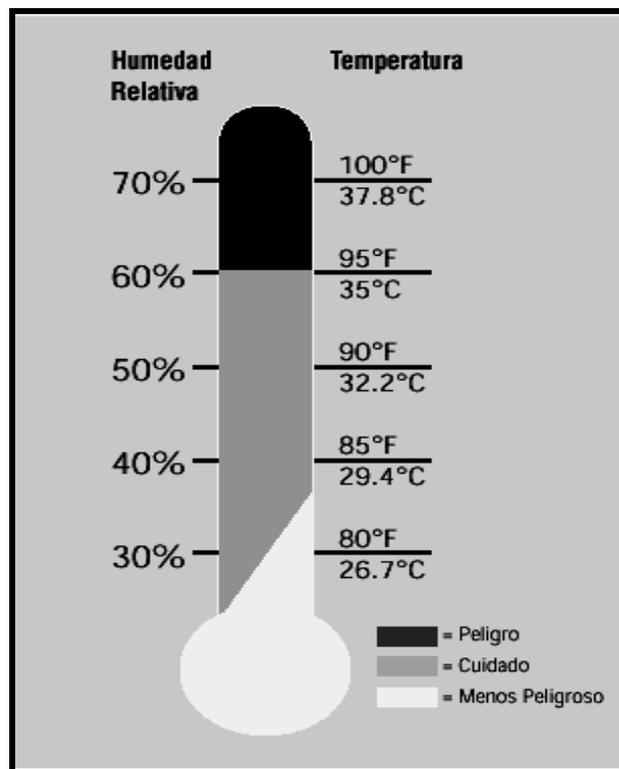


Tabla XIX. Tiempos de exposición a vibraciones en todo el cuerpo

TIEMPO DE EXPOSICIÓN (horas)	ACELERACIÓN (mts/s²)
8	4
4	6
2	8
1 o menos	12

Para minimizar todos estos factores se tendrán que señalar los siguientes puntos:

- a) La alerta del peligro
- b) El equipo de protección necesario.
- c) El tiempo estimado para permanecer dentro del área sin descanso.

Para el reducir el ruido y vibraciones se pueden tomar en cuenta las siguientes herramientas:

- a) Paneles de absorción del sonido
- b) Uniones flexibles
- c) Equipo de protección personal
- d) Silenciadores de ventiladores
- e) Puertas con bandas sellantes
- f) Vidrios dobles, con espacio entre ellos y con molduras
- g) Juntas aislantes del sonido
- h) Apriete de tornillería
- i) Encerramiento de maquinaria o equipo
- j) Aislamiento en el montaje de máquinas, montándolas en bases diferentes.

5. Áreas de tránsito de equipos para el traslado de materiales. Estas áreas son indispensables señalarlas, ya que una combinación de ruido,

imprudencia y falta de señalización pueden ocasionar un accidente. Tradicionalmente se pinta el paso de montacargas en el piso o se identifica con texto en él, también se deben colocar señales de su paso en las paredes y puertas al entrar a estas áreas.

La mayoría de montacargas tienen un señal sonora y de luz que gira al momento de encenderlo, algunos solo se les activa cuando retroceden, pero lo recomendable es funcione casi todo el tiempo. Las áreas donde van a circular estos se deben organizar de tal forma que haya el mínimo de cruces, y se eviten los rincones y vueltas ciegas, el tránsito debe ser en una sola dirección y señalizando donde pueden cruzar los peatones. En las grúas también hay que colocar una luz y una señal sonora cuando se está usando.

6. Areas con recipientes a presión. Estos recipientes a presión pueden ser:

- a) Calentados. Dentro de estos están las calderas, en la planta hay tres calderas 2 de recuperación de calor que esta conectadas a los motores 2 y 3, estas alientan el agua con las gases de escape, también hay una auxiliar que calienta el agua quemando diesel. Las áreas de calderas se tiene que señalizar como área peligrosa por el riesgo de explosión por sobre presión y de incendio por el combustible en la caldera auxiliar. En las calderas hay varios puntos que se tienen que observar para su funcionamiento seguro, por ejemplo: estado y calibración de las válvulas de seguridad, niveles de agua, estado de los instrumentos y controles, estado de las válvulas de purga, estado del aislamiento de las superficies calientes
- b) No calentados. Dentro de la planta se encuentran recipientes que almacenan aire para instrumentos a una presión de 8 bar y el aire para el arranque de los motores, éstos son recipientes a presión con una capacidad de 30 bar cada uno. Por la magnitud de la presión que guardan se debe

considerar el área peligrosa para evitar cualquier accidente y se debe chequear lo siguiente en estos recipientes: estado y calibración de las válvulas de seguridad, calibración de las válvulas de seguridad, estado de instrumentos y el estado de válvulas de paso.

En la planta se usan 2 compresores de aire para el arranque de los motores y 1 compresor para el aire de instrumentación.

3.8.1.1.2 Equipos Peligrosos

En la planta generadora se manejan algunos equipos que son peligrosos, mayormente cuando no se tiene el conocimiento de los riesgos que se corren al manipularlos. A continuación se describen algunos de ellos, el tipo de señalización a usar y las precauciones necesarias para su operación:

1. **Equipo eléctrico y electrónico.** En estos están incluidos los siguientes:

- a) Soldadura eléctrica
- b) Herramientas eléctricas
- c) Paneles eléctricos
- d) Transformadores
- e) Generadores
- f) Computación
- g) Acumuladores de energía o baterías
- h) Alambrado, interruptores y fusibles eléctricos

Para controlar el riesgo en la manipulación de estos equipos, se tiene que tener en cuenta lo siguiente:

- a) Todos estos equipos tienen que estar aterrizados o sea con una conexión a tierra.

- b) El estado de la toma a tierra, se debe de considerar siempre al cable a tierra como portador de una tensión igual a la tensión simple de la fuente de energía más alta conectada a esta tierra.
- c) Se debe señalar el equipo con un cartel, hoja de seguridad o algún medio que sea visible al operador del equipo donde obtenga la información de la cantidad de voltaje y en qué parte o lugar se encuentra.
- d) Considerar todo circuito vivo hasta que se pruebe lo contrario.
- e) No realizar ningún trabajo en un circuito vivo sin un electricista calificado.
- f) Verificar antes de realizar un trabajo si se tiene alguna fuente de humedad cerca o si se tiene las manos húmedas.
- g) Las herramientas portátiles deben tener conexión a tierra o ser equipos de doble aislamiento, o en caso de riesgo de inflamabilidad, herramientas a prueba de explosión.
- h) Al trabajar con equipos energizados, remover todo reloj, llave, anillo u otra joyería metálica y no usar ropa confeccionada con los materiales siguientes: acetato, nylon o poliéster.
- i) Usar el equipo de protección personal adecuado.

2. **Equipo para el traslado de materiales.** De este tipo de equipos, la planta posee los siguientes:

- a) Carro montacargas, con elevación alta
- b) Carro rodante alza tarimas
- c) Plataforma rodante
- d) Grúa eléctrica, con dos rieles

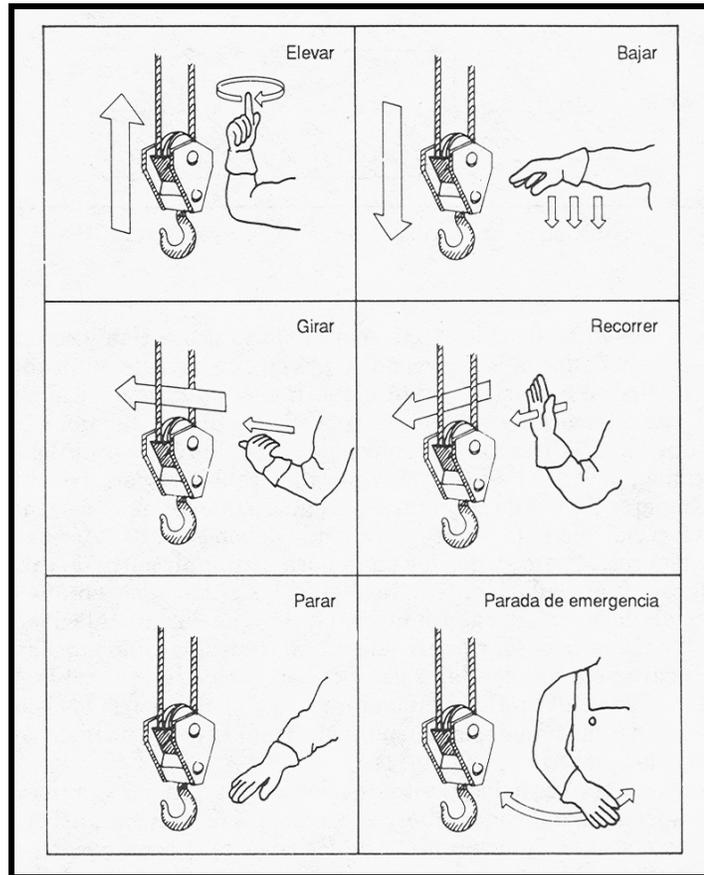
La señalización de estos equipos consistirá en informar el procedimiento seguro para su manejo, y especificar el lugar donde se deben de colocar después de su uso, para lo cual se usaran carteles de información. Para el uso seguro de estos equipos es recomendable tomar en cuenta los siguientes puntos antes de su operación:

- a) Verificar el estado del equipo chequeando, cadenas, ganchos, llantas, así como el funcionamiento de las señales sonoras y las luces de emergencia y de los mecanismos de dirección.
- b) Que el operador esté físicamente calificado, de acuerdo con un examen médico y entrenado en la operación del equipo, en el caso del manejo de la grúa, necesita saber las señales de manos estándar que se muestran en la figura 23 (Pág. 134).
- c) Que el equipo auxiliar a usar para el traslado de materiales, cables, cadenas, eslingas, etc., estén en buen estado y sean los suficientemente resistentes para el peso que se desee elevar o trasladar.

3. **Equipo de tratamiento de combustible y aceite lubricante.** Este equipo es considerado peligroso por su funcionamiento y por el líquido que contiene. Parte de su funcionamiento es su proceso giratorio. El calentamiento que le tiene que dar al combustible o al aceite lubricante, para un funcionamiento seguro, debe tomar en cuenta los siguientes puntos:

- a) Para el arranque y parada del equipo seguir todos los pasos del manual.
- b) Antes del arranque chequear si no hay fugas de combustible o aceite lubricante. Si las hay, reportarlas y esperar hasta que las reparen.
- c) En el caso de las separadoras de combustible, chequear que no haya ninguna fuente de ignición cerca, evitando el riesgo de incendio.
- d) Tener un extinguidor adecuado al alcance.
- e) Chequear el nivel de aceite lubricante del equipo.
- f) Verificar el funcionamiento del panel eléctrico.
- g) Verificar que todas las válvulas necesarias se encuentren abiertas o cerradas.
- h) Durante el arranque chequear cualquier ruido, vibración o fuga en el equipo.
- i) Estar atento durante todo el arranque del equipo hasta que quede en funcionamiento normal, verificando el flujo de salida del equipo.

Figura 23. Señales para manejo de grúas



4. **Equipo booster.** Este equipo es considerado peligroso, ya que eleva la temperatura y presión del combustible para después inyectarlo al motor. Es necesario que se tomen las siguientes precauciones cuando se arranca o se transita cerca de este equipo:

- Chequear el funcionamiento de los controles e instrumentos.
- Observar si las válvulas necesarias se encuentran abiertas o cerradas.
- Tener cerca un extinguidor adecuado.
- Observar cualquier fuga de combustible.
- Chequear el estado de los calentadores de combustible.
- Chequear el estado de los filtros de combustible.

- g) Alejar cualquier fuente de ignición de este equipo, para evitar el riesgo de incendio.
- h) Chequear el funcionamiento de los controles e instrumentos.

3.8.1.2 Protección de los recursos

La protección de los recursos es de mucha importancia para evitar costos y pérdidas materiales. A continuación se describe la metodología para la protección de los recursos que deben ser protegidos dentro de la planta generadora.

3.8.1.2.1 Protección de los equipos

Los equipos hay que protegerlos para que su durabilidad sea larga y además para que no sean una fuente de riesgo para los trabajadores. Los equipos mecánicos y eléctricos hay que ponerles énfasis. En la planta se encuentran los siguientes:

1. Volante de transmisión entre el motor y el generador.
2. Ventiladores de enfriamiento de generadores y equipos auxiliares.
3. Radiadores de enfriamiento del motor de combustión interna
4. Los motores de combustión interna
5. Generadores eléctricos
6. Compresores de aire de arranque y de instrumentos
7. Separadoras de aceite y combustible
8. Paneles eléctricos
9. Equipo de computación
10. Transformadores eléctricos

A continuación se describen algunos requisitos que se tiene que llenar para una buena protección mecánica:

1. La protección debe ser lo bastante resistente, para que sufra los mínimos daños posibles.
2. Deben permitir que las tareas de mantenimiento y operación se efectúen con facilidad.
3. Se debe montar de forma adecuada. Hay que evitar las vibraciones o la interferencia con cualquier parte del equipo.
4. La protección no debe tener partes que se puedan desmontar fácilmente.
5. Se debe de inspeccionar fácilmente para establecer requerimientos de mantenimiento para las protecciones.
6. Se debe pintar con un color específico para poder identificar la protección fácilmente.
7. Todos los equipos tienen que tener un botón de paro de emergencia, que se pueda identificar fácilmente y que esté al alcance del trabajador.

La protección de equipo eléctrico se puede proteger por medio de vallas o por la posición, por ejemplo:

1. En una elevación de 2.4 mts o más del piso.
2. En una habitación o lugar cerrado, al que solamente pueda entrar personal calificado.
3. En un balcón o plataforma dispuesta de tal forma que ninguna persona no autorizada pueda introducirse en ellas.
4. Las protecciones deben ser lo suficientemente fuertes y rígidas para evitar que al golpear contra ellas un trabajador pueda moverlas.

3.8.1.2.2 Necesidades de equipo de protección personal

El equipo de protección personal se debe determinar de acuerdo a los siguientes puntos:

1. Definir el trabajo que se va a realizar.
2. Analizar los riesgos a que se estará expuesto.
3. Seguir de acuerdo a los permisos de seguridad y formato de actos inseguros.
4. Verificar si se cuenta con el equipo adecuado.
5. Antes de usar el equipo se debe verificar lo siguiente:
 - a) Que cumpla con los requisitos de los estándares nacionales e internacionales.
 - b) El estado del equipo de protección.
6. Se debe colocar señalización adecuada que indique los requerimientos de equipo de protección personal.

El equipo de protección se debe de analizar de la siguiente forma:

- **Cabeza.** Se debe tener en cuenta que en cualquier planta industrial el riesgo de caída de objetos en la cabeza es alto. Es importante proteger esta parte del cuerpo, el uso de casco dentro de la planta es una regla fundamental.
- **Ojos y cara.** El uso de lentes de seguridad es parte importante para poder transitar dentro de la planta. Es indispensable su uso por el tipo de ambiente de la planta y el medio ambiente a su alrededor. Cualquier material sólido o líquido puede convertirse en un proyectil peligroso para el ojo. En algunos trabajos se necesita cubrir totalmente la cara, por ejemplo: esmerilado, desbastados, lijado, martillado, etc.
- **Oídos.** En el área donde se encuentran los motores, se necesitan tapones u orejeras. También se puede usar una combinación de estos, el nivel de ruido es muy alto y no se puede ingresar sin la protección requerida.

- **Aparato respiratorio.** El aparato respiratorio debe de proteger, cuando se usan agentes químicos, se crean polvos, manipulación de combustibles. También se pueden usar equipos que tienen oxígeno incorporado cuando la atmósfera de éste es igual o menor de 19.5%. Este es comúnmente usado en incendios, cuando la humo es muy denso y excesivo, y se necesita realizar alguna labor de rescate o maniobra dentro del área de incendio.
- **Brazos y manos.** Para la protección de estas partes hay una infinidad de tipos de protección que se pueden clasificar dependiendo de que agente se quiere proteger, por ejemplo, si la manipulación es de químicos se deben de usar guantes específicos para este tipo de productos.
- **Tronco.** Es importante cubrir nuestro cuerpo con ropa de trabajo cómoda y que la tela sea del tipo retardante de llama. Esto es común para cualquier trabajador dentro de la planta, también se pueden usar trajes especiales cuando se trabaja con químicos
- **Piernas y pies.** Dentro de la planta es obligatorio el uso de calzado de seguridad, con punta de acero y suela antideslizante. Hay otro tipo de calzado que se usa dependiendo igualmente del trabajo a realizar.

En el anexo se profundiza más sobre los tipos de protección para estas partes del cuerpo.

3.8.1.3 Permisos de trabajo seguro

Estos permisos se deben emitir de acuerdo a la información obtenida en el análisis de actos y condiciones peligrosas. Se debe contemplar cualquier trabajo especial que se pueda realizar dentro de la planta, por ejemplo: trabajos

en caliente, trabajos en espacios confinados y permiso para bloqueo y señalización. A continuación se describen los formatos para estos permisos:

1. **Formato de un permiso de trabajo seguro.** En la figura 24 (Pág. 140) se muestra el formato que se utilizará para emitir los permisos de trabajo seguro, el cual se describe a continuación:

a) Encabezado. Se debe de llenar la información requerida, el nombre de la empresa y departamento que realizará el trabajo, el equipo o lugar donde se va a trabajar y la descripción de la tarea a realizar. Además se debe colocar el número de registro de la tarea para obtener información del departamento de mantenimiento y el número de permiso para el registro de archivo del documento.

Figura 24. Formato para los permisos de trabajo seguro

PERMISO DE TRABAJO SEGURO																					
EMPRESA: _____	EQUIPO EN QUE SE VA A TRABAJAR: _____																				
DEPARTAMENTO: _____	TAREA A REALIZAR: _____																				
No. DE REGISTRO: _____	PERMISO No.: _____																				
RIESGOS DE SEGURIDAD																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Fuego o explosión</td></tr> <tr><td>Exposición a químicos</td></tr> <tr><td>Polvo</td></tr> <tr><td>Superficies calientes</td></tr> <tr><td>Ambientes calientes</td></tr> <tr><td>Maquinaria trabajando</td></tr> <tr><td>Energía almacenada</td></tr> <tr><td>Productos inflamables</td></tr> <tr><td>Fluidos en línea</td></tr> <tr><td>Exposición a radioactividad</td></tr> </table>	Fuego o explosión	Exposición a químicos	Polvo	Superficies calientes	Ambientes calientes	Maquinaria trabajando	Energía almacenada	Productos inflamables	Fluidos en línea	Exposición a radioactividad	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Exposición al ruido</td></tr> <tr><td>Levantamiento de objetos pesados</td></tr> <tr><td>Peldaños o plataformas angostas</td></tr> <tr><td>Potencial de caídas</td></tr> <tr><td>Trabajadores sobre o bajo el área</td></tr> <tr><td>Shock eléctrico</td></tr> <tr><td>Agua caliente o vapor</td></tr> <tr><td>Líquidos corrosivos</td></tr> <tr><td>Exposición a altas dosis de vibraciones</td></tr> <tr><td>Otros:</td></tr> </table>	Exposición al ruido	Levantamiento de objetos pesados	Peldaños o plataformas angostas	Potencial de caídas	Trabajadores sobre o bajo el área	Shock eléctrico	Agua caliente o vapor	Líquidos corrosivos	Exposición a altas dosis de vibraciones	Otros:
Fuego o explosión																					
Exposición a químicos																					
Polvo																					
Superficies calientes																					
Ambientes calientes																					
Maquinaria trabajando																					
Energía almacenada																					
Productos inflamables																					
Fluidos en línea																					
Exposición a radioactividad																					
Exposición al ruido																					
Levantamiento de objetos pesados																					
Peldaños o plataformas angostas																					
Potencial de caídas																					
Trabajadores sobre o bajo el área																					
Shock eléctrico																					
Agua caliente o vapor																					
Líquidos corrosivos																					
Exposición a altas dosis de vibraciones																					
Otros:																					
Observaciones: _____																					
PERMISOS Y MEDIDAS DE SEGURIDAD REQUERIDAS																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Bloqueo y señalización</td></tr> <tr><td>Permiso para trabajo en caliente</td></tr> <tr><td>Permiso para trabajos en espacios confinados</td></tr> <tr><td>Barricadas</td></tr> <tr><td>Ventilación o purgas</td></tr> <tr><td>Chequeo de atmosferas de trabajo</td></tr> <tr><td>Desconexión de electricidad</td></tr> </table>	Bloqueo y señalización	Permiso para trabajo en caliente	Permiso para trabajos en espacios confinados	Barricadas	Ventilación o purgas	Chequeo de atmosferas de trabajo	Desconexión de electricidad	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Otros:</td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>	Otros:												
Bloqueo y señalización																					
Permiso para trabajo en caliente																					
Permiso para trabajos en espacios confinados																					
Barricadas																					
Ventilación o purgas																					
Chequeo de atmosferas de trabajo																					
Desconexión de electricidad																					
Otros:																					
Instrucciones especiales: _____																					
EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL Y DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Lentes de protección</td></tr> <tr><td>Protección auditiva</td></tr> <tr><td>Guantes de seguridad</td></tr> <tr><td>Escudo facial</td></tr> <tr><td>Signos de prevención</td></tr> <tr><td>Arneses y cinturones</td></tr> <tr><td>Manga larga</td></tr> <tr><td>Conexiones a tierra</td></tr> <tr><td>Casco</td></tr> <tr><td>Overol</td></tr> </table>	Lentes de protección	Protección auditiva	Guantes de seguridad	Escudo facial	Signos de prevención	Arneses y cinturones	Manga larga	Conexiones a tierra	Casco	Overol	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Calzado de seguridad</td></tr> <tr><td>Suministro de aire</td></tr> <tr><td>Equipo de autocontenido</td></tr> <tr><td>Respiradores para químicos</td></tr> <tr><td>Respiradores para polvo</td></tr> <tr><td>Equipo de autocontenido</td></tr> <tr><td>Equipo de comunicación</td></tr> <tr><td>Extintidor de fuego</td></tr> <tr><td>Mascarilla para polvo</td></tr> <tr><td>Otro:</td></tr> </table>	Calzado de seguridad	Suministro de aire	Equipo de autocontenido	Respiradores para químicos	Respiradores para polvo	Equipo de autocontenido	Equipo de comunicación	Extintidor de fuego	Mascarilla para polvo	Otro:
Lentes de protección																					
Protección auditiva																					
Guantes de seguridad																					
Escudo facial																					
Signos de prevención																					
Arneses y cinturones																					
Manga larga																					
Conexiones a tierra																					
Casco																					
Overol																					
Calzado de seguridad																					
Suministro de aire																					
Equipo de autocontenido																					
Respiradores para químicos																					
Respiradores para polvo																					
Equipo de autocontenido																					
Equipo de comunicación																					
Extintidor de fuego																					
Mascarilla para polvo																					
Otro:																					
Instrucciones especiales: _____																					
REVISIÓN Y EMISION DEL PERMISO																					
FECHA:	RESPONSABLE DEL TRABAJO: _____																				
HORA:	RESPONSABLE DE OPERACIONES: _____																				
LIBERACIÓN DEL PERMISO																					
REVISAR:																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Todas las tarjetas y candados hayan sido retirados</td></tr> <tr><td>Electricidad reconectada</td></tr> <tr><td>Área limpia y restaurada</td></tr> <tr><td>Trabajo completo</td></tr> </table>	Todas las tarjetas y candados hayan sido retirados	Electricidad reconectada	Área limpia y restaurada	Trabajo completo	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>																
Todas las tarjetas y candados hayan sido retirados																					
Electricidad reconectada																					
Área limpia y restaurada																					
Trabajo completo																					
FECHA:	RESPONSABLE DEL TRABAJO: _____																				
HORA:	RESPONSABLE DE OPERACIONES: _____																				

b) Riesgos de seguridad. Se describen varios riesgos en los cuales hay que marcar a los que se puede estar expuesto al realizar la tarea.

- c) Permisos y medidas de seguridad requeridas. Aquí se deben de marcar los permisos y medidas de seguridad que son necesarias que realizar la tarea, además de agregar al permiso las hojas adicionales de las medidas a tomar, por ejemplo: permiso para espacios confinados, bloqueo y señalización, etc.
- d) Equipo de protección personal y de extinción de incendios Se deben marcar cualquier equipo que sea necesario para realizar la tarea.
- e) Revisión y emisión del permiso. Se debe de colocar la hora y fecha en que se emitió el permiso y el nombre y firma del que lo emitió de parte del departamento de operaciones, además de colocar el nombre y firma de quien va a realizar el trabajo o el responsable de su supervisión.
- f) Liberación del permiso. Se debe de revisar las áreas que se describen y marcar si ya están en condiciones óptimas para el trabajo regular, además de colocar la hora y fecha de finalización del trabajo, y colocar el nombre y firma del responsable del trabajo y del responsable del departamento de operaciones que cierra el permiso.

2. **Trabajos en caliente.** Cualquier trabajo que genere calor o chispa en atmósferas que pudieran tornarse explosivas se deberá tener un permiso, en la figura 25 (Pág. 142) se muestra el formato del permiso para realizar cualquier trabajo en caliente, a continuación se describe su contenido.

- a) Encabezado. Se debe de escribir el departamento o empresa que realizará el trabajo, el equipo en que se va a trabajar y la tarea a realizar, además de colocar el número de permiso emitido para su archivo.
- b) Prueba de gases. Se debe llevar a cabo mediciones de gases y se debe colocar los resultados de cada prueba, la hora en que se realizó, el nombre de quien la realizo y firma.
- c) Medidas de seguridad. Se da un listado de medidas de seguridad y se debe marcar las que sean necesarias.

Figura 25. Formato para los permisos de trabajos en caliente

PERMISO DE TRABAJO EN CALIENTE				
EMPRESA: _____		EQUIPO EN QUE SE VA A TRABAJAR: _____		
DEPARTAMENTO: _____		TAREA A REALIZAR: _____		
PERMISO No.: _____				
PRUEBAS DE GASES				
Prueba inicial	Resultados	Hora	Nombre	Firma
O ₂ %				
Limite superior explosivo				
Otro:				
Prueba No. 2	Resultados	Hora	Nombre	Firma
O ₂ %				
Limite superior explosivo				
Otro:				
Prueba No. 3	Resultados	Hora	Nombre	Firma
O ₂ %				
Limite superior explosivo				
Otro:				
Prueba No. 4	Resultados	Hora	Nombre	Firma
O ₂ %				
Limite superior explosivo				
Otro:				
MEDIDAS DE SEGURIDAD				
Extintor				
Remoción de residuos de combustibles				
Barricada				
Hidrantes cerca				
Exposición a materiales peligrosos				
REVISIÓN Y EMISIÓN DEL PERMISO				
FECHA:	RESPONSABLE DEL TRABAJO:			
HORA:	RESPONSABLE DE OPERACIONES:			
LIBERACIÓN DEL PERMISO				
REVISAR				
	Todas las tarjetas y candados hayan sido retirados			
	Electricidad reconectada			
	Area limpia y restaurada			
	Trabajo completo			
FECHA:	RESPONSABLE DEL TRABAJO:			
HORA:	RESPONSABLE DE OPERACIONES:			

- d) Revisión y emisión del permiso. Se debe colocar la fecha y hora de inicio del trabajo y el nombre de quien emite el permiso de parte del departamento de operaciones y el nombre de quien va a realizar el trabajo.
- e) Liberación del permiso. Se debe realizar una revisión antes de liberar el permiso y se da una lista de puntos a revisar y colocarles un sí o un no,

dependiendo del estado, además de la fecha y hora de finalización del trabajo, colocando el nombre de quien libera el permiso y el nombre de quien finaliza el trabajo.

3. **Entrada a espacios confinados.** Lugares con profundidades mayores de 1.5 mts, con dificultad de respiración y de rescate. En la figura 26 (Pág. 144) se muestra el formato que se debe llenar para cualquier tarea a realizar en un espacio confinado. A continuación se describe su contenido:
 - a) Encabezado. Se debe colocar el nombre de la empresa y departamento que realizara el trabajo, además del área y en el equipo que se va a trabajar, también se debe colocar la tarea que se va a realizar.
 - b) Estado del equipo. Se debe comprobar del estado en que se encuentra el equipo. Antes de empezar la tarea se debe marcar los puntos necesarios.
 - c) Prueba de gases. Se debe realizar mediciones de gases y colocar los resultados, la hora, el nombre y firma de quien realizo la medición.
 - d) Riesgos. Se deben marcar todos los riesgos que se crea puedan estar presentes en la ejecución de la tarea.
 - e) Protección personal y contra incendio. Se deben marcar los equipos necesarios para ejecutar la tarea de una manera segura y previniendo cualquier riesgo de explosión o incendio.
 - f) Revisión y emisión del permiso. Se debe colocar la fecha y hora de inicio del trabajo y el nombre de quien emite el permiso de parte del departamento de operaciones y el nombre de quien va a realizar el trabajo.

Figura 26. Formato para los permisos de trabajo en espacios confinados

PERMISO PARA ESPACIOS CONFINADOS					
NOMBRE: _____		EQUIPO: _____			
DEPARTAMENTO: _____		TRABAJO A REALIZAR: _____			
ÁREA: _____					
ESTADO DEL EQUIPO					
Fuera de servicio		Válvulas cerradas		Sistema eléctrico desconectado	
Cegado		Líneas desacopladas		Bloqueado y señalizado	
Purgado		Lavado con agua			
Libre de líquidos		Dirección del viento segura			
PRUEBAS DE GASES					
Prueba inicial	Resultados	Hora	Nombre		Firma
O ₂ %					
Límite superior explosivo					
PPM de CO					
PPM de H ₂ S					
Prueba No. 2	Resultados	Hora	Nombre		Firma
O ₂ %					
Límite superior explosivo					
PPM de CO					
PPM de H ₂ S					
Prueba No. 3	Resultados	Hora	Nombre		Firma
O ₂ %					
Límite superior explosivo					
PPM de CO					
PPM de H ₂ S					
Prueba No. 4	Resultados	Hora	Nombre		Firma
O ₂ %					
Límite superior explosivo					
PPM de CO					
PPM de H ₂ S					
RIESGOS					
Presurización		Vapores tóxicos		Otros riesgos:	
Quemaduras		Caidas de alto			
Químicos presentes		Ruido excesivo			
Fuego o explosión		Calor excesivo			
Frío excesivo		Vibración			
PROTECCIÓN PERSONAL Y CONTRA INCENDIO					
Extintor		Careta protectora		Otro equipo:	
Área cercada		Zapato de seguridad			
Protección respiratoria		Señales o luces de alerta			
Auto contenido		Protección auditiva			
Guantes		Arnés de seguridad			
Lentes		Cinturón de seguridad			
REVISIÓN Y EMISIÓN DEL PERMISO					
FECHA:	RESPONSABLE DEL TRABAJO:				
HORA:	RESPONSABLE DE OPERACIONES:				
LIBERACIÓN DEL PERMISO					
REVISAR:	Todas las tarjetas y candados hayan sido retirados Electricidad reconectada Área limpia y restaurada Trabajo completo				
FECHA:	RESPONSABLE DEL TRABAJO:				
HORA:	RESPONSABLE DE OPERACIONES:				

g) Liberación del permiso. Se debe realizar una revisión antes de liberar el permiso y se da una lista de puntos a revisar y colocarles un sí o un no,

dependiendo del estado, además de la fecha y hora de finalización del trabajo, colocando el nombre de quien libera el permiso y el nombre de quien finaliza el trabajo.

4. **Bloqueo y señalización.** Se deben emitir junto con el permiso de trabajo tarjetas como las que se muestran en la figura 28 (Pág. 147) o candados de bloqueo de ciertos interruptores, válvulas o cualquier equipo para proteger al trabajador de ciertos riesgos. En la figura 27 (Pág. 146) se muestra el formato a llenar para bloquear y señalar cualquier área al realizar alguna tarea, a continuación se describe su contenido.
 - a) Encabezado. Se debe colocar el nombre la empresa y departamento que realizara el trabajo, además del nombre del equipo y la tarea que se le va a realizar. Se debe agregar el número de tarjetas a usar y colocar un número de registro para el archivo del permiso.
 - b) Descripción del bloqueo. Se debe colocar en orden correlativo el número de tarjeta y en qué lugar específico del equipo está colocada, además de marcar la posición que tenía antes de empezar el trabajo y en la que se encuentra al momento de estar realizándolo en el caso de válvulas y switch eléctricos. También si se están usando candados de seguridad o ciegos para mayor seguridad en la restricción del paso de gases o fluidos, además de debe colocar el nombre de quien colocó las tarjetas y de quien las remueve.
 - c) Revisión y emisión del permiso Se debe colocar la fecha y hora de inicio del trabajo y el nombre de quien emite el permiso de parte del departamento de operaciones y el nombre de quien va a realizar el trabajo.

Figura 27. Formato para los permisos de bloqueo y señalización

PERMISO DE BLOQUEO Y SEÑALIZACIÓN															
EMPRESA: _____					EQUIPO A AISLAR: _____										
DEPARTAMENTO: _____					TAREA A REALIZAR: _____										
No. DE REGISTRO: _____					No. DE TARJETAS UTILIZADAS: _____										
No tarjeta	LOCALIZACIÓN	Valvula				Interruptor				Candado		Ciego		Colocados por	Removidos por
		Abierta	Cerrada	Abierta	Cerrada	On	Off	On	Off	SI	No	SI	No		
REVISIÓN Y EMISIÓN DEL PERMISO															
LIBERACIÓN DEL PERMISO															
FECHA:		HORA:		FECHA:		HORA:		FECHA:		HORA:		FECHA:		HORA:	
RESPONSABLE DEL TRABAJO:					RESPONSABLE DEL TRABAJO:					RESPONSABLE DEL TRABAJO:					
RESPONSABLE DE OPERACIONES:					RESPONSABLE DE OPERACIONES:					RESPONSABLE DE OPERACIONES:					
REVISAR															
Todas las tarjetas y candados hayan sido retirados															
Electricidad reconectada															
Area limpia y restaurada															
Trabajo completo															
														SI/NO	

d) Liberación del permiso. Se debe realizar una revisión antes de liberar el permiso y se da una lista de puntos a revisar y colocarles un sí o un no, dependiendo del estado, además de la fecha y hora de finalización del

trabajo, colocando el nombre de quien libera el permiso y el nombre de quien finaliza el trabajo, y cualquier otro trabajo de que deba realizar dentro de las instalaciones.

Figura 28. Tarjetas para la identificación del bloqueo de lo equipos



Para la emisión de los permisos de trabajo, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- a) El personal de operaciones será el responsable de la emisión de estos permisos.
- b) El jefe inmediato del trabajador deberá ser el responsable de que se haya cumplido con todos los requerimientos del permiso.
- c) Los permisos se deben revalidar en cada cambio de turno.
- d) Si hay alguna emergencia se debe suspender cualquier trabajo y el permiso quedara sin validez. Se puede revalidar solamente si la emergencia ya está controlada.
- e) El personal del departamento de operaciones será el responsable de colocar las tarjetas, candados o cualquier señalización para realización del trabajo, según las condiciones del permiso.

- f) Los permisos se deben devolver al final del turno para archivarlos, y si los trabajos siguen al otro día se debe emitir otro permiso.
- g) Un empleado no puede emitirse un permiso para él mismo.
- h) Los contratistas tienen que solicitar sus permisos de trabajo seguro.

3.8.1.4 Respuesta a emergencias

Una emergencia puede catalogarse a cualquier fatalidad o lesión de un empleado, contratista o visitante, además de eventos naturales como terremotos, inundaciones, huracanes. También se deben catalogar de emergencias cuando suceden incendios o conato de incendio, los derrames de combustible o químicos en gran magnitud. Para cualquier emergencia es importante establecer los siguientes puntos:

1. Cualquier persona que detecte una emergencia lo notificará al personal de la planta que se encuentre más cerca o, de ser posible, directamente al supervisor de turno o cuarto de control por medio del radio o teléfono, indicando el área precisa o equipo, tipo de emergencia, si existen lesionados y la mayor información sobre el estado de la emergencia.
2. Se debe establecer físicamente y en el plano general las rutas de evacuación de la planta, señalándolas todas y también el punto de reunión común.
3. Se deben colocar procedimientos a seguir en diferentes puntos de la planta en carteles informativos o por medio de señales visuales.
4. Extinguir cualquier fuente de ignición que se esté utilizando, por ejemplo: motores de combustión interna, maquinaria eléctrica, equipo de soldadura, etc. También hay que enfriar soldaduras con agua, cancelar inmediatamente todas las llamadas telefónicas que se estén haciendo. En caso de estar conduciendo algún vehículo por cualquiera de las vialidades, deberá detenerlo, apagar el motor, dejar las llaves en el switch de encendido y dirigirse por las rutas de evacuación a la zona de reunión caminando por las

vialidades en forma perpendicular a la dirección del viento sin atravesar por las áreas de proceso. Al llegar al punto de reunión, anotarse en las listas de personal; en caso de que falte algún compañero de su departamento debe reportarlo para iniciar su búsqueda.

5. Previniendo se deben de hacer simulacros por lo menos dos veces al año.

Los incendios son las emergencias principales a tomar en cuenta, por todos los materiales y líquidos combustibles que se manejan dentro de la planta. Cuando ocurre un incendio es necesario tomar acciones rápidas, definidas y correctas para defenderse contra el. La información necesaria para esto se describe a continuación:

1. Conocer el origen del incendio para poder utilizar el sistema de extinción adecuado.
2. Tener un plano del terreno y edificios, que abarque todas las instalaciones.
3. Conocer la ubicación de todas las válvulas principales de control, de combustible, suministro de agua y de cualquier equipo, bombas, espacios para mangueras, salidas de agua, hidrantes. Todo esto deberá estar correctamente identificado tanto físicamente como en el plano, y debe tener fácil acceso.
4. Deberán establecerse en un plano en el que se identifiquen todas las fuentes externas posibles de suministro de agua privada o pública, por ejemplo: estanques, lagos, ríos, suministros de agua, tanques y bombas, describiendo su capacidad estimada.
5. Tener conocimiento del equipo para primeros auxilios en la extinción de incendios, su aplicación, limitación y mantenimiento, todo lo cual es esencial. Todos los equipos deberán estar al alcance inmediato y estar identificados, y su localización en los edificios, debiendo aparecer en el plano general.
6. Establecer un equipo entrenado para cualquier emergencia de incendio que se suscite. Todos los trabajadores de la planta deben participar en dicho equipo.

Cuando suceden accidentes o lesiones dentro de la planta, se debe seguir un procedimiento de inspección después de dar aviso, esta inspección se puede dividir en dos partes, y se describen a continuación:

1. Inspección primaria.

- a) Inspeccionar el área donde sucedió el accidente, identificar el origen de la lesión y corregirlo, si es posible. Lo anterior se hace para evitar que quien llegue a brindar ayuda también sufra alguna lesión. Si la lesión es por causa de choque eléctrico, no tocar a la víctima ya que puede estar cargada eléctricamente.
- b) Revisar las vías respiratorias de la víctima. Si la persona habla, las vías están abiertas.
- c) Inspeccionar la respiración. Si la víctima está consciente, prestar atención a cualquier dificultad respiratoria o sonidos respiratorios no usuales. Si la víctima está inconsciente, mantener las vías respiratorias abiertas y observar si el pecho sube y baja, escuchar la respiración y sentir si sale aire por la boca y la nariz.
- d) La circulación de la víctima se puede chequear con las palpaciones del corazón y el pulso en el cuello o muñecas.
- e) Verificar hemorragias, observar las partes de su cuerpo y la ropa que lleva puesta.

2. Inspección secundaria.

- a) Buscar signos importantes y síntomas de lesiones. Un signo es algo que el auxiliador ve, por ejemplo: cara pálida, falta de respiración, piel fresca o alta temperatura. Un síntoma es algo que la víctima habla al auxiliador, por ejemplo: náusea, dolor de espalda, extremidades insensibles.

- b) Realizar una entrevista a la víctima, preguntando por alergias, medicinas que consume, si padece de alguna enfermedad, qué fue lo último que comió, y otros sucesos antes del accidente.
- c) Examinar de cabeza a pies, buscando anomalías tales como hinchazones, decoloración y zonas blandas.

Una situación importante de no mover a la víctima, si es posible, esperar hasta que llegue el personal capacitado para que lo haga.

3.8.2 Medio ambiente

A continuación se describen la metodología a usar para el control y manejo de desechos de la planta, además de los procedimientos para el control de cualquier derrame que pueda originarse dentro de ella.

3.8.2.1 Manejo de desechos

Los desechos que se manejan dentro de la planta se pueden clasificar de la siguiente manera:

1. **Desechos peligrosos.** Todo residuo peligroso que se genere en las actividades realizadas dentro de las instalaciones de la planta como: solventes contaminados, químicos, aceites usados, desechos de combustible, trapos contaminados, guantes usados, entre otros. Deben ser almacenados en contenedores especiales para su posterior eliminación. Los contenedores deben estar debidamente tapados, con un llenado máximo del 80% de la capacidad de éste.

El contenedor debe estar limpio por su exterior y que no presente golpes que puedan originar fugas, debidamente etiquetado para su identificación

desde el lugar donde sean originados. Por ningún motivo se permitirá disponer o almacenar los residuos peligrosos de tal manera que puedan causar un daño al medio ambiente, por ejemplo: depositarlos en recipientes abiertos, sin identificar, tirarlos en trincheras o drenes, depositarlos directamente en el suelo, depositarlos en recipientes de basura común o depósitos de desechos no peligrosos. Se deben tomar todas las medidas preventivas necesarias para evitar algún derrame de residuos peligrosos. No es permitido mezclar los residuos peligrosos en un mismo recipiente. Deben ser separados por sus características según lo indique el departamento de seguridad.

Los residuos de combustible se debe depositar en tanques para posteriormente trasladarlos a camiones con pipas y que sean retirados de la planta, igualmente los químicos. Para los residuos gaseosos se deben de colocar como precipitadores electroestáticos para purificar los gases de escape, se colocaran los filtros que sean necesarios para la cantidad y tamaño de las partículas disueltas en los gases de escape.

El uso del equipo de protección personal para el manejo de cualquier desecho es importante, ya que al entrar en contacto con éstos puede ser perjudicial para la salud humana.

2. **Desechos no peligrosos.** Estos se pueden catalogar como residuos que no están contaminados con algún material peligroso, por ejemplo, papel, cartón, trapos, aguas residuales no contaminadas. Su desalojo se puede hacer por los medios que brindan las instituciones públicas, o algunas empresas que compran algunos estos desechos. Se puede colaborar clasificando todos estos desechos, de acuerdo a su tipo, por ejemplo: vidrio, tela, aluminio, hierro, plástico, papel, etc. Esto se puede lograr colocando dentro de la planta basureros o pequeños contenedores bien identificados con el nombre del desecho que se debe almacenar en él.

3.8.2.2 Control de derrames

El grado de dificultad para el control de un derrame consiste en su magnitud y del tipo de líquido que se derrama. Los derrames en el manejo de productos derivados del petróleo son un gran riesgo de contaminación para el medio ambiente estos pueden resultar de:

1. Un derrame a flor de tierra.
2. Fugas en tanques de almacenamiento.
3. Fugas en depósitos de basura contaminada o de desechos del producto.
4. Fugas en tuberías subterráneas o a la intemperie.

Para poder planificar el control de un derrame se debe tener en cuenta los siguientes puntos:

1. La ubicación de los tanques de almacenamiento y áreas de almacenamiento en un mapa de las instalaciones.
2. El volumen de capacidad del almacenamiento de los tanques.
3. Ubicación y tamaño de estructuras para la contención del producto.
4. Ubicaciones y dimensiones generales de canales y conducciones de aguas pluviales.
5. Procedimientos para evitar o minimizar el contacto de agua pluvial con el producto.
6. Procedimientos para drenar el flujo de todas las áreas de contención.
7. Responsables del control del derrame.

Al controlar un derrame, los objetivos principales que se persiguen son los siguientes:

1. Contener el derrame no dejando que llegue a contaminar la tierra, río o cualquier otro punto importante para el medio ambiente.
2. Reparar la fuente que origina el derrame, por ejemplo: fugas en tuberías, válvulas defectuosas, etc.
3. Recuperar todo el producto que se pueda, reduciendo la pérdida y el daño al medio ambiente.
4. Limpiar completamente el área afectada.
5. Monitorear el progreso para evaluar el cambio de estrategia.
6. Dejar el área de tal forma que pueda utilizarse nuevamente.

Para la identificación y documentación de un derrame se necesita la siguiente información:

1. Tipo de líquido que se derramó.
2. Estimación de la cantidad derramada.
3. Ubicación del derrame dentro de la instalación.
4. Verificar si hay riesgo de que el derrame saldrá de los límites de la planta o impactará tierra o agua superficial.
5. Métodos de control que se usará para la contención.
6. Equipo que participará en la contención del derrame.
7. Equipo de protección personal necesario para la contención del derrame.

Un procedimiento para el control de un derrame se describe a continuación:

1. Informar inmediatamente al supervisor del derrame.
2. Formar el equipo para la contención del derrame.
3. Los miembros del equipo evaluarán el derrame.
4. Aislar el área del derrame con cinta o con cualquier método de señalización.
5. Detener la filtración o fuga corriendo el riesgo mínimo.

6. Identificar las sustancias y obtener una primera evaluación de los riesgos que implican. Para esto se pueden usar las hojas de identificación del material.
7. Determinar si se requiere evacuación de toda o partes de la instalación y del área vecina.
8. Mantener a los empleados y visitantes lejos del área del derrame a menos que estén involucrados en el equipo de contención.
9. Asegurarse de mantener todo material o desecho que pueda reaccionar con el líquido derramado lejos de éste, además de alejar cualquier fuente de ignición.
10. Contener el derrame con zanjas, muros, kits de contención. En la figura 29 (Pág. 157) se muestra un ejemplo de éstos, o cualquier otro método que sea el adecuado y eficiente.
11. Trasladar el líquido derramado a contenedores bien identificados, utilizando paños absorbentes, bombas, palas o cualquier otra herramienta.
12. Recuperar todo el material que sea posible para acelerar el proceso de limpieza y minimizar la cantidad de desechos generados.
13. Si se requiere excavación en tierra contaminada, rellenar con tierra limpia.
14. Analizar el tipo de eliminación del desecho generado por el derrame.
15. Limpiar y colocar en su lugar todas las herramientas usadas para la contención del derrame.
16. Evaluar el estado en que quedó el área donde se limpió el derrame.
17. Evaluar si el derrame se tiene que reportar a alguna agencia gubernamental.
18. Tomar las medidas necesarias para que ya no vuelva a suceder el derrame.

Figura 29. Kit de contención de derrames



Contenido del kit:

Kit para absorción de sustancias derivadas del petróleo, hidrocarburos pesados, aceites, combustibles, solventes, soluciones de base acuosa, ácidos y bases, agua, etc.

Ideal para ser colocados como estación de control.

6 Mangas absorbentes de 0.10 X 1.50 mts.

4 Mangas absorbentes de 0.15 X 1.50 mts.

3 Mantas absorbentes de 0.40 X 0.40 mts.

1 Manta absorbente de 0.40 X 0.60 mts.

1 Manta absorbente de 0.60 X 1.00 mts.

1 Balde, 1 Cartel indicador,

1 Pala, 1 Escoba.

1 Envase plástico con o sin ruedas.

4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE SALUD, SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

A continuación se presenta la metodología para la implementación del sistema administrativo. Se ofrece una explicación de las áreas de la planta, posteriormente, la evaluación de éstas para elegir el área piloto donde se implementará las metodologías de identificación y control de riesgos. Además se presentará los beneficios económicos de la implementación.

4.1 Descripción de las áreas de la planta

Básicamente dentro la planta se puede dividir en 12 áreas las cuales se describen a continuación:

1. Área 1, cuarto de motores.

Aquí se encuentra el siguiente equipo:

- a) 5 motores de combustión interna.
- b) 5 generadores eléctricos.
- c) 9 turbo cargadores de aire para la combustión interna del motor.
- d) 5 equipos de tratamiento de aceite lubricante.
- e) 5 equipos para el calentamiento de combustible o booster.
- f) 2 compresores para el aire de arranque.
- g) 4 recipientes para el almacenaje del aire de arranque.
- h) 1 compresor para el aire de instrumentos.
- i) 1 recipiente para el almacenaje del aire de instrumentos.
- j) Grúa tipo monorriel.
- k) Tanque de almacenamiento de aceite usado por mantenimiento.

- l) 2 unidades para tratamiento de agua con sistema de osmosis inversa.
- m) Paneles eléctricos para el control de los equipos.
- n) Cableado eléctrico.
- o) Tuberías para combustible, bunker.
- p) Tuberías para aceite nuevo o en uso.
- q) Tuberías para aceite usado para mantenimiento.
- r) Tuberías para aceite usado.
- s) Tuberías para desechos oleosos.
- t) Tuberías para vapor.
- u) Tuberías para condensado.
- v) Tuberías para agua de enfriamiento.
- w) Tuberías para agua de extinción de incendios.
- x) Tuberías para agua desmineralizada.
- y) Tuberías para aire de arranque.
- z) Tuberías para aire de instrumentos.
- aa) Tuberías para gases de escape.

2. Área 2, tanques de almacenamiento.

En esta área se encuentran los siguientes equipos:

- a) Tanque para almacenar combustible sin tratar o buffer (bunker).
- b) Tanque para almacenar combustible ya tratado o diario (bunker)
- c) Tanque para almacenar combustible diesel.
- d) Tanque para almacenar aceite nuevo
- e) Tanque para almacenar aceite usado.
- f) Tanque para almacenar desechos o de asentamiento.
- g) Tanque para almacenar lodos de combustible y aceite.
- h) Tanque para almacenar agua cruda o para extinción de incendios.
- i) Tanque para almacenamiento de agua desmineralizada
- j) Tanque para almacenamiento de agua de servicio.

- k) Tuberías para combustible diesel.
- l) Tuberías para combustible, bunker.
- m) Tuberías para vapor.
- n) Tuberías para condensado.
- o) Tuberías para aceite nuevo.
- p) Tuberías para aceite usado.
- q) Tubería para agua desmineralizada.
- r) Tubería para agua de servicio.
- s) Tubería para agua cruda o extinción de incendios.

3. Área 3, radiadores.

En esta área se encuentran los siguientes equipos:

- a) 25 ventiladores y radiadores para el motor 1.
- b) 25 ventiladores y radiadores para el motor 2.
- c) 25 ventiladores y radiadores para el motor 3.
- d) 25 ventiladores y radiadores para el motor 4.
- e) 25 ventiladores y radiadores para el motor 5.
- f) Tuberías de agua de enfriamiento.
- g) Tubería para agua cruda o extinción de incendios.

4. Área 4, calderas.

En esta área se encuentran los siguientes equipos:

- a) 1 caldera conectada a la tubería de gases de escape del motor 2
- b) 1 caldera conectada a la tubería de gases de escape del motor 3
- c) 1 caldera auxiliar que funciona con diesel.
- d) Paneles eléctricos para el control de los equipos.
- e) Cableado eléctrico.

- f) 5 pipas para gases de escape.
- g) Tuberías para vapor.
- h) Tuberías para condensado.
- i) Tuberías para gases de escape
- j) Tuberías para agua desmineralizada.
- k) Tuberías para diesel.
- l) Tubería para agua cruda o extinción de incendios.

5. **Área 5, almacenamiento y descarga de combustible.**

En esta área se encuentran los siguientes equipos:

- a) Tanque principal para almacenamiento de combustible, bunker.
- b) Bombas de descarga de combustible, bunker.
- c) Bombas de transferencia de combustible, bunker hacia el tanque buffer.
- d) Paneles eléctricos para el control de los equipos.
- e) Cableado eléctrico.
- f) Tubería para combustible, bunker.
- g) Tubería para vapor.
- h) Tubería para condensado.
- i) Tubería para agua cruda o extinción de incendios.

6. **Área 6, tratamiento de combustible.**

En esta área se encuentran los siguientes equipos:

- a) 4 equipos para el tratamiento del combustible.
- b) 2 bombas para la alimentación del combustible al cuarto de motores.
- c) Paneles eléctricos para el control de los equipos.
- d) Cableado eléctrico.

- e) Tuberías para combustible, bunker.
- f) Tuberías para vapor.
- g) Tuberías para condensado.
- h) Tuberías para desechos del combustible
- i) Tuberías para agua desmineralizada.
- j) Tubería para agua cruda o extinción de incendios.

7. Área 7, descarga de aceite y carga de desechos.

En esta área se encuentran los siguientes equipos:

- a) Bombas de descarga de aceite lubricante nuevo.
- b) Bombas de carga de desechos de aceite usado.
- c) Bombas de carga de desechos de combustible y aceite.
- d) Paneles eléctricos para el control de los equipos.
- e) Cableado eléctrico.
- f) Tuberías para aceite lubricante nuevo.
- g) Tuberías para aceite usado.
- h) Tuberías para desechos de combustible y aceite.
- i) Tuberías para vapor.
- j) Tuberías para condensado.
- k) Tubería para agua cruda o extinción de incendios.

8. Área 8, taller.

En esta área se encuentran los siguientes equipos:

- a) Fosa para el almacenamiento de desechos químicos.
- b) 1 taladro vertical.
- c) 1 torno.
- d) 1 equipo de soldadura autógena.

- e) 1 equipo de soldadura eléctrica.
- f) 4 esmeriles.
- g) 4 mesas de trabajo.
- h) 1 calibrador de inyectores de combustible.
- i) 1 máquina lijadora.
- j) Paneles eléctricos para el control de los equipos.
- k) Cableado eléctrico.
- l) 1 grúa tipo monorraíl.
- m) 1 montacargas.
- n) 2 carros alza tarimas
- o) 1 plataforma rodante.
- p) Tubería para aire de instrumentos.
- q) Tubería para agua cruda o extinción de incendios.

9. Área 9, cuarto de bajo voltaje eléctrico, 440 voltios.

En esta área se encuentran los siguientes equipos:

- a) Paneles eléctricos, para el control de los equipos dentro de la planta.
- b) Cableado eléctrico.
- c) Aire acondicionado.
- d) 1 transformador

10. Área 10, cuarto de mediano voltaje eléctrico, 13.8 Kilovoltios.

En esta área se encuentran los siguientes equipos:

- a) Paneles eléctricos, para el control de los generadores eléctricos
- b) Cableado eléctrico.
- c) Aire acondicionado.
- d) 1 transformador

11. Área 11, alto voltaje eléctrico, 230 Kilovoltios.

En esta área se encuentran los siguientes equipos:

- a) Subestación eléctrica
- b) Paneles eléctricos, para el control de la potencia total de la planta.
- c) Cableado eléctrico

12. Área 12, oficinas y parqueo.

En esta área se encuentran los siguientes equipos:

- a) Equipo de computación
- b) Paneles eléctricos
- c) Plantas telefónicas
- d) Cuarto de baterías, para luz de emergencia.
- e) Aire acondicionado.
- f) Equipo para fotocopiar
- g) Por encima del parqueo pasan líneas de alta tensión, ajenas a la planta.

4.2 Evaluación de las áreas de la planta

Esta evaluación es para determinar en que área se va a llevar a cabo la prueba piloto. Para la evaluación de las áreas se tomarán en cuenta ciertos factores de riesgo. El criterio de evaluación no será tan estricto como el que se aplicará a cada área posteriormente, se basará en una inspección rápida y se le dará un valor de 1 a 10 según sea el grado de riesgo considerado en el área que se este evaluando. Estos factores se describen a continuación:

1. Riesgo de accidentes.

2. Riesgo de enfermedades ocupacionales.
3. Riesgo de incendios o explosión.
4. Riesgo de contaminación por derrames o fugas.
5. Riesgo por operación de equipo peligroso.

En la tabla XX (Pág. 167) se muestra el resultado de la evaluación desarrollada en las áreas de la planta.

Tabla XX. Resultado de la evaluación a las áreas de la planta

Área	Riesgo de accidentes	Riesgo de enfermedades ocupacionales	Riesgo de incendio o explosión	Riesgo de contaminación	Equipo peligroso	Total
1	10	10	9	8	8	45
2	5	5	10	10	4	34
3	5	7	3	0	8	23
4	7	5	10	5	10	37
5	8	7	10	10	3	38
6	7	7	10	8	10	42
7	8	7	10	10	3	38
8	10	8	7	7	8	40
9	7	0	10	7	10	34
10	7	0	10	7	10	34
11	6	0	10	0	10	26
12	5	3	5	3	4	20

1. **Discusión de resultados.** A continuación se describe qué fue lo que se observo en cada área inspeccionada:

- a) Área 1, cuarto de motores. Dentro del cuarto de motores la mayoría de empleados transitan y realizan sus labores, se detectó altos niveles de ruido y de vibraciones, además de algunas fugas de combustible y aceite lubricante, la mayoría de equipos que se encuentran dentro son catalogados como peligrosos.

- b) Área 2, tanques de almacenamiento. En el área de tanques son pocas las tareas que se realizan, el riesgo de accidentes no es tan grande ya que son pocas las personas las que laboran y transitan por esta área. La probabilidad de incendio o explosión siempre es latente por el almacenaje de combustible. El vapor que despiden el combustible puede provocar alguna enfermedad ocupacional si se mantiene en contacto con ella demasiado tiempo, cualquier fuga podría provocar algún daño al medio ambiente ya que están al aire libre, la cantidad de personas que se encuentran en esta área es poca.

- c) Área 3, radiadores. Se detectó alto nivel de ruido, el solo hecho de que sean ventiladores girando a gran velocidad es peligroso. No hay riesgo de incendio por combustible solamente por riesgo eléctrico. La cantidad de personas que hay en esta área es poca, a veces ninguna.

- d) Área 4, calderas. Por ser un recipiente a presión calentado, su riesgo de explosión hay que tenerlo en cuenta, algún riesgo de contaminación puede suceder por los químicos que en ella contiene para su tratamiento. Se detectó un poco de ruido y vibración, la cantidad de personas que hay en esta área es poca.

- e) Área 5, almacenamiento y descarga de combustible. El riesgo de incendio y contaminación son grandes, por el combustible. Es un área que presenta el mismo riesgo de enfermedad ocupacional que el área de tanques de almacenamiento. La cantidad de personas que hay en esta área es regular.

- f) Área 6, tratamiento de combustible. En esta área el equipo para el tratamiento. Las separadoras centrífugas son catalogadas como equipo peligroso, y por el manejo de combustible el riesgo de incendio es grande, además se detecto niveles de ruido relativamente altos y un poco de vibración. La cantidad de personas que se encuentran en esta área es regular.
- g) Área 7, descarga de aceite y carga de desechos. El riesgo de contaminación y de incendio es considerable por el manejo de desechos que provienen del combustible usado, la cantidad de personas que se encuentran en esta área es poca.
- h) Área 8, taller. En esta área transita y labora una gran cantidad de personas, se manejan productos químicos para limpieza de piezas, el manejo de montacargas y carretillas alza tarimas es usual, además de equipos que pueden ser llegar a ser peligrosos.
- i) Área 9, bajo voltaje eléctrico, 440 voltios. En esta, área por ser equipo eléctrico, el riesgo de incendio o explosión es considerable. La cantidad de personas que hay en este lugar es regular, la contaminación que puede llegar a suceder es que el transformador tiene aceite dieléctrico que es altamente contaminante y peligroso.
- j) Área 10, mediano voltaje eléctrico, 13.8 Kilovoltios. En esta área, por ser equipo eléctrico, el riesgo de incendio o explosión es considerable. La cantidad de personas que hay en este lugar es poca, la contaminación que puede llegar a suceder es que el transformador tiene aceite dieléctrico que es altamente contaminante y peligroso.

- k) Área 11, alto voltaje eléctrico, 230 Kilovoltios. El área tiene un riesgo de explosión considerable, por cualquier problema eléctrico, la cantidad de personas es poca o a veces ninguna.
- l) Área 12, oficinas y parqueo. El riesgo de accidente es considerable por la cantidad de personas que transitan y laboran, la contaminación por desechos sólidos orgánicos como papel, cartón, etc., es relativamente grande. El equipo que se maneja es de computación, el único riesgo considerable es el cuarto de baterías de emergencia cuando se va la energía eléctrica y paneles eléctricos.

4.3 Prueba piloto en el área crítica

La prueba piloto se realizará en el área de la planta que según la evaluación preliminar indicó un mayor grado de peligrosidad. La razón de la prueba piloto es el de comprobar el funcionamiento de lo propuesto, evaluar en base a resultados y corregir errores para la posterior implementación en las demás áreas.

En la prueba piloto en el área crítica se consideraran las condiciones inseguras, actos inseguros, la identificación de enfermedades ocupacionales específicas y los puntos críticos que pueden ocasionar algún tipo de contaminación al medio ambiente. Se propondrán soluciones para eliminar o reducir los riesgos encontrados. Todo este procedimiento se repetirá para todas las demás áreas, y se propondrá un programa de actividades para la realización de estas tareas en las demás áreas.

4.3.1 Justificación del área

El área que se ha escogido es la número 1, ya que según la evaluación es la que obtuvo mayor puntaje 45, además, según antecedentes de accidentes,

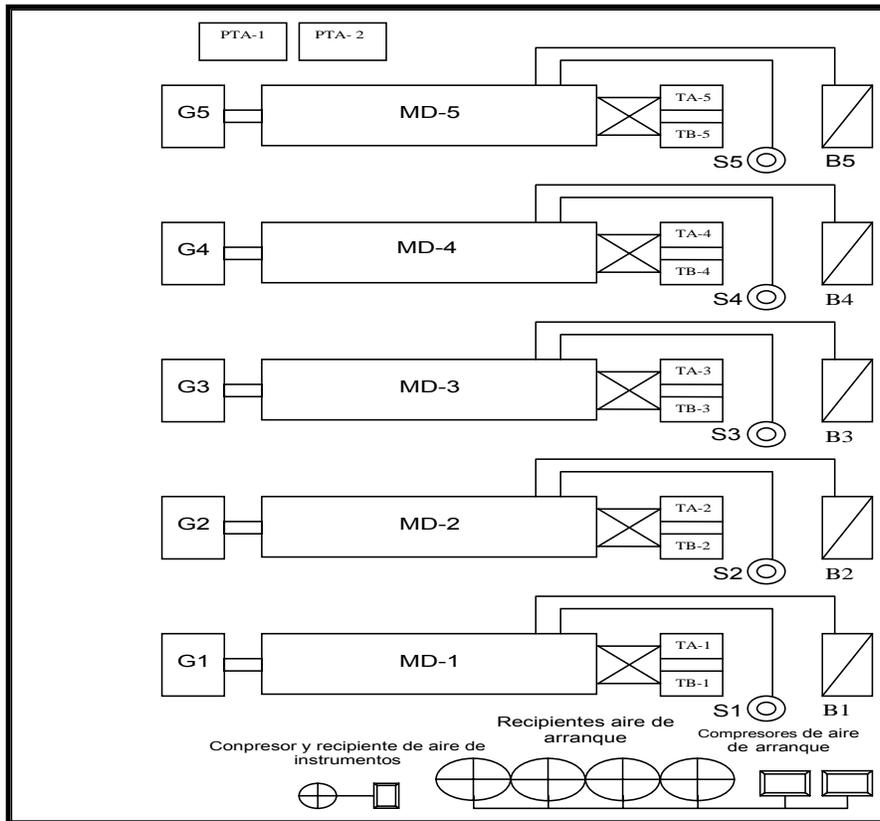
la mayor parte de ellos que se muestran en la tabla VI (Pág. 91) sucedieron en dicha área. Es importante empezar la implementación en esta área, ya que es la más complicada de todas, por todo el personal que allí labora y por los riesgos que se encuentran en ella. Al completarse la implementación en esta área, el mismo proceso en las demás será mas fácil, ya que se tendrán ya resultados se podrá corregir cualquier error. En la figura 30 (Pág. 172) se muestra un esbozo del área de motores.

Una de las condiciones que impera en el cuarto de motores, por ejemplo, es la alta temperatura del ambiente. El clima que impera en la zona donde se encuentra la planta es un factor que juega un papel importante, ya que las temperaturas llegan a ser de 37°C. Todo el cuarto de motores se encuentra sellado para que no se escape el ruido al ambiente, en la parte de enfrente y posterior se encuentran unos ventiladores para cada motor y generador, éstos meten aire para enfriar y ventilar el área, pero cuando son a las horas pico del calor el aire entra con la temperatura descrita anteriormente. A esto se le suma el calor que irradian los motores, generadores y turbocargadores en su funcionamiento.

4.3.2 Análisis de condiciones inseguras

Para el análisis de condiciones inseguras se hicieron dos inspecciones semanales, durante cuatro semanas. Estas inspecciones fueron del tipo intermitente. Los resultados obtenidos se observan a manera de resumen en el formato que se muestra en la figura 31 (Pág. 175) donde se encuentran resumidas las 8 inspecciones.

Figura No. 30. Ubicación del los equipos dentro del área de motores



NOMECLATURA

- | | |
|---|--|
| G = Generador (1,2,3,4,5) | B = Booster (1,2,3,4,5) |
| MD = Motor (1,2,3,4,5) | TA = Turbocompresor lado A (1,2,3,4,5) |
| S = Separadoras de aceite (1,2,3,4,5) | TB = Turbocompresor lado B (1,2,3,4,5) |
| PTA = Planta de tratamiento de agua (1,2) | |

4.3.3 Análisis de actos inseguros

Para realizar este análisis se escogieron tres actividades, dos de mantenimiento y 1 de operación, que son las que usualmente se realizan dentro del cuarto de motores, las cuales se describen a continuación:

1. Cambio de bomba de inyección de combustible (mantenimiento)
2. Cambio de culata (mantenimiento)
3. Arranque de un motor (operaciones)

Las inspecciones se realizaron de acuerdo a programa de actividades de mantenimiento y operación. En las figuras 32 (Pág. 176), 33 (Pág. 177), 34 (Pág. 178) se muestran los resultados de las inspecciones, que fueron del tipo continuada, ya que sólo se dedicó a analizar las operaciones específicas descritas anteriormente.

4.3.4 Análisis de puntos con mayor riesgo a enfermedades ocupacionales

Este análisis se realizó de acuerdo a una inspección que tenía como objetivo identificar el origen de los factores que pueden provocar una enfermedad ocupacional, y proponer posibles soluciones para minimizar o eliminar el riesgo. Para esto se ocuparon los siguientes medidores: decibelímetro, medidor de vibraciones, censor de temperatura ambiente y humedad relativa. La inspección realizó en las horas que según información dentro de la planta estos factores afectan mayormente a los empleados, esto es entre las 09:00 y 13:00 horas. Los resultados se muestran en la figura 35 (Pág. 179), los cuales son a manera de resumen el total de la intensidad escrita es un promedio de las mediciones hechas.

4.3.5 Análisis de puntos críticos para la contaminación

Para el análisis se tomarán en cuenta los siguientes factores: los desechos y los puntos con mayor riesgo de derrames. Estos se presentan a continuación.

4.3.5.1 Desechos

Los desechos que se tomaron cuenta fueron aquellos que se originaron directamente de alguna actividad u operación de algún equipo. El formato que se utilizó para registrar estos puntos se muestra en la figura 18 (Pág. 111).

4.3.5.2 Derrames

En el área es difícil que haya un derrame a flor de tierra, ya que está sellada y cualquier derrame se puede contener en su interior. Los puntos con riesgo a derrames se muestran en el formato que aparece en la figura 36 (Pág. 181).

4.3.6 Análisis de resultados

1. **Condiciones inseguras.** La mayoría de condiciones inseguras que se encontraron fueron a consecuencia de la falta de señalización de algunos equipos que son catalogados como peligrosos, por ejemplo:
 - a) Equipos booster de los 5 motores.
 - b) Equipos de tratamiento de aceite lubricante de los 5 motores.
 - c) Los compresores de aire de arranque y de instrumentos, en especial los de aire de arranque que se encuentran en un lugar donde el tránsito de personal el alto.
 - d) Los recipientes a presión, donde se almacena aire de arranque y de instrumentos.

Figura 31. Resultados de las inspecciones de condiciones inseguras en el área de motores

FORMATO DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES INSEGURAS									
NOMBRE: AMEL ECOMO BOZ		ÁREA: Sucursal de motores		EQUIPO: General		CATEGORÍA: DAME		FECHA: 10/11/2023	
HORA INICIO: 11:30		HORA FINAL: 11:30		MEMBRO: JLI		No. INSPECCIÓN: 21		HOJA No.: 11	
No. Cont	ELEMENTO	ESTADO	RIESGO (S)	MEMBRO	EFECTOS	CLASIFICACIÓN	ACCION A TOMAR	CONSECUIA	RESPONSABLE
1	El equipo buceador no tiene protección contra incendios	N/A	Incendio	A	B	C	22	Muy alto	Gerente de operaciones
2	El equipo buceador no tiene protección contra incendios	N/A	Quemaduras	A	A	D	24	Muy alto	Gerente de mantenimiento
3	Los compresores de aire de arranque no tienen protección contra incendios	N/A	Incendio	B	B	D	20	Alto	Gerente de operaciones
4	El motor donde se encuentran los compresores de aire de arranque no tiene protección	N/A	Golpe por proyectil	B	B	D	20	Alto	Gerente de mantenimiento
5	Arranque de los compresores de aire de arranque	A punto de sobrecarga los corrientes	Desintegración del equipo	A	B	C	22	Muy alto	Gerente de mantenimiento
6	Falta de señalización de tránsito de mantenimiento	N/A	Choque o atropellamiento	B	B	D	20	Alto	Gerente de mantenimiento
7	El equipo buceador no tiene protección contra incendios	N/A	Incendio	B	B	D	20	Alto	Gerente de operaciones
8	El equipo de aceite lubricante no tiene barrera de protección	N/A	Exposición o desintegración	B	A	D	22	Muy alto	Gerente de mantenimiento
9	Cables de cables eléctricos	Defecciones	Choque eléctrico	B	C	C	20	Alto	Gerente de mantenimiento
10	El control eléctrico de la grúa	Defecciones	Choque eléctrico	B	A	C	24	Muy alto	Gerente de mantenimiento
11	Turbocompresor del motor 3	Demasiada vibración	Desintegración del equipo	A	B	B	26	Extremo	Gerente de mantenimiento
12	Falta de señalización de tránsito de mantenimiento	N/A	Mala operación	A	B	C	24	Muy alto	Gerente de operaciones
13	Falta de señalización de tránsito de mantenimiento	N/A	Mala operación	A	C	D	20	Alto	Gerente de operaciones
14	Falta de señalización de tránsito de mantenimiento	N/A	Mala operación	A	B	C	24	Muy alto	Gerente de operaciones
15	Falta señalización de equipo peligroso en la boomer	N/A	Mala operación	A	B	B	26	Extremo	Gerente de operaciones
16	Falta señalización de equipo a presión en las tanques de aire de arranque	N/A	Sobrecalentamiento	B	B	C	22	Muy alto	Gerente de operaciones
17	Falta señalización de equipo a presión en las tanques de aire de arranque	N/A	Sobrecalentamiento	B	C	D	18	Alto	Gerente de operaciones
18	Falta de señalización de superficies peligrosas en los motores	N/A	Quemaduras	B	B	C	22	Alto	Gerente de operaciones
19	Falta de señalización en las tuberías de tuberías	N/A	Mala operación	B	B	D	20	Alto	Gerente de operaciones
20	Parabrisa eléctrica no tienen protección contra incendios	N/A	Incendio	B	C	C	20	Alto	Gerente de operaciones
21	Falta de señalización de superficies peligrosas en los motores	N/A	Choque eléctrico	B	B	C	20	Alto	Gerente de operaciones

Grado de peligrosidad		
RANGO	CLASIFICACION	ACCION A TOMAR
1 a 5	Bajo	Precaución
6 a 15	Medio	Precaución
16 a 20	Alto	Precaución
21 a 25	Muy alto	Precaución
26 a 30	Extremo	Precaución

Grado de peligrosidad		
RANGO	CLASIFICACION	ACCION A TOMAR
1	A	Continuar
2	B	Continuar
3	C	Muy alto
4	D	Alto
5	E	Muy alto
6	F	Extremo

OBSERVACIONES:

- Se tomaron en cuenta todas las instalaciones en general del cuarto de motores

- Aquí se encuentran resumidas las inspecciones realizadas en estos sistemas

Figura 32. Resultados del análisis de actos inseguros en la actividad del cambio de bomba de inyección en el área de motores

NOMBRE: ALONSO SOTO		FECHA: 18/07/2012		HORA INICIO: 13:00		HORA FIN: 13:00		FORMA DE REGISTRO DE ACTOS INSEGUROS		ACTIVIDAD: CAMBIO DE BOMBA DE INYECCION MOTOR 3 CILINDROS AL		N. DE PERSONAS QUE PARTICIPAN: 2	
NO. CORN:		TAREAS:		REBOS PROBABLES:		ACTO INSEGURO:		PROBABILIDAD:		EXPOSICION:		CONSECUENCIA:	
1		2		3		4		5		6		7	
1	Revisar la herramienta utilizada	Herramientas en mal estado	NA	B	A	C	24	May/abn	NA	Inspección de herramientas	NA	Mantenimiento	NA
2	Aliguar la bomba para desmontarla la bomba de agua verificando la bomba de inyección	Quantidad por combustible caliente e herido	Quantar de calor que va a volar en el área	B	B	D	20	Abn	NA	Reparar el paso de agua caliente hacia la bomba de agua y verificar la bomba de inyección	NA	Operación	NA
3	Aliguar la bomba para desmontarla la bomba de combustible de la bomba de inyección	Quantar por combustible caliente	No se tiene ningún elemento a mano	B	B	C	22	Abn	NA	Reparar el paso de combustible hacia la bomba de agua y verificar la bomba de inyección	NA	Mantenimiento y operación	NA
4	Aliguar la bomba para desmontar la bomba de inyección para el cuerpo de agua	Quantar por superficie caliente	NA	B	B	D	20	Abn	NA	Reparar el paso de agua caliente hacia la bomba de agua y verificar la bomba de inyección	NA	Mantenimiento	NA
5	Aliguar por medio de la grúa la bomba de inyección para el cuerpo de agua	Eligiendo y girando un mal estado	NA	B	B	C	22	Abn	NA	Reparar el paso de agua caliente hacia la bomba de agua y verificar la bomba de inyección	NA	Mantenimiento	NA
6	Lubricar la bomba de inyección para el cuerpo de agua	Mala operación de la grúa, caída de la carga sobre el equipo o personas	NA	B	B	B	24	May/abn	NA	Reparar el paso de agua caliente hacia la bomba de agua y verificar la bomba de inyección	NA	Mantenimiento	NA
7	Conectar la bomba de inyección para el cuerpo de agua	Mala operación del motor, mala conexión de los cables, mala conexión de los cables	NA	B	B	B	24	May/abn	NA	Reparar el paso de agua caliente hacia la bomba de agua y verificar la bomba de inyección	NA	Mantenimiento	NA
8	Aliguar por medio de la grúa la bomba de inyección para el cuerpo de agua	Eligiendo y girando un mal estado	La grúa se inclina y cae de un costado	B	B	B	24	May/abn	NA	Reparar el paso de agua caliente hacia la bomba de agua y verificar la bomba de inyección	NA	Mantenimiento	NA
9	Lubricar la bomba de inyección para el cuerpo de agua	Mala operación de la grúa, caída de la carga sobre el equipo o personas	NA	B	B	B	24	May/abn	NA	Reparar el paso de agua caliente hacia la bomba de agua y verificar la bomba de inyección	NA	Mantenimiento	NA
10	Aliguar la bomba de inyección para el cuerpo de agua	Quantar por superficie caliente	NA	B	B	D	20	Abn	NA	Reparar el paso de agua caliente hacia la bomba de agua y verificar la bomba de inyección	NA	Mantenimiento	NA
11	Aliguar la bomba de inyección para el cuerpo de agua	Quantar por superficie caliente	NA	B	B	D	20	Abn	NA	Reparar el paso de agua caliente hacia la bomba de agua y verificar la bomba de inyección	NA	Mantenimiento	NA
12	Aliguar la bomba de inyección para el cuerpo de agua	Quantar por superficie caliente	NA	B	B	D	20	Abn	NA	Reparar el paso de agua caliente hacia la bomba de agua y verificar la bomba de inyección	NA	Mantenimiento	NA
13	Aliguar la bomba de inyección para el cuerpo de agua	Quantar por superficie caliente	NA	B	B	D	20	Abn	NA	Reparar el paso de agua caliente hacia la bomba de agua y verificar la bomba de inyección	NA	Mantenimiento	NA

CORRECCIONES:		REQUISITOS NECESARIOS:		ACTO INSEGURO CORREGIDO:		RESPONSABLE:	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
7	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

CORRECCIONES:		REQUISITOS NECESARIOS:	
1	2	3	4
1	NA	NA	NA
2	NA	NA	NA
3	NA	NA	NA
4	NA	NA	NA
5	NA	NA	NA
6	NA	NA	NA
7	NA	NA	NA
8	NA	NA	NA

CORRECCIONES:		REQUISITOS NECESARIOS:	
1	2	3	4
1	NA	NA	NA
2	NA	NA	NA
3	NA	NA	NA
4	NA	NA	NA
5	NA	NA	NA
6	NA	NA	NA
7	NA	NA	NA
8	NA	NA	NA

CORRECCIONES:		REQUISITOS NECESARIOS:	
1	2	3	4
1	NA	NA	NA
2	NA	NA	NA
3	NA	NA	NA
4	NA	NA	NA
5	NA	NA	NA
6	NA	NA	NA
7	NA	NA	NA
8	NA	NA	NA

CORRECCIONES:		REQUISITOS NECESARIOS:	
1	2	3	4
1	NA	NA	NA
2	NA	NA	NA
3	NA	NA	NA
4	NA	NA	NA
5	NA	NA	NA
6	NA	NA	NA
7	NA	NA	NA
8	NA	NA	NA

CORRECCIONES:		REQUISITOS NECESARIOS:	
1	2	3	4
1	NA	NA	NA
2	NA	NA	NA
3	NA	NA	NA
4	NA	NA	NA
5	NA	NA	NA
6	NA	NA	NA
7	NA	NA	NA
8	NA	NA	NA

CORRECCIONES:		REQUISITOS NECESARIOS:	
1	2	3	4
1	NA	NA	NA
2	NA	NA	NA
3	NA	NA	NA
4	NA	NA	NA
5	NA	NA	NA
6	NA	NA	NA
7	NA	NA	NA
8	NA	NA	NA

CORRECCIONES:		REQUISITOS NECESARIOS:	
1	2	3	4
1	NA	NA	NA
2	NA	NA	NA
3	NA	NA	NA
4	NA	NA	NA
5	NA	NA	NA
6	NA	NA	NA
7	NA	NA	NA
8	NA	NA	NA

CORRECCIONES:		REQUISITOS NECESARIOS:	
1	2	3	4
1	NA	NA	NA
2	NA	NA	NA
3	NA	NA	NA
4	NA	NA	NA
5	NA	NA	NA
6	NA	NA	NA
7	NA	NA	NA
8	NA	NA	NA

CORRECCIONES:		REQUISITOS NECESARIOS:	
1	2	3	4
1	NA	NA	NA
2	NA	NA	NA
3	NA	NA	NA
4	NA	NA	NA
5	NA	NA	NA
6	NA	NA	NA
7	NA	NA	NA
8	NA	NA	NA

CORRECCIONES:		REQUISITOS NECESARIOS:	
1	2	3	4
1	NA	NA	NA
2	NA	NA	NA
3	NA	NA	NA
4	NA	NA	NA
5	NA	NA	NA
6	NA	NA	NA
7	NA	NA	NA
8	NA	NA	NA

CORRECCIONES:		REQUISITOS NECESARIOS:	
1	2	3	4
1	NA	NA	NA
2	NA	NA	NA
3	NA	NA	NA
4	NA	NA	NA
5	NA	NA	NA
6	NA	NA	NA
7	NA	NA	NA
8	NA	NA	NA

CORRECCIONES:		REQUISITOS NECESARIOS:	
1	2	3	4
1	NA	NA	NA
2	NA	NA	NA
3	NA	NA	NA
4	NA	NA	NA
5	NA	NA	NA
6	NA	NA	NA
7	NA	NA	NA
8	NA	NA	NA

Figura 33. Resultados del análisis de actos inseguros en la actividad del cambio de culata en el área de motores

NOMBRE: ALONSO ROMERO LÓPEZ FECHA: 15/02/2023 HORARIO INICIO: 3:30 HORARIO FINAL: 15:30 AREA: CUARTO DE MOTORES ACTIVIDAD: CAMBIO DE CULATA EN EL MOTOR DEL MOTOR DIESEL No. INSPECCIÓN: 0001 HOJA No.: 1 No. DE PERSONAL QUE PARTICIPAN: 1																
No. CORE	TAREAS	RIESGOS PROBABLES	ACTO INSEGURO	PROBABILIDAD	EXPOSICIÓN	CONSECUENCIA	CLASIFICACIÓN	PRECAUCIONES NECESARIAS			RESPONSABLE	SEVERIDAD				
								EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	BLOQUEO Y ETIQUETACIÓN	CAPACITACIÓN						
												ACTO INSEGURO CORREGIDO	RESPONSABLE	SEVERIDAD	POSIIBILIDAD	
1	Revisar la herramienta necesaria	Herramientas en mal estado	N/A	B	A	C	2	Muy alto	N/A	N/A	Mantenimiento	N/A	N/A	A	Depto de repuestos	10
2	Secar el agua de calentamiento de alta temperatura al motor	Quemaduras por agua caliente	N/A	C	E	E	9	Medio	Guantes de cuero, lentes	N/A	N/A	N/A	N/A	A	Depto de repuestos	10
2	Alfajar la tuerca para desatornillar la tuerca de la cabeza de enfriamiento de la culata	Quemaduras por agua caliente	N/A	B	B	E	9	Alto	Guantes de cuero, lentes	N/A	N/A	N/A	N/A	B	Depto de repuestos	8
3	Alfajar la tuerca para desatornillar la cabeza de combustible de la culata	Quemaduras por aceite caliente	N/A	B	B	D	20	Alto	Guantes de cuero, lentes	N/A	N/A	N/A	N/A	C	Mano propia es posible	6
4	Alfajar la tuerca para desatornillar la cabeza de combustible de la culata	Quemaduras por aceite caliente	N/A	B	B	C	22	Muy alto	Guantes de cuero, lentes y participación	Etiquetado y bloqueo para el equipo bucoador para el trabajo principal del equipo bucoador	Mantenimiento y operaciones	N/A	N/A	D	Poco creíble	4
5	Alfajar la tuerca para desatornillar la cabeza del cuerpo del motor	Quemaduras por superficies calientes	N/A	B	B	E	9	Alto	Guantes de cuero, lentes	N/A	N/A	N/A	N/A	E	Considerablemente improbable	2
6	Apretar por medio de eléctrica la culata más en el grupo de la gata	Eléctrica y contacto en mal estado	N/A	B	B	C	22	Muy alto	Guantes de cuero, lentes	N/A	Mantenimiento	N/A	N/A	F	Improbable	1
7	Lustrar la culata más con la gata y herramienta al lugar izquierdo	Mal uso de la gata, contacto con la herramienta, contacto con la culata	N/A	B	B	B	20	Muy alto	Guantes de cuero, lentes	Etiquetado y bloqueo para el equipo bucoador para el trabajo principal del equipo bucoador	Mantenimiento	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
8	Colocar la culata sobre el motor y trasladarla al lugar del trabajo	Mal uso de la gata, contacto con la culata, contacto con el motor	N/A	B	B	C	22	Muy alto	Guantes de cuero, lentes	Etiquetado y bloqueo para el equipo bucoador para el trabajo principal del equipo bucoador	Mantenimiento	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
9	Apretar por medio de eléctrica la culata sobre el grupo de la gata	Eléctrica y contacto en mal estado	N/A	B	B	C	22	Muy alto	Guantes de cuero, lentes	N/A	Mantenimiento	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
10	Lustrar la culata sobre con la gata y herramienta al motor 1	Mal uso de la gata, contacto con la culata, contacto con el motor	N/A	B	B	C	22	Muy alto	Guantes de cuero, lentes	Etiquetado y bloqueo para el equipo bucoador para el trabajo principal del equipo bucoador	Mantenimiento	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
11	Apretar tuerca para atornillar la culata sobre el motor	Quemaduras por superficies calientes	N/A	B	B	E	9	Alto	Guantes de cuero, lentes	N/A	Mantenimiento	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
12	Apretar tuerca para atornillar la cabeza de combustible de la culata	Quemaduras por superficies calientes y contacto con el motor	N/A	B	B	E	9	Alto	Guantes de cuero, lentes	N/A	Mantenimiento y operaciones	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
13	Apretar tuerca para atornillar la cabeza de combustible de la culata	Quemaduras por superficies calientes	N/A	B	B	E	9	Alto	Guantes de cuero, lentes	N/A	Mantenimiento	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
14	Apretar tuerca para atornillar la cabeza de combustible de la culata	Quemaduras por superficies calientes	N/A	B	B	E	9	Alto	Guantes de cuero, lentes	N/A	Mantenimiento	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
15	Proceder a quitar todos los bloques y realización de los trabajos de limpieza de la culata de la operación	Acción violenta y resaca de herramientas que se haya mal uso de equipo verificado en esta etapa	N/A	B	B	C	22	Muy alto	Guantes de cuero, lentes	N/A	Mantenimiento y operaciones	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Observaciones:	
SEVERIDAD	1 a 5
SEVERIDAD	6 a 9
SEVERIDAD	10 a 20
SEVERIDAD	21 a 25
SEVERIDAD	26 a 30

SEVERIDAD	CLASIFICACIÓN	ACCIONES A TOMAR
1 a 5	Bajo	Revisar los procedimientos de la actividad actual
6 a 9	Medio	Revisar los procedimientos de la actividad actual
10 a 20	Alto	Revisar los procedimientos de la actividad actual
21 a 25	Muy alto	Revisar los procedimientos de la actividad actual
26 a 30	Extremo	Revisar los procedimientos de la actividad actual

Figura 34. Resultados del análisis de actos inseguros en la actividad del arranque de un motor

FORMATO DE REGISTRO DE ACTOS INSEGUROS												
NOMBRE: ALVARO ROBERTO SOTO		AREA: CUARTO DE MOTORES		NO. DE PERSONA QUE PARTICIPA: 1								
FECHA: 20/03/2021		ACTIVIDAD: ARRANQUE DE MOTOS										
HORA INICIO: 15:30		NO. INSPECCION: 0001										
HORA FINAL: 15:35		HORA FIN: 15:35										
NOTA: Q.E. Grado de peligrosidad: N/A, No. Actos:												
No. de Actos Inseguros	TAREAS	RIESGOS PROBABLES	ACTO INSEGURO	PROBABILIDAD	EXPOSICIÓN	CONSECUENCIA	CLASIFICACION	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL	PRECONDICIONES NECESARIAS		ACTO INSEGURO CORREGIDO	RESPONSABLE
									BLOQUEO Y SITUACION	INSPECCION DE HERRAMIENTAS		
1	Revisar las herramientas necesarias	Herramienta en mal estado	N/A	B	C	D	Medio	N/A	SI	N/A	Operador	N/A
2	Revisar el estado del equipo bombar	Incendio	N/A	B	C	B	Alto	Quitar de caso, limpiar y extinguidor	N/A	Unidad extinguidor	Operador	N/A
3	Revisar el estado del equipo de tratamiento de aceite	Explosión o incendio, contaminación	N/A	B	C	B	Alto	Quitar de caso, limpiar y extinguidor	N/A	Unidad extinguidor	Operador	N/A
4	Verificar si no hay fugas en las bombas de inyección y cables	Incendio	N/A	B	C	B	Alto	Quitar de caso, limpiar y extinguidor	N/A	N/A	Operador	N/A
5	Revisar las válvulas de motor de todos los cilindros	Quemadura por superficies calientes	Quemadura por superficies calientes	B	C	D	Medio	Quitar las guantes para abarcar las válvulas	N/A	N/A	Operador	SI
6	Verificar el motor con las de arranque para verificar si hay agua dentro de los cilindros	Válvula en mal estado, y quemadura por superficies calientes	N/A	C	C	C	Alto	Quitar de caso y limpiar	Verificar si no hay nada bloqueado con alguna válvula de no operar	N/A	Operador	N/A
7	Comprobar las válvulas en el motor	Quemadura por superficies calientes	N/A	B	C	D	Medio	Quitar de caso y limpiar	N/A	N/A	Operador	N/A
8	Revisar el nivel de la bomba de agua de enfriamiento de agua	Quemadura por agua caliente	N/A	B	C	F	Medio	Quitar de caso y limpiar	N/A	N/A	Operador	N/A
9	Arranque del motor	Atropeamiento	N/A	B	C	B	Alto	Quitar de caso y limpiar	N/A	N/A	Operador	N/A
10	Verificar el funcionamiento del turbocomprensor	Desintegración	No verificar el funcionamiento	B	B	B	Alto	Limpieza	N/A	N/A	Operador	SI

Precondición:		Evidencia:	
COND	INTERFERENCIA	COND	INTERFERENCIA
A	Alto	A	Alto
B	Medio	B	Medio
C	Bajo	C	Bajo
D	Alto	D	Alto
E	Alto	E	Alto
F	Alto	F	Alto

Consecuencia:	
COND	INTERFERENCIA
A	10
B	8
C	6
D	4
E	2
F	1

Escala de peligrosidad:	
RANGO	CLASIFICACION
1 a 5	Bajo
6 a 10	Medio
11 a 15	Alto
16 a 20	Muy alto
21 a 25	Muy alto
26 a 30	Extremo

Acción a tomar:	
COND	INTERFERENCIA
A	10
B	8
C	6
D	4
E	2
F	1

f) Tuberías de fluidos.

Varios equipos no tienen una protección adecuada. Equipos como el de tratamientos de aceite lubricante giran a gran velocidad y cualquier desperfecto dentro de ellas puede causar la desintegración y lastimar a cualquier persona que se encuentre cerca de este equipo. Es el mismo caso para los compresores de aire que tienen una vibración muy grande y sus anclajes constantemente fallan. El peligro de desintegración es muy alto, el equipo booster necesita una protección ya que tiene muchas superficies calientes y también es propenso a fugas de combustible o de vapor. Los paneles eléctricos tienen tapaderas pero en la gran mayoría los cierres de las puertas se encuentran defectuosos.

Igualmente, el control eléctrico de la grúa está defectuoso, la botonera no está en buenas condiciones y en las conexiones eléctricas hay algunos alambres defectuosos.

La falta de protección contra incendio es otra de las condiciones que se encontró en la mayoría de los equipos que tienen un alto riesgo de incendio, mayormente en donde hay más producción de vapores de combustible, ya que cualquier fuente de ignición puede provocar el incendio.

Figura 36. Resultado del análisis de los puntos con mayor riesgo de contaminación en el área de motores

FORMATO DE REGISTRO DE PUNTOS CON RIESGO DE CONTAMINACIÓN AL MEDIO AMBIENTE											
NOMBRE: <u>Alfonso Romero Salas</u>		ÁREA: <u>Cuarto de motores</u>									
FECHA: <u>30/11/2003</u>		INSPECCIÓN No.: <u>00001</u>									
HORA INICIO: <u>09:00</u>											
HORA FINAL: <u>13:00</u>											
No. CORP	TIPO DE RESERVO	FUENTE	LOCALIZACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL RESERVO			CONCENTRACIÓN	NIVEL DEL DAÑO AL MEDIO AMBIENTE	ACCIÓN A TOMAR	CONSECUENCIA	RESPONSABLE
				FLUJO	DEBILIDAD	DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA					
1	Reservorio de tratamiento de aceites lubricantes	Equipo de tratamiento de aceites lubricantes	Deposito inferior del equipo de tratamiento de aceites lubricantes		Limpiar el aceite lubricante	Deposito de las bombas de calefacción	Los residuos se concentran en los filtros de agua y biberones cuando llegan a las bombas de inyección	A	Colocar el depósito y la bomba adecuada para el almacenamiento, succión y posterior traslado	SI	Gerente de planta
2	Reservorio de combustible	Motor de combustible interna	Deposito inferior del equipo de tratamiento de aceites lubricantes		En las bombas de inyección	Deposito de las bombas de agua	Los residuos se concentran en los filtros de agua y biberones cuando llegan a las bombas de inyección	A	Colocar el depósito y la bomba adecuada para el almacenamiento, succión y posterior traslado	SI	Gerente de planta
3	Tipos contaminados con biberones, aceites y aceites	Limpieza del área de motores	Después de usados los tipos se colocan en biberones		Todos los días se limpian el área	2 biberones diarios	N/A	B	Almacenar en un lugar apropiado para posteriormente eliminarlos	SI	Gerente de planta
4	Reservorio de biberones y aceites lubricantes	Tuberías de biberones en los biberones de los motores	En el piso del área		Ferros y vidrios	5 galones diarios	100% de contenido en agua	A	Colocar los desechos necesarios para su recolección	SI	Gerente de planta
5	Agua de enfriamiento con metales químicos para su tratamiento	Tuberías de biberones en los biberones de los motores	En el piso del área		Ferros y vidrios	5 galones diarios	Aproximadamente 1 galón de químicos por cada 10 galones de agua	NO	Colocar los desechos necesarios para su recolección	SI	Gerente de planta
6	Reservorio de agua no tratada	Pistas de tratamiento de agua, cemento inversa	En el piso del área		Agua residual del proceso de tratamiento	3 galones por minuto	100 % agua	N	Colocar los envases para eliminarlos por el acanalamiento	SI	Gerente de planta
7	Reservorio de combustible	Retorno de las bombas de inyección	En el piso del área			5 galones por minuto	100% combustible	A	Colocar el depósito y la bomba adecuada para el almacenamiento, succión y posterior traslado	SI	Gerente de planta
8	Reservorio de combustible	Retorno común para los filtros de combustible de la biberona	En el piso del área		Deposito del motor de combustible	Deposito de los filtros de combustible	100% combustible	A	Colocar el depósito y la bomba adecuada para el almacenamiento, succión y posterior traslado	SI	Gerente de planta

OBSERVACIONES:

ANÁLISIS DEL DAÑO	SUMARIO
N	Ninguna es un desperdicio que se puede producir y eliminar fácilmente, y si entra en contacto con el medio ambiente sus consecuencias son mínimas
B	Riesgo es un desperdicio que se puede eliminar fácilmente y el contacto con el medio ambiente puede ser perjudicial a largo plazo
NO	Modesto es un desperdicio que se puede eliminar fácilmente pero su eliminación es difícil y si entra en contacto con el medio ambiente puede producir daños a largo plazo
A	Alto es un desperdicio que es difícil de eliminar y se produce en altas cantidades, y si entra en contacto con el medio ambiente puede producir un daño a corto plazo
NI	Irrelevante es un desperdicio difícil de eliminar y eliminarlo no impacta la cantidad de este, si entra en contacto con el medio ambiente puede producir daños serios e irreversibles

El transcurso de la inspección se observó que el turbo cargador del motor 3 vibraba de una manera mayor respecto de los demás. Las revoluciones de

estos turbo cargadores oscilan entre 14,000 rpm y 15,000 rpm, si llegara a desintegrarse un turbo cargador, las consecuencias serían desastrosas para el personal que se encuentra cerca de él.

2. **Actos inseguros.** A continuación se describen ciertos aspectos de acuerdo a la actividad realizada:

a) Cambio de culata en el cilindro B6 del motor 1. Los actos inseguros que se observaron en esta actividad fueron 3, los primeros 2 fueron por que el mecánico se quitó el equipo de protección personal, guantes y casco, para realizar las tareas. La incomodidad que provoca el equipo de protección personal es la causa principal. La numero 3 describe que se abrieron válvulas y se encendieron bombas sin que hubiera alguien observando que no haya fugas en el lugar donde se trabajó. Si se realiza de la manera anterior y hay alguna fuga puede provocar algún accidente o provocar algún desecho por la fuga. Hay que tener en cuenta que la fuga puede ser principalmente de combustible o aceite lubricante, la causa de este acto fue el apresuramiento para arrancar el motor.

b) Cambio de bomba de inyección en el cilindro A3 del motor 3. Los actos inseguros que se observaron fueron 3. El primero fue por quitarse el casco cuando se estaba desatornillando las tuberías y acoples al motor de la bomba, la causa fue por incomodidad del equipo para realizar la tarea, el segundo es que cuando se estaba desacoplando la tubería de combustible no se tenía un extinguidor cerca para apagar cualquier incendio que se pudiera producir por alguna chispa. El tercer es que cuando se le colocó la eslinga a la bomba para engancharla a la grúa no se inspeccionó y ésta estaba defectuosa en un costado, y pudo romperse.

c) Arranque del motor 4. Los actos inseguros observados en esta actividad fueron 2. El primero fue que el operador se quitó los guantes para abrir las

válvulas de venteo de los cilindros del motor, la incomodidad del equipo es la causa principal. La segunda es que después del arranque no se verificó el funcionamiento de los equipos y del motor, sólo se retiró cuando éste ya había arrancado.

3. **Riesgo de enfermedades ocupacionales.** Los factores de riesgo que se encontraron fueron 3 los cuales se describe a continuación:
 - a) Ruido. Este es un factor que se detectó con una intensidad muy alta 160 db en promedio dentro del área. La fuente de este ruido son básicamente los motores. Aproximadamente 15 personas están expuestas a esta intensidad y el tiempo de exposición es aproximadamente es de 4 veces en el turno entre 1 a 2 horas cada vez. La gente de mantenimiento es la que tiene mayor exposición ya que los trabajos que se realizan son tardados. Las mediciones se hicieron con un decibelímetro que se muestra en la figura 37 (Pág. 184).
 - b) Vibraciones. Las encontradas el área de motores son mínimas con lecturas máximas o picos de 2.1 mts/s^2 de aceleración, que según la tabla XIX (Pág. 129) es un poco mayor a la exposición para 8 horas diarias sin descanso, y la exposición diaria es la misma que la del ruido. Para la medición de la vibración se utilizó un medidor de vibraciones que se muestra en la figura 38 (Pág. 185).

Figura 37. Decibelímetro utilizado para la medición del ruido



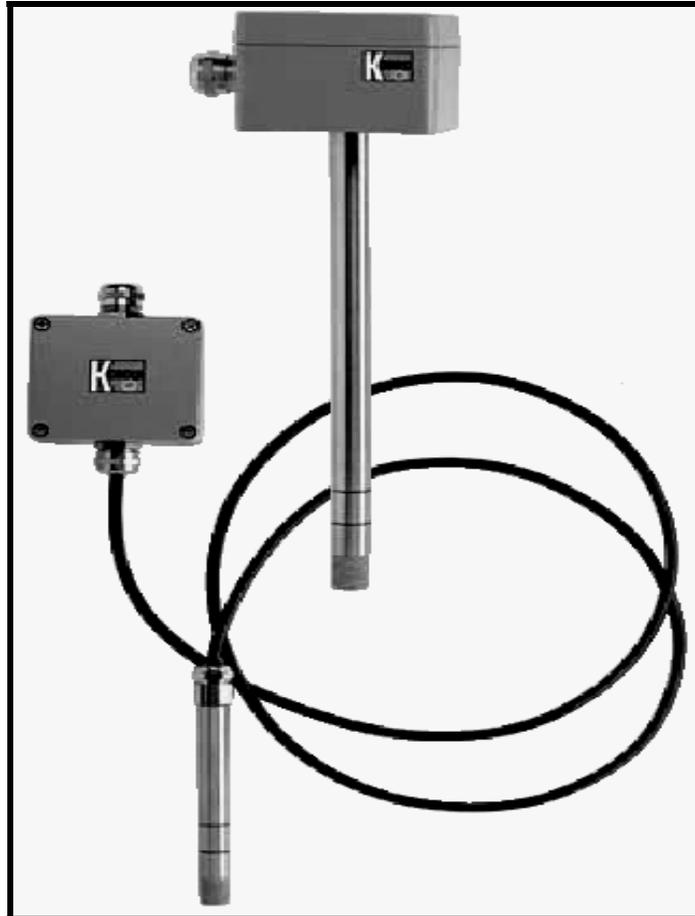
c) Alta temperatura. Este factor afecta mayormente en horas donde la temperatura ambiente aumenta, esto es entre las 10:00 y las 15:00 horas. El clima que impera en la zona donde se encuentra la planta es un factor que juega un papel importante, ya que las temperaturas llegan a ser de 40 °C, todo el cuarto de motores se encuentra sellado para que no se escape el ruido al ambiente. En la parte de enfrente y posterior se encuentran unos ventiladores para cada motor y generador, estos meten aire para enfriar y ventilar el área, pero cuando son a las horas pico del calor el aire entra con la temperatura descrita anteriormente. A esto se le suma el calor que irradian los motores, generadores y turbocargadores en su funcionamiento. La temperatura que se llega a tener en el cuarto de motores es de 45 °C y 72 % de humedad relativa con una temperatura ambiente de 37 °C y de 50 °C con 78 % de humedad relativa, con una temperatura ambiente de 40 °C.

La medición se hizo con un sensor de temperatura y humedad relativa ambiente que se muestra en la figura 39 (Pág. 186).

Figura 38. Medidor de vibraciones utilizado



Figura 39. Sensor de temperatura y humedad relativa ambiente utilizado



4. **Riesgos de contaminación al medio ambiente.** A continuación se describe el origen de los desechos que se encontraron en las inspecciones:
- a) Por fuga. Se encontraron que en las bombas de inyección de los motores se mantienen fugas de combustible y éstas van dar a un canal que tienen los motores y conducen al depósito que tienen los equipos de tratamiento de aceite lubricante. Además se encontró residuos de combustible y aceite lubricante esparcidos por el suelo en la parte de atrás del motor o lado libre por fugas en acoples o flanges y en válvulas, también de la misma manera agua de enfriamiento con residuos químicos de su tratamiento.

- b) Por derrame. Cada motor tiene un depósito para que el exceso de bunker que no se usa en la combustión retorne y se bombee hacia el tanque diario. También hay un depósito común donde va a parar el combustible que no puede ser filtrado en las booster, el cual retorna al tanque buffer para ser tratado nuevamente con el equipo de tratamiento de combustible. Estos depósitos cuentan con un sistema por nivel, cuando el depósito se está llenando, actúa un flote que manda la señal para el arranque de la bomba de succión y así vaciar el depósito. Estos flotes tienden a fallar y cuando esto sucede el combustible se derrama por el área y hay que proceder a limpiar.

- c) Desecho normal. El equipo de tratamiento de aceite lubricante desaloja desechos. Producto de la limpieza del aceite, éste cae a un depósito que tiene en la parte de abajo del equipo, también cuenta con un sistema por nivel, sólo que en éste la bomba no es automática por lo que hay que encenderla manualmente, para esto tiene una alarma de alto nivel. El equipo de tratamiento de agua cruda u osmosis inversa desaloja el agua que no cumple con los requerimientos. Cada planta de tratamiento tiene 3 fases de filtrado y en cada fase se desaloja agua, esta se va directamente al drenaje.

4.3.7 Recomendaciones para el control de riesgos

En los formatos de análisis se encuentra una columna donde se debe escribir la acción a tomar de acuerdo al riesgo encontrado. A continuación se amplia y se justifican las acciones propuestas:

1. Condiciones inseguras.

- a) Los extinguidores que se deben de colocar en el área, deben ser para el uso específico en ella. Hay que considerar el tipo de fuego que puede surgir, por

ejemplo, en los paneles eléctricos se debe de usar un extinguidor que contenga dióxidos de carbono (CO₂) o polvo de químico seco. Este último es eficiente, pero puede dañar más el equipo eléctrico. También se puede colocar un extinguidor que contenga inergen que es especialmente diseñado para equipos eléctricos, pero es algo costoso. También hay que tomar en cuenta el lugar donde se va a colocar, debe estar a la mano, a una distancia mínima de 1.5 metros desde el suelo, dentro de un cajón color rojo y además señalizado con un cartel rojo y letras blancas.

- b) Para la protección de los equipos peligrosos se deben colocar barreras con puertas corredizas. El material de las barreras debe ser lo suficientemente fuerte para soportar un proyectil, por lo menos para los equipos que tienen movimiento como las separadoras de aceite lubricante y los compresores de aire de arranque, para las booster debe ser un material no combustible.
- c) La señalización de los equipos peligrosos de debe realizar de tal forma que su identificación sea fácil y donde se pueda establecer el tipo de riesgo al que se esta expuesto.
- d) Los equipos peligrosos que su anclaje o montaje es fácil de remover, se les debería buscar un lugar donde la exposición a ellos sea menor, por ejemplo los compresores de aire de arranque.

2. **Actos inseguros.**

En las tres actividades que se describieron, se deben de tomar las precauciones necesarias, en las tareas de mantenimiento principalmente. A continuación se describen las recomendaciones que se deben tomar en cuenta para realizar cualquier actividad dentro del cuarto de motores para minimizar el riesgo:

- a) Para las actividades de mantenimiento se debe elaborar un permiso de trabajo seguro, donde se adjunten las necesidades de bloqueo de líneas, el ingreso a espacios confinados, trabajos en caliente. Estos permisos se deben basar en la información recabada en los formatos de análisis de actos inseguros, por ejemplo para el cambio de bomba de inyección y culata se necesita un permiso de trabajo seguro y un permiso de bloqueo y señalización, en las figuras 40 (Pág. 190), 41 (Pág. 191), 42 (Pág. 192) y 43 (Pág. 193), se muestran estos permisos correctamente llenados para cada actividad que se analizó.

- b) Para las actividades de operación, se debe tener en cuenta un listado de los equipos y válvulas que se deben de chequear antes de realizar una operación, además de incluir el equipo de protección personal o de extinción de incendio necesario para ello. Igualmente se debe basar de acuerdo a la información del análisis de actos inseguros.

- c) Cualquier permiso que se emita sólo debe tener de validez en el turno donde se va a realizar la tarea. Si la tarea no se completa y se debe de seguir en otro turno o en otro día se debe sacar otro al momento de querer reiniciar la tarea.

- d) Los permisos de trabajo seguro se deben de encontrar en el lugar donde se está realizando la tarea, para eso se debe colocar un porta papeles donde se coloquen los permisos.

- e) Las actividades de mantenimiento deben de ser estrechamente coordinadas por parte del departamento de operación, el trabajo en conjunto puede evitar cualquier accidente.

Figura 40. Permiso de trabajo seguro para el cambio de bomba de inyección

PERMISO DE TRABAJO SEGURO			
EMPRESA:	<u>GENERADORA</u>	EQUIPO EN QUE SE A TRABAJAR:	<u>MOTOR 1</u>
DEPARTAMENTO:	<u>MANTENIMIENTO</u>	TAREA A REALIZAR:	<u>CAMBIO DE BOMBA DE INYECC. MD-3, CILINDRO A3</u>
No. DE REGISTRO:	<u>00001</u>	PERMISO No.:	<u>00001</u>
RIESGOS DE SEGURIDAD			
<input checked="" type="checkbox"/>	Fuego o explosión	<input checked="" type="checkbox"/>	Exposición al ruido
	Exposición a químicos	<input checked="" type="checkbox"/>	Levantamiento de objetos pesados
	Polvo		Peldaños o plataformas angostas
<input checked="" type="checkbox"/>	Superficies calientes		Potencial de caídas
<input checked="" type="checkbox"/>	Ambientes calientes	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajadores sobre o bajo el área
<input checked="" type="checkbox"/>	Maquinaria trabajando		Shock eléctrico
	Energía almacenada		Aqua caliente o vapor
<input checked="" type="checkbox"/>	Productos inflamables		Líquidos corrosivos
	Fluidos en línea		Exposición a altas dosis de vibraciones
	Exposición a radioactividad		Otros:
Observaciones:			
PERMISOS Y MEDIDAS DE SEGURIDAD REQUERIDAS			
	Bloqueo y señalización	<input checked="" type="checkbox"/>	Otros:
	Permiso para trabajo en caliente		
	Permiso para trabajos en espacios confinados		
	Barricadas		
	Ventilación o purgas		
	Chequeo de atmósferas de trabajo		
	Desconexión de electricidad		
Instrucciones especiales:			
EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL Y DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS			
<input checked="" type="checkbox"/>	Lentes de protección	<input checked="" type="checkbox"/>	Calzado de seguridad
<input checked="" type="checkbox"/>	Protección auditiva		Suministro de aire
<input checked="" type="checkbox"/>	Gautes de seguridad		Equipo de auto contenido
	Escudo facial		Respiradores para químicos
	Signos de prevención		Respiradores para polvo
	Arneses y cinturones		Equipo de auto contenido
<input checked="" type="checkbox"/>	Manga larga		Equipo de comunicación
	Conexiones a tierra	<input checked="" type="checkbox"/>	Extintor de fuego
<input checked="" type="checkbox"/>	Casco		Mascarilla para polvo
<input checked="" type="checkbox"/>	Overol		Otro:
Instrucciones especiales:			
REVISIÓN Y EMISIÓN DEL PERMISO			
FECHA:	RESPONSABLE DEL TRABAJO:	<u>SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO</u>	
<u>13/10/2003</u>			
HORA:	RESPONSABLE DE OPERACIONES:	<u>SUPERVISOR DE OPERACIONES</u>	
<u>10:30</u>			
LIBERACIÓN DEL PERMISO			
REVISAR:			
<input checked="" type="checkbox"/>	Todas las tarjetas y candados hayan sido retirados		
	Electricidad reconectada		
<input checked="" type="checkbox"/>	Área limpia y restaurada		
<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajo completo		
FECHA:	RESPONSABLE DEL TRABAJO:	<u>SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO</u>	
<u>13/10/2003</u>			
HORA:	RESPONSABLE DE OPERACIONES:	<u>SUPERVISOR DE OPERACIONES</u>	
<u>12:00</u>			

Figura 42. Permiso de trabajo seguro para el cambio de culata

PERMISO DE TRABAJO SEGURO			
EMPRESA:	<u>GENERADORA</u>	EQUIPO EN QUE SE A TRABAJAR:	<u>MOTOR 1</u>
DEPARTAMENTO:	<u>MANTENIMIENTO</u>	TAREA A REALIZAR:	<u>CAMBIO DE CULATA CILINDRO B6</u>
No. DE REGISTRO:	<u>00001</u>	PERMISO No.:	<u>00001</u>
RIESGOS DE SEGURIDAD			
<input checked="" type="checkbox"/>	Fuego o explosión	<input checked="" type="checkbox"/>	Exposición al ruido
	Exposición a químicos	<input checked="" type="checkbox"/>	Levantamiento de objetos pesados
	Polvo		Peldaños o plataformas angostas
<input checked="" type="checkbox"/>	Superficies calientes		Potencial de caídas
<input checked="" type="checkbox"/>	Ambientes calientes	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajadores sobre o bajo el área
<input checked="" type="checkbox"/>	Maquinaria trabajando		Shock eléctrico
	Energía almacenada	<input checked="" type="checkbox"/>	Agua caliente o vapor
<input checked="" type="checkbox"/>	Productos inflamables		Líquidos corrosivos
	Fluidos en línea		Exposición a altas dosis de vibraciones
	Exposición a radioactividad		Otros:
Observaciones:			
PERMISOS Y MEDIDAS DE SEGURIDAD REQUERIDAS			
	Bloqueo y señalización	<input checked="" type="checkbox"/>	Otros:
	Permiso para trabajo en caliente		
	Permiso para trabajos en espacios confinados		
	Barricadas		
	Ventilación o purgas		
	Chequeo de atmósferas de trabajo		
	Desconexión de electricidad		
Instrucciones especiales:			
EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL Y DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS			
<input checked="" type="checkbox"/>	Lentes de protección	<input checked="" type="checkbox"/>	Calzado de seguridad
<input checked="" type="checkbox"/>	Protección auditiva		Suministro de aire
<input checked="" type="checkbox"/>	Guantes de seguridad		Equipo de auto contenido
	Escudo facial		Respiradores para químicos
	Signos de prevención		Respiradores para polvo
	Arneses y cinturones		Equipo de auto contenido
<input checked="" type="checkbox"/>	Manga larga		Equipo de comunicación
	Conexiones a tierra	<input checked="" type="checkbox"/>	Extintidor de fuego
<input checked="" type="checkbox"/>	Casco		Mascarilla para polvo
<input checked="" type="checkbox"/>	Overol		Otro:
Instrucciones especiales:			
REVISIÓN Y EMISIÓN DEL PERMISO			
FECHA: 10/10/2003	RESPONSABLE DEL TRABAJO:	<u>SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO</u>	
HORA: 09:30	RESPONSABLE DE OPERACIONES:	<u>SUPERVISOR DE OPERACIONES</u>	
LIBERACIÓN DEL PERMISO			
REVISAR:			
<input checked="" type="checkbox"/>	Todas las tarjetas y candados hayan sido retirados		
	Electricidad reconectada		
<input checked="" type="checkbox"/>	Área limpia y restaurada		
<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajo completo		
FECHA: 10/10/2003	RESPONSABLE DEL TRABAJO:	<u>SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO</u>	
HORA: 11:00	RESPONSABLE DE OPERACIONES:	<u>SUPERVISOR DE OPERACIONES</u>	

3. Enfermedades ocupacionales.

Los agentes perjudiciales dentro del cuarto de motores se deben minimizar o eliminar completamente. Las recomendaciones que se dan a continuación son en base a las posibilidades de la planta.

- a) Ruido. Es evidente que la intensidad y exposición encontrada al ruido es demasiado grande. Son 160 db aproximadamente lo que emite la turbina de un avión, es imprescindible el uso de tapones, y mejor aun el uso de orejeras al mismo tiempo. El uso de este equipo de protección personal minimiza la intensidad del ruido que recibe el sentido auditivo. Los protectores reducen entre 50 y 60 decibelios de intensidad, esto nos da entre 110 y 100 decibelios de intensidad, lo que según la tabla XVIII (Pág. 128) la exposición a esta intensidad no debería de ser mas de ½ hora continua para valores de 110 db y de 2 horas para valores de 100 db.

Para el primer dato es menor a la cantidad promedio de tiempo de exposición que se encontró que es de 2 horas continua 4 veces al dia. Para reducir esto en la realización de cualquier tarea dentro del cuarto de motores se debería contemplar la división del trabajo entre más personas, según sea la intensidad del ruido.

Si el trabajo que se va a realizar se considera que es muy tardado, hay que realizar la medición de la intensidad de ruido y coordinar el trabajo entre más personas. Para minimizar la intensidad del ruido sobre las personas que transitan por el cuarto de motores se deben colocar paneles absorbentes de ruido en los corredores del área, siempre se debe de usar los tapones y/o orejeras.

- b) Vibración. Los niveles de vibración encontradas no son altas pero se tienen que estar controlando para que no se vuelvan perjudiciales. El contacto

físico con las partes que vibran no es mucho, la vibración se siente más cuando uno transita cerca de los motores y se transmite por todo el cuerpo. Es una vibración del tipo horizontal, que puede hacer que se aflojen las tornillerías del motor y equipos cercanos.

- c) Alta temperatura. La temperatura mayor que se midió fue de 50°C con 78% de humedad relativa. Para poder minimizar esto se debería de colocar extractores de aire, ya que este no tiene por donde salir fácilmente, por lo tanto el área guarda demasiado el calor internamente. El uso de ropa adecuada dentro del cuarto es parte importante, los overoles deben estar fabricados de tela no caliente y el uso de manga larga para superficies calientes se debe de restringir de acuerdo al tiempo de exposición y a la intensidad del calor.

Para realizar cualquier tarea a esta temperatura se debe estar hidratando constantemente, preferiblemente con suero. Al presentar cualquier síntoma de deshidratación hay que parar el trabajo y reportarlo. El desmayo por shock térmico es muy común, por esto cualquier trabajo no se debe de realizar solo, se debe de estar acompañado.

4. Riesgos de contaminación al medio ambiente.

A continuación se describen las recomendaciones necesarias para el control de los puntos encontrados con riesgo de contaminación:

- a) Fugas. Las fugas se deben corregir, se deben cambiar válvulas, empaques, bombas, acoples, mangueras y tuberías. El mantenimiento de estos equipos debe de ser tipo preventivo y predictivo (ver anexo).
- b) Derrames. Los depósitos de retorno de combustible deben de evaluarse si su dimensión es la correcta y darle mantenimiento a sus sistema de succión.

Además se debe colocar un desnivel en el área donde se encuentran ubicados para poder encarrilar cualquier derrame hacia un sitio donde sea fácil y seguro recoger el líquido. Se deben colocar kits de contención de derrames cerca de estos puntos, señalizándolos de manera correcta para poder identificar el lugar donde deben estar.

- c) Desechos normales. Los desechos que se producen normalmente, por ejemplo los desechos por limpieza de aceite lubricante y de limpieza general se deben de trasladar a un sitio seguro de almacenaje. La señalización de estos desechos es importante. Para los equipos de tratamiento de combustible se le debe de dar mantenimiento a las bombas de succión, para eliminar estos desechos se pueden vender a otras plantas que usan desechos oleosos para quemar en sus calderas, por ejemplo: cementeras, ingenios azucareros y otras generadoras eléctricas.

4.4 Diagrama de gantt para la implementación en las otras áreas

Ver figura 44 (Pág. 197).

4.5 Beneficios económicos de la implementación

A continuación se describen las ventajas económicas que implica la implementación del diseño, como las penalizaciones y demandas en que se puede incurrir si no se corrigen los riesgos, además de los costos que surgen por cualquier accidente que ocurra dentro de la planta.

4.5.1 Penalizaciones

Las penalizaciones que se consideran son multas impuestas por la Inspección de Trabajo, por el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social y la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

Las multas pueden variar respecto al grado y a la magnitud del problema que puede suscitarse. Es común que estas instituciones lleguen a la planta a hacer inspecciones para evaluar el nivel de seguridad, higiene y medio ambiente, por esto es importante tener un buen sistema administrativo que vele por el cumplimiento de las normas internas de la planta. Al lograr esto, la planta no tendrá nunca que ver con alguna multa que no sólo tiene un costo monetario si no que deja mal visto el nombre de la empresa.

4.5.2 Demandas

Las demandas pueden surgir interna o externamente. Internamente es cuando un empleado puede demandar a la empresa por un accidente o enfermedad ocupacional que él tenga dentro de ella o fuera cuando realiza labores para la empresa. Las razones pueden ser varias, por ejemplo: falta de equipo de protección personal, falta de mantenimiento de la maquinaria o herramienta, etc. Externamente, por personas que afecten por factores, por ejemplo: ruido, vibraciones, contaminación del medio ambiente, etc. Las demandas pueden ocasionar conflictos laborales y con la comunidad.

Es importante que la empresa cuide que no suceda estos tipos de problemas ya que en algunas circunstancias pueden provocar el cierre de operaciones de la planta. Las demandas al igual que las penalizaciones desprestigian el nombre de la planta, ya que en la mayoría de casos los demandantes no sólo acuden a las autoridades de ley si no que también a los medios de comunicación.

4.5.3 Costos de los accidentes

Se describen a continuación los tipos de costos que se originan en la ocurrencia de cualquier accidente. Estos costos son los más comunes y que pueden ocasionar en algunas oportunidades el cierre de las instalaciones de la empresa por regulaciones legales.

4.5.3.1 Directos

Estos costos son llamados también subjetivos, ya que tienen que ver por ejemplo, con el dolor de la víctima y el sufrimiento de la familia de ella. Estos costos son obviamente un poco difíciles de cuantificar, en ocasiones las empresas dan una cantidad simbólica a la víctima o a la familia de ella.

4.5.3.2 Indirectos

Los costos indirectos son encubiertos o de recursos, como los daños a la propiedad, la destrucción de máquinas o pérdida de la generación entre otras cosas. Estos se describen a continuación:

1. Costos del tiempo perdido por el trabajador lesionado.
2. Costos del tiempo perdido por otros trabajadores que interrumpen sus tareas por, curiosidad, compasión, ayudar o por otras razones.

3. Costos del tiempo perdido por supervisores para presentar asistencia al trabajador, investigar las causas del accidente, disponer tiempo para que otro trabajador realice las labores del otro trabajador lesionado.
4. Costos del tiempo al preparar el informe del accidente.
5. Costo del tiempo de la persona que presto los primeros auxilios.
6. Costo de los daños ocasionados por máquinas, herramientas u otros bienes.
7. Costos por la imposibilidad de cumplir con los clientes.
8. Costos de debilitamiento que causa el personal moralmente al ver el accidente.
9. Costos de horas extras por la falta del accidentado.
10. Costos correspondientes al periodo de aprendizaje del reemplazante del accidentado.
11. Costos médicos no asegurados absorbidos por la empresa.
12. Costo administrativo de las personas que investigan las formas de aplicación correspondiente a las compensaciones por el accidente.

4.6 Factores de costo en la implementación

Se enlistarán los materiales para la implementación, y por requerimientos de la empresa no se darán a conocer las cantidades en moneda.

4.6.1 Materiales

Los materiales que se usarán para la implementación serán los siguientes:

1. Pintura anticorrosiva, para señalización.
2. Carteles son información escrita y en simbología.
3. Tarjetas de señalización.

4. Candados de bloqueo.
5. Tablas shannon.
6. Materiales de oficina.
7. Material bibliográfico para respaldo.
8. Software de computadora.

4.6.2 Equipos

Los equipos necesarios para la implementación del sistema y su funcionamiento son los siguientes:

1. Equipo de oficina.
2. Equipo de medición de atmósferas.
3. Equipo de medición de ruido.
4. Equipo de medición de vibraciones.
5. Equipo de medición de humedad y temperatura.
6. Equipo de proyección para presentaciones y capacitaciones.
7. Equipo para cálculo, portátil.
8. Equipo para la protección de los equipos peligrosos.
9. Equipo para contención de derrames.
10. Equipo de protección personal necesario.
11. Equipo de radiocomunicación.
12. Equipo fotográfico

4.6.3 Recurso humano

El recurso humano, como se determino en el capítulo 3, en la descripción de puestos, es necesario contratar a las siguientes personas:

1. Gerente de salud, seguridad y medio ambiente.
2. Supervisor de salud y seguidas.

3. Supervisor del medio ambiente.

Los sueldos de éstos tendrán que ser de acuerdo a su experiencia, capacidad y disponibilidad de horario.

4.6.4 Otros costos

Otros costos que se puede mencionar para la implementación y funcionamiento del sistema son los siguientes:

1. Un lugar físico para establecer el departamento de salud, seguridad y medio ambiente.
2. Capacitación. Para ello hay que tener en cuenta los siguientes factores de costo:
 - a) Un lugar físico donde recibir las capacitaciones.
 - b) Material didáctico para el aprendizaje.
 - c) Horas extras de los empleados usadas para recibir las capacitaciones.

5. EVALUACIÓN Y MEJORA DEL DISEÑO

Todo sistema debe tener una metodología de evaluación para poder medir los resultados. Además es importante tener un control de los accidentes que pueden ocurrir dentro de la planta, también utilizando índices de control y graficándolos para su mejor comprensión. A continuación se presenta esta metodología y además se describen ciertos factores que influyen en la mejora continua en el diseño.

5.1 Auditoria de riesgos

Para las auditorias de riesgos se usará el método siguiente:

1. Método Kaizen. Este consiste en evaluar en forma general las áreas de la planta de acuerdo a ciertos aspectos, emitiendo un dictamen de acuerdo al resultado obtenido, se toma como referencia para el criterio de calificación la primera auditoría que se realice. Este método es eficiente ya que crea una cultura dentro de la planta y su enfoque no sólo es de decir donde está lo malo y buscar culpables sino que ayuda a la mejora continua de la planta promoviendo las buenas prácticas, el cumplimiento de las normas y la educación de los empleados. Las publicaciones de los resultados en carteles es de gran ayuda para el aumento de la eficiencia del método, ya que se pone en evidencia los puntos donde se necesita mejorar. En la figura 45 (Pág. 206) se muestra el formato de registro, este contiene lo siguiente:
 - b) Encabezado. Se escriben todos los datos necesarios, como el nombre de quien realiza la auditoría, la hora en que inició y en la que finalizó, además del área que se va evaluar.

- c) Categoría. En esta columna se describe la categoría que se está evaluando según el método Kaizen: organización, orden, limpieza, pulcritud y disciplina.
- d) Descripción. En la descripción se realizan las preguntas que a que se refiere cada categoría.
- e) Rango de evaluación. Está compuesta de 3 subcolumnas donde con una marca se calificará a cada pregunta, con A que vale 4, B que vale 2 y C que vale 0.
- f) Total. Aquí se coloca la suma todos los puntos.
- g) Observaciones. Se pueden colocar los comentarios que el auditor desee, o si se va anexar fotos, colocar a qué número de foto se puede referir.
- h) Criterio de evaluación. Se coloca el criterio de evaluación para tenerlo presente al momento de realizar la actividad.

5.2 Control estadístico de accidentes

El control estadístico es importante para el control, evaluación y mejora continua del diseño, ya que da un parámetro para poder medir los resultados del diseño. A continuación se presenta la metodología para el control.

5.2.1 Formato de registro

El formato que se utilizará para el registro y reporte de cualquier accidente con o sin lesión se muestra en la figura 46 (Pág. 207). Este formato indica de una forma clara y concreta el origen y las consecuencias del accidente.

Figura 45. Formato para las auditorías según el método Kaizen

AUDITORÍA DE RIESGOS						
NOMBRE: _____			FECHA: _____			
HORA INICIO: _____			ÁREA: _____			
HORA FINAL: _____						
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	RANGO DE EVALUACIÓN			TOTAL	OBSERVACIONES
		A	B	C		
ORGANIZACIÓN	¿Esta todo uniformemente publicado en carteleras?					
	¿Se han apartado todas las herramientas y artículos innecesarios?					
	¿Se encuentran tarjetas o candados de bloqueo si identificación?					
	¿Se han identificado todas las fugas?					
	¿Están los pasillos y áreas de trabajo bien identificados?					
	¿Están los equipos peligrosos bien identificados?					
	¿Se encuentran las tuberías bien identificadas?					
	¿Se encuentran las salidas de emergencia bien identificadas?					
	¿Se encuentra el lugar de los extinguidores bien identificados?					
	¿Se encuentran los extinguidores llenos y al día con su inspección?					
	¿Se encuentran las escaleras aseguradas y bien identificadas?					
	¿Se encuentran los equipos eléctricos bien protegidos y señalizados?					
	¿Se encuentran los hidrantes en buenas condiciones y las mangueras en su lugar?					
¿Se encuentran los materiales químicos bien identificados?						
ORDEN	¿Se encuentra todo en su lugar?					
	¿Se ha guardado todo después de que se utiliza?					
	¿Están las áreas de trabajo ordenadas?					
	¿Esta todo sujeto y asegurado?					
	¿Están ordenados los anaqueles, mesas, mezanines y lugares de almacenamiento de herramientas?					
	¿Se encuentran los materiales químicos almacenados correctamente?					
	¿Se encuentran los equipos de carga de materiales en el lugar que les corresponde?					
LIMPIEZA	¿Están ordenados los implementos de limpieza?					
	¿Se encuentran la maquinaria y equipo limpios, libre de aceite, combustible y polvo?					
	¿Se encuentra el piso y las bandejas de los equipos limpios?					
	¿Se encuentran limpias las tuberías de los equipos?					
	¿Se encuentran limpios los servicios sanitarios?					
	¿Se encuentran limpias las paredes del área?					
	¿Se encuentran limpias y en buen estado las regaderas y lavajos?					
	¿Se encuentran los paneles eléctricos limpios y en buen estado?					
PULCRITUD	¿Se encuentran los desagües libres de cualquier desperdicio toxico?					
	¿Se encuentran materiales tirados en el piso, trapos, palos, escobas, etc.?					
	¿Se ha estado limpiando la maquinaria y equipos?					
	¿Se estado limpiando el piso y paredes del área?					
	¿Se han asignado las responsabilidades de limpieza?					
	¿Se encuentran los lugares de deposito de desperdicios vacios?					
	¿Se ha estado desalojando los desperdicios oleosos continuamente?					
DISCIPLINA	¿Están todo los empleados vestidos de acuerdo a las normas?					
	¿Todos los empleado usan el equipo de protección personal requerido?					
	¿Todos los empleado tienen su gafete de identificación?					
	¿Se respetan las áreas de no fumar?					
	¿Todos los enseres personales de los empleados se encuentran en su lugar?					
	¿Se evita comer y beber en el lugar de trabajo?					
	¿Se evita comer y beber en el lugar de trabajo?					
	¿Se evitan las conversaciones privadas en horas de trabajo?					
	¿Todos los empleados estacionan su vehículo de acuerdo a las normas?					
	¿Todos el personal subcontratado cumple con las normas de la planta?					
TOTALES						

CRITERIO DE EVALUACIÓN	LETRA	SIGNIFICADO	PUNTUACIÓN
	A	EXCELENTE	4
	B	1 o 2 PROBLEMAS	2
	C	3 o MAS PROBLEMAS	0

En los dos casos posibles de un accidente donde se puede generar o no una lesión, es importante realizar la investigación pertinente para que no vuelva a pasar. El formato consta de las siguientes partes:

1. Datos del o los lesionados e involucrados en el accidentes. Aquí se debe listar todas las personas que están involucradas en el accidente, se debe colocar toda la información necesaria si hubo una lesión.
2. El tiempo que se perdió por el accidente. Este debe ser el tiempo estimado de paro de la planta o cualquier equipo.
3. Hora y momento en que ocurrió la lesión. Se debe colocar la hora estimada en que ocurrió el evento y si ocurrió dentro de las horas de trabajo, durante la hora de comida, etc.
4. Nombre y dirección del hospital donde se llevo al lesionado.
5. Nombre y dirección del médico que lo atendió en el hospital.
6. Colocar el grado de seriedad de la lesión, alta, mediana o baja.
7. La ubicación específica dentro de la planta donde ocurrió el accidente.
8. Colocar la maquinaria o equipo involucrado en el accidente y el grado de daño que sufrió: Ninguno, Parcial o Totalmente destruida.
9. Listar los testigos que presenciaron el accidente.
10. Describir cómo ocurrió el accidente. Aquí se debe utilizar una hoja adicional y anexarlo al reporte.
11. Describir los eventos que antecedieron el accidente, también la secuencia. Aquí se debe utilizar una hoja adicional y anexarlo al reporte.
12. Factores que influyeron en el accidente. Son factores y condiciones que contribuyeron al accidente. Aquí se debe utilizar una hoja adicional y anexarlo al reporte.

13. Acciones correctivas a tomar. Se debe listar las acciones para prevenir la recurrencia del accidente. Aquí se debe utilizar una hoja adicional y anexarlo al reporte.
14. En la ultima parte se debe escribir quién preparó el reporte y quién lo revisó y la fecha de preparación como la de revisión.

5.2.2 Índices

1. **Índice de frecuencia.** Es el número de lesiones incapacitantes por cada millón de hora-hombre laboradas. Se define con la siguiente formula:

$$\text{Frecuencia} = (\text{No de lesiones incapacitantes}) * 1,000,000 / (\text{No. de horas-hombre laboradas}),$$
 por ejemplo, los accidentes de los últimos 3 años ocurridos en la planta mostrados en la tabla VI (Pág. 91).

Como no se llevaba un registro formal de estos accidentes no se pudo comprobar si fueron lesiones incapacitantes, pero se tomarán de ejemplo para calcular el índice de frecuencia, teniendo en cuenta los siguientes datos: Número de trabajadores en la planta = 40, Horas trabajadas al mes = 1920, en la tabla XXI se muestran los resultados.

Tabla XXI. Índices de frecuencia de los últimos 3 años en la planta

AÑO	LESIONES	FRECUENCIA
2,001	12	156.25
2,002	14	182.29
2,003	13	169.27

Como vemos en la tabla XXI, los resultados los podemos interpretar de la siguiente forma, por ejemplo, para el año 2001 suceden 156 lesiones incapacitantes por cada millón de horas-hombre trabajadas, dentro de la planta. En el 2002 vemos que se tuvo el índice mayor. Estos índices se podrían tomar con calma tomando en cuenta que un trabajador labora al año

aproximadamente 2,000 horas y que una planta debe tener por lo meno 500 trabajadores a fin de acumular 1 millón de horas-hombre en un periodo de un año. Es importante mencionar que sólo se deben incluir en el índice de frecuencia lesiones incapacitantes y no todos los accidentes.

2. **Índice de incidencia.** También se le llama forma 200 de la OSHA. Ésta se calcula tomando en cuenta las lesiones y las enfermedades ocupacionales reportadas por cada 200,000 horas de exposición, y las horas-hombre trabajadas, en la formula siguiente se muestra su forma de cálculo:

$$\text{Incidencia} = (\text{No. de lesiones} + \text{No. de enfermedades}) \times (200,000) / (\text{No. de horas hombre trabajadas})$$
 Tomando como ejemplo y con los mismos datos del índice de frecuencia en la tabla XXII, se muestran los resultados de los cálculos.

Tabla XXII. Tasa de incidencia de los últimos 3 años en la planta

AÑO	LESIONES Y ENFERMEDADES OCUPACIONALES	INCIDENCIA
2,001	12	31.25
2,002	14	36.46
2,003	13	33.85

Interpretando los resultados de la tabla XXII se puede tener que del año 2002 hubo 36 lesiones y enfermedades ocupacionales por cada 200,000 horas de exposición. A diferencia del índice de frecuencia éste toma en cuenta también las enfermedades ocupacionales.

3. **Indice de severidad.** Es el número de días perdidos por lesiones incapacitantes con pérdida de tiempo por cada millón de horas-hombre. En los días perdidos se deben incluir los días laborales y los días festivos. En los días perdidos no se toman en cuenta el día de la lesión ni el día en que

regresa a trabajar. En este índice se usan cifras de tiempo perdido específicas tomadas de una tabla que se muestra en el anexo figura 54 (Pág 250) establecida por el American National Standards Institute en todos los casos con pérdida de tiempo, como muertes, incapacidades totales permanentes y parciales permanentes.

La fórmula para calcular el índice de severidad es la siguiente: Severidad = (Días totales perdidos)*(1,000,000)/(No. de horas hombre laboradas). Por ejemplo, si en la planta se tuvieran las incapacidades que se muestran en la tabla XXIII (Pág. 211), se tendría un índice de severidad como el mostrado en la misma tabla.

Según el resultado de la severidad, se tendrían 41,471 días perdidos por cada 1,000,000 de horas-hombre de exposición.

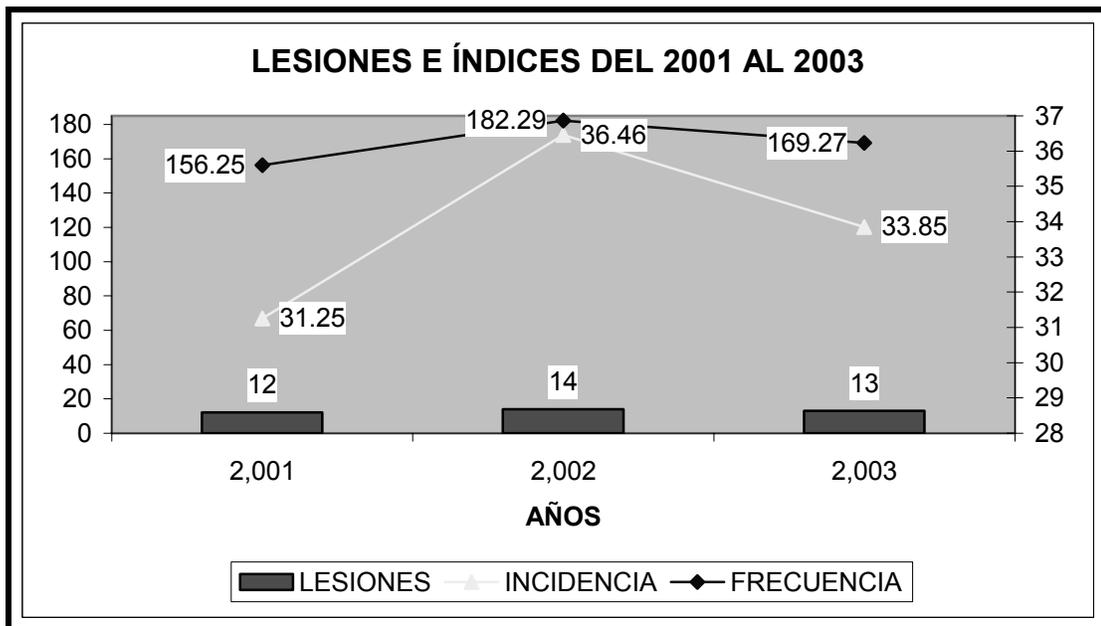
5.2.3 Gráficos

Los gráficos son de suma importancia para tener una mejor interpretación de los resultados. Los puntos más importantes a graficar son los índices anuales, las visitas a la enfermería, el número de accidentes mensuales y anuales. Estos gráficos, principalmente el de los accidentes, es importante publicarlos para que todos los trabajadores de la planta estén enterados de cómo se está trabajando en lo que respecta a la seguridad, por ejemplo, en la figura 47 (Pág. 211), se muestran los datos obtenidos de los índices y los accidentes de los últimos 3 años.

Tabla XXIII. Índice de severidad

INCAPACIDADES	DIAS PERDIDOS
Incapacidades totales temporales:	
Seis lesiones con pérdida de tiempo total de 35 días	35
Incapacidades parciales permanentes:	
Un pulgar amputado en la articulación distal	300
Dedo cordial amputado en la articulación distal	150
Pérdida del metacarpo del pulgar	900
Pérdida de un ojo	1,800
Tiempo perdido total:	3185
Severidad	41,471.35

Figura 47. Gráfico de ejemplo de los accidentes e índices



5.3 Factores que influyen en el mejoramiento continuo

Hay ciertos factores que se deben tener en cuenta para la mejora continua del diseño. Estos factores son en los que se deben enfocar en la investigación a corto, mediano y largo plazo, para así obtener mejores resultados. A continuación se describen estos factores.

5.3.1 Capacitación

La capacitación es un factor importante para que el sistema tenga un mejor funcionamiento. Según los resultados obtenidos se debe puntualizar en los siguientes temas para todo el personal:

1. Equipo de protección personal
2. Equipo de extinción de incendios
3. Bloqueo y señalización
4. Espacios confinados
5. Trabajos en caliente
6. Manejo de grúas y montacargas
7. Manejo de desechos
8. Contención de derrames

Además de estos puntos se deben de realizar reuniones periódicas para incrementar la conciencia y el apoyo a determinados aspectos de seguridad, el objetivo es que cada persona sea responsable de ella misma y de cuidar a su compañero de trabajo. Para el personal administrativo como supervisores y gerentes, se les debe capacitar también en el uso de los formatos de evaluación e identificación de peligros, para que ellos mismos puedan realizar las evaluaciones y auditorías.

5.3.2 Combustibles

La incorporación de nuevos combustibles menos dañinos para el medio ambiente como para el funcionamiento de los motores, es de gran importancia ya que este es el principal factor de contaminación dependiendo el grado de azufre que tenga el combustible así va a ser el grado de contaminación al medio ambiente. Además del daño interno de los motores por corrosión, desgaste e incrustaciones en los sistemas.

El uso de un combustible con un grado alto de azufre y carbono produce altos costos en el mantenimiento a largo plazo y problemas en el medio ambiente. El hecho de que provoque problemas internos dentro de las máquinas y equipos implica mayores trabajos de mantenimiento y por lo tanto mayor probabilidad de riesgos de accidentes. El tratamiento de gases y desechos oleosos para este tipo de combustible es alto, algunas compañías prefieren invertir grandes cantidades de dinero en este tipo de sistemas de tratamiento, ya que estos combustibles son mucho más baratos que los de bajo contenido en azufre y carbono. A largo plazo se puede recuperar la inversión fácilmente, pero no todas las compañías tienen el mismo pensamiento.

5.3.3 Lubricantes

Los lubricantes como los combustibles son de gran importancia para el funcionamiento de los motores y equipos. Mientras mejor sea el lubricante menos desgaste y calentamiento hay en las piezas. La elección del lubricante adecuado dependerá del tipo de combustible a usar.

Si el combustible tiene un alto contenido de azufre el lubricante debe de tener un número total base lo suficientemente bajo para asimilar esa cantidad de azufre, ya que este deteriora el aceite subiéndole su número total básico. Es recomendable realizar un muestreo periódico del aceite en los motores y

equipos para comprobar el número total básico de cada uno de ellos, en el caso de los motores el número total básico no deberá ser mayor de 40.

El uso de un aceite no adecuado puede resultar en riesgos muy altos por problemas que pueden darse en la maquinaria o equipos, además de incrementar las horas de mantenimiento.

5.3.4 Diseño de los motores

Los motores tienen un diseño estándar, donde el constructor deja abierta la posibilidad de realizar cualquier modificación para beneficio del cliente. Esto es importante ya que da la oportunidad de eliminar fuentes de ruido y vibración, además de reducir las emanaciones de gases de escape, así tener maquinarias y equipos mas seguros de operar, toda modificación requiere una inversión, pero pensando en términos de seguridad y medio ambiente vale la pena realizarlas ya que de no hacerlas en un futuro pueden provocar costos mayores.

Es importante mantener una estrecha relación con el proveedor de las máquinas y equipos para que brinden las asesorías y capacitaciones correctas y que sean de beneficio para la empresa. Cuando se compra maquinaria y equipo se debe pensar en la seguridad y en el medio ambiente, y no dejarse llevar solamente en el costo mas bajo del diseño, ya que este debe de ser funcional, seguro para su operación y para el medio ambiente, así como también de un costo razonable a lo que se requiere.

5.3.5 Tratamiento de desechos

El tratamiento de desechos debe de ser lo mas eficiente posible, y principalmente debe de ser el tratamiento correcto para cada tipo de desecho. Los desechos oleosos son los de mas difícil manejo, éstos regularmente se

mezclan con agua y hay que separarla y cuidar de que el agua tenga en mínima cantidad rastros de aceite y combustible, ya que esta se va a la alcantarilla.

Los gases de escape se le debe extraer todas las cenizas y gases tóxicos que puedan llegar a al medio ambiente. Los sistemas de tratamiento de desechos son de alto costo, pero teniendo en cuenta que estos desechos pueden convertirse en un subproducto con un correcto tratamiento la inversión se recupera rápidamente, por ejemplo, los desechos oleosos los usan otras industrias para quemarlos en sus calderas u hornos para generar vapor. Estos se pueden vender, pero tienen que ir libre de residuos de agua para que sea buena la ignición.

En algunos sistemas de tratamiento de gases, con la inyección de ciertos químicos, imanes y agua se puede obtener algunos subproductos como yeso, cenizas, etc. Es importante tener en cuenta estos puntos y pensar en cuidar el medio ambiente y además de obtener ganancias haciéndolo.

5.3.6 Herramientas de trabajo

Tener las herramientas correctas y en buen estado para realizar cualquier tarea es importante para cualquier trabajador, pues le brinda seguridad y confianza. Es importante revisar el estado de las herramientas, además de revisar si son las adecuadas, refiriéndose al tamaño y capacidad que se necesite.

Cada trabajador debe de revisar la herramienta de trabajo que va a utilizar para realizar su tarea, debe de informar cualquier anomalía a su supervisor, es parte importante del supervisor de seguridad el realizar una inspección periódica de todas las herramientas y el de entrevistar a los trabajadores sobre ellas, ya que algunas pueden que no sean ergonómicas para el uso y puedan provocar alguna lesión o enfermedad ocupacional. Las herramientas deben estar bien

identificadas y almacenadas, además de ser seguras de operar o en su caso indicar el equipo de protección personal para su uso seguro.

5.3.7 Mantenimiento preventivo

La seguridad industrial debe de estar integrada a un buen programa de mantenimiento preventivo, ya que el programa de mantenimiento debe generar las órdenes de trabajo para el personal y dentro de estas debería ser obligatorio especificar las precauciones a tomar antes, durante y al finalizar cualquier tarea.

Tanto la administración del mantenimiento como la de la seguridad deben integrarse, así el funcionamiento de ambos sería más eficiente. La administración de la seguridad deberá enfocarse en el análisis del trabajo seguro de cada tarea y velar por su cumplimiento. La administración del mantenimiento debe velar por cerciorarse que cada orden de trabajo describa el procedimiento de seguridad para realizar la tarea. Muchos programas de mantenimiento preventivo tienen la particularidad de brindar facilidades para que esto se realice, por ejemplo MP2, Prisma, etc.

5.3.8 Materiales de trabajo

Los materiales de trabajo deben ser los idóneos para realizar cualquier tarea, los materiales deben tener las siguientes características:

1. Fáciles de identificar y almacenar
2. Bajo costo de eliminación
3. Fáciles de clasificar
4. Maniobrabilidad fácil y segura

Además se deben buscar los materiales que llenen las expectativas del trabajador e inculcar la cultura de optimizar el uso de ellos, ya que algunos materiales pueden llegar a ser de muy alto costo.

5.3.9 Equipo de protección personal

El uso del equipo de protección personal es parte importante para cualquier trabajador. Para crear una cultura dentro de la empresa el equipo de protección personal debe ser lo mas cómodo y de alta durabilidad. Es necesario invertir en equipo de protección personal de más alta calidad para reducir las órdenes de compra de este en menos ocasiones al año.

Mientras la calidad baja se necesitara comprar mas equipo al año, esto aumenta los costos administrativos, si la calidad aumenta las órdenes de compra se reducirán y los trabajadores tendrán una mejor comodidad y sentirán una mejor sensación de aprecio de parte de la empresa hacia ellos, además de darles una mayor seguridad al realizar sus tareas diarias.

Es importante conocer el tipo de trabajo y las tareas que se realizan dentro de la planta para poder determinar que tipo de equipo de protección personal comprar, ya que un equipo puede ser de muy buena calidad, pero si no es el adecuado no sirve de nada. El mantenimiento del equipo de protección personal es parte importante para prolongar el ciclo de vida los equipos, la revisión periódica de estos puede prevenir cualquier suceso que pueda darse a causa de un equipo en mal estado.

CONCLUSIONES

1. La cantidad de personas que conformaran el departamento de salud, seguridad y medio ambiente, y que administrarán el sistema serán 3: un gerente de departamento, un supervisor de la salud y seguridad, y un supervisor del medio ambiente.
2. Al evaluar la planta se dividió en 12 áreas y se encontró que el área del cuarto de motores es donde la gran mayoría de las personas que laboran dentro de la planta realizan la mayoría de sus actividades. Además, es la que tiene un mayor riesgo de accidentes y de enfermedades ocupacionales, por esto se eligió como área piloto para la implementación.
3. Al efectuar las inspecciones de condiciones inseguras dentro del área de motores se descubrió que se necesita una mayor identificación y protección de los equipos. Además se necesitan sistemas de protección contra incendios adecuados y colocados cerca del equipo, ya que el 100% de los equipos dentro del área carece de todos estos requisitos de seguridad.
4. Según los resultados obtenidos en el análisis de actos inseguros realizadas a las actividades, principalmente en las de mantenimiento, se nota que las actividades conllevan altos riesgos, pero que los actos inseguros que se observaron fueron relacionados con el mal uso del equipo de protección personal, la falta de equipo de contención de incendio al trabajar en tuberías de combustible y el uso de accesorios defectuosos para el levantamiento de objetos pesados como lo son las eslingas.
5. Los factores más comunes para provocar una enfermedad ocupacional son el ruido con 160 db, el calor con 45° C y las vibraciones con 2.1 mts/s² de aceleración. El factor más crítico es el ruido ya que con 160 db y usando una

buena protección auditiva lo mas que se podría trabajar dentro del cuarto de motores de una forma continua seria entre ½ hora a 2 horas. El calor es el siguiente factor crítico. Este se reduce conforme la temperatura del medio ambiente externo disminuye, y alcanza su mayor temperatura entre las 10:00 horas de la mañana y las 15:00 en la tarde. Se da mayormente en las épocas de verano. Las vibraciones no son tan críticas, pero deben ser controlarlas periódicamente para que no se eleven.

6. Los puntos que se encontraron que generan desechos y podrían provocar algún daño al medio ambiente se originan por fugas no controladas y por la limpieza de éstas, ya que todas las fugas tienen que limpiarse con trapos y éstos se tienen que eliminar posteriormente. Las fugas y desechos controlados son o que tienen un sistema de encarrilamiento hacia un lugar donde se pueden extraer para poder eliminarlas posteriormente. La mayoría de los equipos que tienen un depósito donde evacuan los desechos de su proceso y posteriormente se mandan por medio de una bomba a un tanque donde se almacenan y posteriormente se eliminan.
7. Los costos que se identificaron para la implementación en comparación con los beneficios económicos que implica la correcta administración de la salud, la seguridad y el medio ambiente son mínimos y necesarios para que el sistema funcione.
8. La correcta evaluación por medio de auditorias periódicas, el control de los accidentes y la investigación de los factores que se identificaron para el mejoramiento continuo son parte importante para la retroalimentación del sistema administrativo, ya que si no se está auditando periódicamente no se pueden ver si los objetivos se están logrando, así como la correcta investigación y el registro de los accidentes que se puedan dar dentro de la planta.

RECOMENDACIONES

1. Para poder reducir los accidentes dentro de la planta se le debe dar seguimiento a las metodologías, controles y acciones a tomar propuestos en este trabajo de graduación, en el área piloto, así como en las demás áreas.
2. Es necesario crear el departamento de salud, seguridad y medio ambiente lo más rápido posible para tener un órgano dentro de la planta específicamente enfocado ha darle seguimiento al sistema administrativo.
3. La automatización del sistema por medio de tecnología de computo sería de gran importancia para el mejor funcionamiento del sistema, así todos los trabajadores tendrían acceso a este, generando ellos los permisos de trabajo, llevando el registro de los resultados de los análisis realizados y registrando las auditorías e índices.
4. La búsqueda de los mejores equipos de protección personal y de protección contra incendios se debe basar en la utilidad, comodidad, calidad y duración, y no tanto en el costo del equipo ya que esto puede provocar costos mayores.
5. Se deben programar capacitaciones constantes en lo referente a la salud, seguridad y protección al medio ambiente. Hay empresas que se dedican a dar estas capacitaciones o, dependiendo el tipo de personal que se contrate para el departamento, ellos mismos podrían dar las capacitaciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. Escuela Nacional de Bomberos. **Manual de Instrucción Bomberil.** (1ª. Edición. Guatemala: Editorial Piedrasanta. 1994.)
2. Grimaldi y Simonds. **La seguridad industrial, su administración.** 2ª. Edición. México: Alfaomega, 1996.
3. LEE, Harrison. **Manual de auditoría medioambiental, higiene y seguridad.** 2ª. Edición. México: McGraw-Hill. 1996.
4. Ley de Protección y mejoramiento del medio ambiente: Guatemala www.ecouncil.ac.cr/centroam/conama/ley. Enero 2004
5. Niebel, Benjamín. **Ingeniería Industrial: métodos, tiempos y movimientos.** 9ª. Edición. México: Alfaomega, 1996.
6. Ocaña Sosa, Sergio Adolfo. Normativo de seguridad industrial INDE. Tesis Ing. Mecánico-Industrial. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 1994.
7. Québec Robles, Edgar Rene. Diseño de un modelo de seguridad industrial para la industria del calzado. Tesis Ing. Industrial. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 1995.

ANEXOS

1. SISTEMAS DE EXTINCIÓN

Agentes extintores.

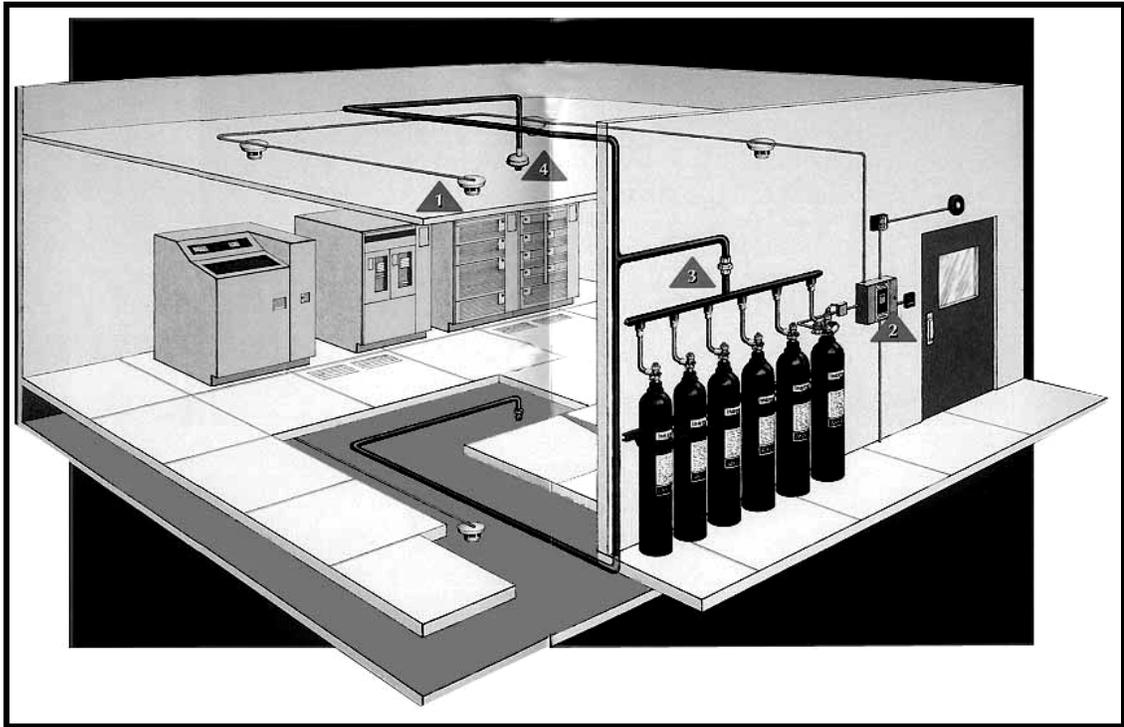
1. Agua. Este agente enfría notablemente, siendo además económica y abundante en la naturaleza, se usa sólo para fuegos clase A. Las propiedades físicas exclusivas del agua que confieren características extintoras son:
 - a) A temperatura ordinaria es un líquido pesado y relativamente estable.
 - b) La conversión en agua de un gramo de hielo a 0 °C, absorbe 80 calorías, que es el calor de fusión del hielo.
 - c) Se necesita una caloría para elevar 1 °C la temperatura de un gramo de agua, que es el calor específico del agua, por lo tanto para elevar la temperatura de un gramo de agua entre 0 °C y 100 °C hacen falta 100 calorías.
 - d) El calor de vaporización del agua, la conversión en vapor de un gramo de agua a temperatura constante es de 540 calorías por gramo a presión atmosférica.
 - e) Cuando pasa de líquido a vapor, su volumen a presiones ordinarias aumenta aproximadamente 1,700 veces. Este gran volumen de vapor de agua desplaza un volumen igual del aire que rodea el fuego, reduciendo de este modo el volumen de oxígeno disponible para sostener la combustión en la zona incendiada. La aplicación del agua en forma de hielo o nieve en contra del fuego, aprovecharía de la forma más efectiva la acción enfriadora total.
2. Espuma química. También conocida como foam, que es excelente, pues se interpone entre el material incendiado y el oxígeno de la atmósfera por ser liviana y persistente.

3. La arena y una frazada. Esta sustancia y el objeto se usan cuando las necesidades lo demanden.
4. Bióxido de carbono. Elimina los fuegos por la baja temperatura que produce aproximadamente 70 °C bajo cero, y además elimina el oxígeno sofocando así el principio de incendio.
5. Polvo químico seco. También llamado tri class, que significa que sirve para tres clases de fuego A, B y C, este polvo químico es a base de fosfato de monhamonio y nitrógeno, también hay algunos a base de bicarbonato sodico, bicarbonato potasico, cloruro potasico, bicarbonato de urea. Estos se mezcla con aditivos como estratos metálicos, fosfatos tricalcio o siliconas para mejorar sus características de almacenamiento, de influencia y repulsión de agua.
6. Halon. Este no sólo baja el punto de ignición de la materia que arde, sino que es mal conductor de la electricidad, se usa en fuegos clase A, B y C.
7. Soda y ácido. Este se usa para fuegos clase A, y contiene agua donde se encuentra diluido bicarbonato de soda y ácido sulfúrico.
8. Inergen: Es un agente limpio y natural, especialmente diseñado para proteger recintos normalmente ocupados, con presencia de equipo electrónico, archivos magnéticos, documentos físicos y en general aplicaciones en las cuales se necesite proteger cualquier tipo de información.

Tipos de extintores.

1. Extintores fijos. Estos están conformados por un agente extintor con sus respectivos tanques de almacenamiento, una tubería fija para conducir el agente, boquillas de descarga con un flujo determinado y un método de control automático para la detección del fuego e inicio del sistema. En la figura 48 (Pág. 232) se muestra el diagrama de funcionamiento.

Figura 48. Sistema de extinción fijo



2. Extintores portátiles. Equipos especialmente diseñados para resistir el trabajo pesado y a la vez ofrecer una respuesta segura y confiable. Permiten una fácil recarga la cual puede realizarse en cualquier lugar y sin herramientas especiales. Disponible en varios tamaños y agentes. En la figura 49 (Pág. 231) se muestran algunos.
3. Extintores rodantes. Perfectos para la protección de áreas de alto riesgo donde puedan ocurrir grandes incendios. Están diseñados para ofrecer un tiempo de descarga más prolongado de agente extintor, así como mayores flujos y alcances respecto a los extintores portátiles, Disponibles en tamaños de 150 lbs y 350 lbs utilizando diferentes agentes de extinción, según el tipo de fuego. En la figura 50 (Pág. 231) se muestra un ejemplo de ellos.

Figura 49. Extintores portátiles



Figura 50. Extintores rodantes



En la figura 51 se muestra un resumen de las clases de fuego y los extinguidores que se deben usar.

Figura 51. Uso de extinguidores en las clases de fuego

CLASE	TIPO DE MATERIAL COMBUSTIBLE	AGUA	SODA Y ÁCIDO	ESPUMA	POLVO QUÍMICO	HALON	ARENA	INERGEN
A	Sólidos en general: madera, trapos, papel, etc.,	O	O	O	Δ	O	O	Δ
B	Líquidos inflamable o sólidos de bajo punto de fusión	X	X	O	O	O	O	Δ
C	Equipo eléctrico	X	X	X	O	O	O	O
D	Metales y materiales especiales	X	X	X	O	X	X	X

- O** ADECUADOS PARA EL TIPO DE FUEGO
- Δ** PUEDEN USARSE
- X** NO DEBE DE USARSE EN ESTA CLASE DE FUEGO

2. TIPOS DE MANTENIMIENTO

- **Por avería.** Se realiza cuando se produce algún paro de producción, debido a alguna avería o falla imprevista en la maquinaria y es necesario repararla.
- **Mantenimiento correctivo.** Está dirigido a reducir y mejorar las condiciones insatisfactorias en maquinaria y equipos. Se produce después de realizar una inspección que ha sido solicitada en cualquier momento.
- **Mantenimiento programado.** Éste está estrechamente relacionado con el tiempo que se disponga de parte del departamento de producción para parar por tener un periodo de ocio en el plan de producción, entonces este tiempo se utiliza para el mantenimiento.
- **Mantenimiento preventivo.** Es programar intervenciones o cambios de algunos componentes o piezas según intervalos predeterminados (estadísticamente) o según eventos regulares (horas de servicio, número de piezas producidas, kilómetros recorridos, vacaciones colectivas). Su objetivo es reducir la probabilidad de avería o pérdida de rendimiento de una máquina o instalación para planificar intervenciones que se ajusten al máximo a la vida útil del elemento intervenido.
- **Mantenimiento predictivo.** Se basa en el conocimiento del estado o condición operativa de una máquina o instalación. La medición de ciertos parámetros (vibración, ruido, temperatura, esfuerzos internos) permite programar la intervención del elemento antes de producirse la falla, eliminando la incertidumbre del mantenimiento preventivo. Existen varias técnicas predictivas que dan información sobre la máquina en funcionamiento: análisis de vibraciones, termografía, análisis de aceites, gráficos, ultrasonido y ensayos no destructivos.

- **Mantenimiento proactivo.** Persigue conocer la causa de un problema para eliminar aparición de averías, aplicando acciones de anticipación antes que de reacción. Las prácticas proactivas pueden llevar a la modificación de elementos estructurales y al rediseño operativo del equipo para la eliminación de averías.
- **Mantenimiento basado en la confiabilidad.** Articula la planificación del mantenimiento (preventivo) y la eliminación de las causas de avería (proactivo) sobre la base del conocimiento del estado operativo de los equipos (predictivo). El objetivo es alcanzar la máxima confiabilidad de la planta a través de un proceso que determina lo que debe hacerse para asegurar que un elemento físico continúa desempeñando las funciones deseadas.
- **Mantenimiento autónomo.** Tiene como base el ideal de que quién opera el equipo debería darle mantenimiento. Es de comprender que un factor decisivo en la competitividad, es un equipo más eficiente. En el fondo, el mantenimiento autónomo es prevención del deterioro y este puede contribuir significativamente a la eficacia del equipo.

3. TIPOS DE EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

1. Protección de la cara y ojos.

- a) Gafas. Estas son copas de forma anatómica, que se mantienen cerca de la cuenca del ojo mediante una banda elástica o patillas que se traban en la oreja.
- b) Gafas de tapadera. Cubierta de plástico transparente que queda situada a una cierta distancia de los ojos permitiendo así al usuario el empleo de lentes correctoras, o filtros por debajo de la protección; son resistentes al impacto y a la erosión, adecuadas para el trabajo en madera, pulido y otras operaciones ligeras que pueden dar lugar a que vuelen pequeñas partículas.
- c) Gafas antirresplandor o para energía radiante. Protegen contra el resplandor, los rayos de luz molestos chispas volantes y escamas, son utilizadas regularmente en la siguientes operaciones: soldadura y corte con acetileno, cualquier arco eléctrico y operaciones en horno con hogar abierto, soldadura eléctrica por arco y por arco de carbón. Los tonos varían de 3 a 14 y estos dependerán de la cantidad de radiación a la que se va estar expuesta. Por ejemplo, los lentes de tonos 3 y 4 protegen contra el resplandor de la luz del sol y contra luz procedente de operaciones cercanas de soldadura, el tono 14 se usa para soldadura y cortado con arco donde se usan mas de 200 amperios pero no mas de 400 amperios.
- d) Gafas para manejo de sustancias químicas. Son resistentes a la corrosión y utilizan lentes resistentes al impacto, con pantallas laterales de ventilación indirecta, protegen contra el salpicado y el riesgo en cualquier dirección.
- e) Gafas combinados. Cuentan con dos juegos de lentes, un juego protege contra el resplandor y el otro contra el impacto, los dos juegos están integrados en una sola pieza, se usan en trabajos de soldado y fundición.

- f) Gafas para polvo. Construidas con pantallas laterales, especiales para ventilación y salvaguardar los ojos en todas las direcciones contra polvos y pequeñas partículas volantes. Son utilizados en trabajos de madera, desincrustación, molido de metales, etc.
- g) Gafas sostenidas en la cabeza. Diseñadas para la comodidad de soldadores, esmeriladores, cinceladores y otros cuyo trabajo hace necesario quitarse con frecuencia la protección de los ojos para realizar inspecciones.
- h) Gafas para vapores químicos. Están moldeadas en una armadura de goma que se acomoda al contorno de la parte superior de la cara, no cuentan con ventilación así ofrecen protección contra gases, humos o vapores. Para reducir el empañado de los vidrios, este tipo está con frecuencia equipado con una copa de agua construida para cada lente, y se usan para el manejo de ácidos y para operación de inmersión.
- i) Gafas de rejilla de alambre. Los ojos están protegidos por una fuerte rejilla de alambre que permite mucha ventilación que una protección con perforaciones laterales, reduciendo así el empañado de los lentes. Son adecuados para evitar lesiones por partículas volantes, utilizadas en operaciones con humedad extrema.
- j) Lentes. Existen de plástico y de cristal. Colocados en armaduras lo suficientemente rígidas para mantener los lentes en la posición adecuada, se pueden usar en muchos casos parecidos a las gafas menos en los de vapores y manejo de químicos.
- k) Pantalla plástica. Ésta cubre toda la cara, se deben buscar pantallas que sean resistentes a los rayones y que no sean inflamables.
- l) Careta de soldador. Se usa para proteger la mayor parte de la cara incluyendo las orejas, además de usar varios tonos antirresplandor para proteger la vista de los rayos radiantes de la soldadura eléctrica u otra fuente de éstos.

2. **Protección de dedos, manos y brazos.**

- a) Dediles. Son protectores individuales de los dedos, contra el calor, rebordes ásperos o cortantes y las sustancias irritantes en general, pueden conseguirse fabricados en asbestos, en loneta resistente al fuego, etc. Son usados en operaciones que usan herramientas cortantes.
- b) Guantes con banda en la muñeca. Ofrecen una completa protección en la mano y tiene una banda que se ajusta en la muñeca, evitando que los materiales se deslicen dentro del guante, pueden ser fabricados de asbesto, cuero, etc. Pueden ser reforzados con rejillas metálicas o plásticas y con otros recubrimientos que según sea la operación pueden impermeabilizar los guantes
- c) Manopla de protección de asbesto. Es una manga que protege la parte baja del antebrazo, contra el calor radiante y las llamas y chispas; utilizado especialmente en industrias donde se trabaja con metales fundidos, hornos y fuegos.
- d) Manopla de protección de tela. Tienen base de lana, fieltro o algodón reforzado con cuero, hule o parches de cuero sujetos con grapas de acero, utilizados para proteger de cortes y rozaduras.
- e) Manopla de protección de fibras. Esta protección es de forma de manga está fabricada con un material de fibra, y generalmente se utiliza para proteger contra chispas, electricidad, objetos ásperos, y golpes ligeros.
- f) Manopla de protección de cuero. Manga fabricada en cuero y utilizada para evitar que el polvo, la suciedad y el metal caliente entre a los guantes del trabajador. Las usan quienes trabajan y manejan materiales, en fundiciones, para proteger de cortes, golpes o salpicaduras de metal.
- g) Manopla de protección de metal. Hechas de metal ligero, es utilizado por trabajadores dedicados a operaciones pesadas, tales como el levantamiento, empaque, o enjaulado de materiales que pueden cortar, raspar o magullar el antebrazo.

- h) Manopla de protección de plástico. Hechas para resistir la penetración del agua, aceite y ciertos productos químicos.
- i) Mangas. Una protección que va desde la muñeca hasta encima del codo y en algunos casos hasta el hombro, se obtienen de los mismos materiales que hay para las manoplas y tienen aplicaciones similares.
- j) Mitones. Son usados muchas veces en lugar de los guantes en aquellas operaciones donde la destreza de los dedos no es necesaria, se puede encontrar del mismo material que existen para los guantes.
- k) Manoplas. Están formadas por una pieza completa de material protector cuya superficie es lo bastante amplia como para cubrir el lado de la palma de la mano. Son usadas principalmente cuando el contacto directo con objetos muy calientes, afilados o ásperos son el principal riesgo, se pueden encontrar fabricados con los mismos materiales de los guantes.

3. Protección del pie, la pierna, y cabeza.

- a) Botas. Pueden variar en tamaño, la protección hasta la rodilla, tres cuartos, o hasta la cadera, mediante de botas de hule, usadas para proteger la parte inferior de las piernas contra la humedad continua o contra productos químicos y ácidos. Si existe la posibilidad de caigan objetos pesados se deben conseguir con punta de acero.
- b) Zahones. Estos protegen la parte delantera de las piernas de los trabajadores. Se pueden encontrar en materiales especiales adecuados a la operación propuesta y se mantienen unidos a las piernas por medio de un cinturón y correas.
- c) Protecciones para el pie. Son protecciones de acero que cubre los dedos de los pies y la parte alta del propio pie, estos no son utilizables durante todo el día si no solo cuando se esta realizando la operación.
- d) Protección para pie y espinilla. Es idéntica a la protección del pie y además cuenta con una protección metálica para la espinilla y el tobillo.

- e) Protección del talón y tobillo. Es una pantalla metálica protectora, diseñada para extenderse hacia atrás por cada uno de los lados del zapato.
- f) Protección de la espinilla. Generalmente fabricadas de material pesado de fibra, adaptadas a la forma de la parte delantera de la pierna y con correas para quedar sujetas a esta, su propósito es proteger contra astillas voladoras, impactos pesados, chispas calientes y objetos agudos.
- g) Polainas. Ofrecen una protección completa de la pierna. Según sea su longitud, pueden llegar hasta la rodilla o hasta la cintura, se pueden encontrar de los mismos materiales de los zahones.
- h) Zapatos conductores. Este calzado tiene la especificación adicional de poder descargar sin peligro a tierra las cargas de electricidad estática que puedan crearse en la persona del que los utiliza cuando se desplaza de un lado a otro, son recomendable en lugares que contienen atmósferas explosivas.
- i) Zapatos para trabajos de fundición. se acoplan exactamente al tobillo y cubrir totalmente el pie. Estos se deslizan sobre el pie y se mantienen unidos por medio de una expansión elástica incluida.
- j) No conductores. Este calzado con punta de seguridad ayuda a prevenir contra el choque eléctrico, es utilizado por trabajadores que pueden ponerse en contacto con objetos electrizados.
- k) Cascos. Estos pueden ser fabricado con materiales resistentes a golpes, ácidos, choques eléctricos y que no sean inflamables.
- l) Sombreros rígidos. Es conveniente que este tenga una saliente a lo largo de toda su circunferencia para proteger adicionalmente la cara y cuello. Tienen que ser lo suficientemente ligeros, preferiblemente 1 libra o menos.
- m) Gorras protectoras. Son usadas regularmente por personas que tienen el cabello muy largo y su cabeza se encuentran muy cerca de alguna maquina o parte de ellas que le pueda atrapar el cabello por la electricidad estática de la máquina. Es preferible que este tipo de gorras sea equipado con un visor o visera que sea un aviso cuando la cabeza se pone en contacto demasiado estrecho con las partes giratorias de la máquina.

4. Protección para el oído.

- a) Tapones. Pueden ser moldeados en hule suave, materiales plásticos duros, conformados para acomodarse al canal auditivo del usuario o con materiales moldeables que el usuario puede ajustar a sus propios canales auditivos. Pueden igualmente estar compuestos de metales y hules suaves, con unas válvulas diseñadas para cerrarse cuando la presión del sonido es muy elevada.
- b) Orejeras, almohadillas o donas. Estos son dispositivos que se mantienen en posición sobre las orejas por medio de bandas que cruzan la cabeza, pueden estar fabricados en hule, con metal y hule, con variaciones en su diseño para discriminar con determinadas frecuencias sonoras. Algunos cascos de seguridad traen una adaptación para las orejeras donde éstas se colocan individualmente a cada lado del casco. Están diseñadas para que hagan presión a todo el alrededor de la oreja así sellar para que no penetre el ruido.
- c) El casco. Son semejantes a los que usan los pilotos aviadores con una alta capacidad de reducción para una mayor efectividad contra niveles extraordinarios de ruido de alta intensidad puede ser necesario que cubra la cara igual que el resto de la cabeza.

5. Protección para las vías respiratorias.

- a) Respiradores con cartuchos químicos. Son considerados como mascararas de gas a baja capacidad. Están formados por una pieza que se acopla a la boca y a la nariz del usuario y a la que esta directamente unido un pequeño filtro reemplazable formado por un cartucho químico. No deben ser usados por tiempo demasiado largos, ya que pueden provocar envenenamiento y no deben ser usados en atmósfera que contengan mas de 0.1 % del contaminante por volumen. Se deben emplear cuando hay exposiciones a

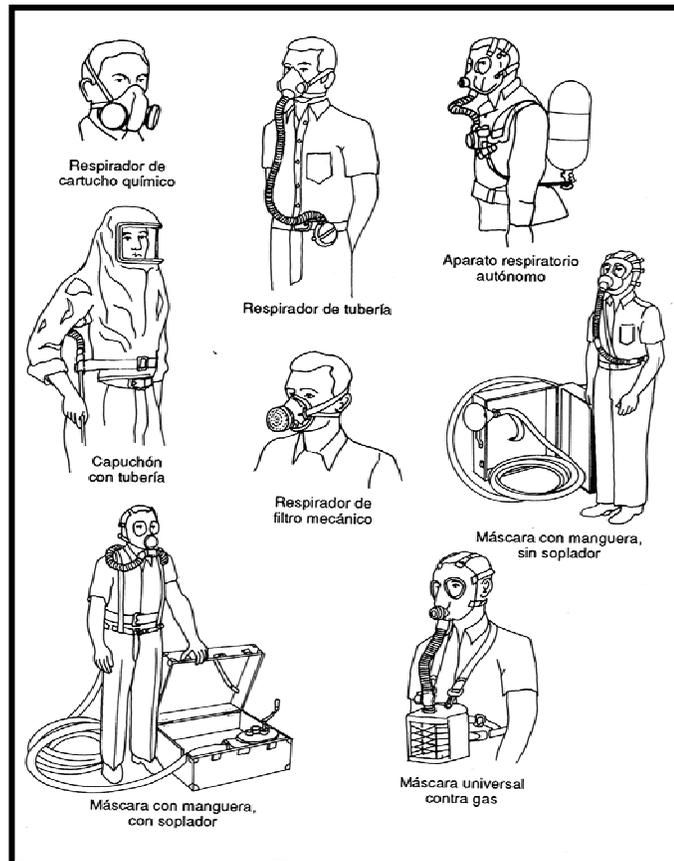
vapores solventes y donde pueda encontrarse una concentración baja de gases ácidos.

- b) Máscaras de gas. Están formadas por una máscara que se acopla a los ojos, nariz, y la boca, está conectada a un tubo flexible a un bote de hojalata que contiene el absorbente químico que protege contra un determinado vapor o gas, no deben usarse donde las concentraciones exceden el 2 % del contaminante por volumen en el caso de gases ácidos y 3 % en el caso del amoníaco.
- c) Respiradores de filtro mecánico para humo. Funcionan a base de filtros que actúan cuando el usuario respira. Protegen contra humos que no deben de ser más tóxicos que el plomo.
- d) Respiradores de filtro mecánico para neblina. Son usados cuando hay ácido crómico o neblinas dañinas que provoquen enfermedades serias a las vías respiratorias.
- e) Respiradores de filtro mecánico para polvo. Estos protegen contra asbesto, silicosis, carbón, harina, yeso, madera, aluminio, cal y cemento, también contra polvos tóxicos como manganeso, plomo, arsénico, cromo, selenio, cadmio, vanadio y sus compuestos.
- f) Aparatos respiradores autónomos. Permiten moverse con independencia de cualquier fuente exterior de aire, donde el aparato suministra oxígeno, bien sea aire comprimido, cilindros de oxígeno o por acciones químicas en la lata unida al aparato. Se usa en atmósferas deficientes de oxígeno y que contienen polvos vapores, humos, emanaciones y neblinas tolerables para la piel.
- g) Máscara con tubo y soplador. Está formada por una máscara firmemente acoplada a la cara que cubre los ojos, la nariz y la boca y esta unida a un tubo de gran diámetro y paredes resistentes, de tal forma que no pueda ser aplastado y del otro lado acoplado a un soplador que se acciona mecánicamente y es el que brinda el suministro de aire.

- h) Máscara con tubería y sin soplador. Este es semejante al anterior, sólo que no posee el soplador si no que el tubo solo se coloca donde esta el aire y el usuario respira el que puede.
- i) Respiradores con tubo de aire. Está compuesto por un casco, capuchón y máscara, que están unidos mediante una manguera de alta presión a una fuente de aire no contaminado, regularmente es aire comprimido.

En la figura 52 (Pág. 243) se muestran los dispositivos de protección del sistema respiratorio.

Figura 52. Dispositivos de protección del sistema respiratorio



4. SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN LAS SEÑALES INDUSTRIALES

Tabla XXIV. Simbología de prohibición

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
Prohibido fumar	
Prohibido generar llama abierta e introducir objetos incandescentes	
Prohibido el paso	

Tabla XXV. Simbología de obligación

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
Indicación general de obligación	
Uso obligatorio de casco	

Uso obligatorio de protección auditiva	
Uso obligatorio de protección ocular	
Uso obligatorio de calzado de seguridad	
Uso obligatorio de guantes de seguridad	

Tabla XXVI. Simbología de precaución

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
Indicación general de precaución	
Precaución, sustancia tóxica	
Precaución, sustancia corrosiva	
Precaución, materiales inflamables y combustibles	
Precaución, materiales oxidantes y comburentes	
Precaución, materiales con riesgo de explosión	

Continuación

Riesgo de choque eléctrico	
Riesgo por radiación de láser	
Riesgo biológico	

Tabla XXVII. Simbología de ubicación de equipo contra incendio

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
Ubicación de un extintor	
Ubicación de un hidrante	

Tabla XXVIII. Simbología de ubicación de salidas de emergencia y primeros auxilios

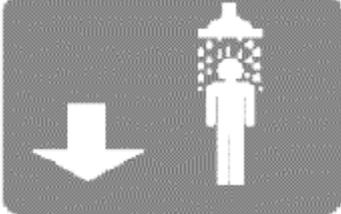
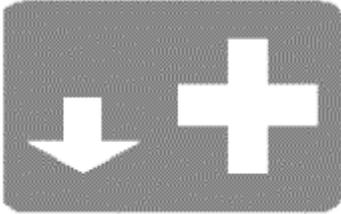
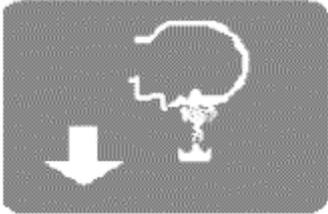
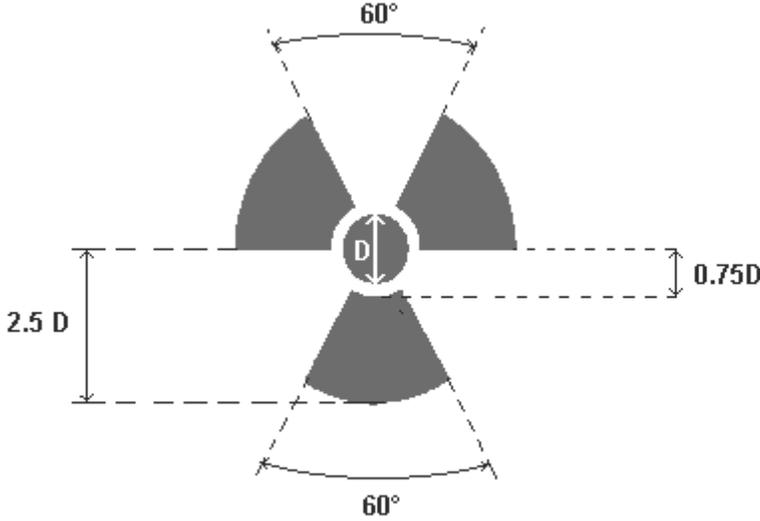
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
Ubicación de una salida de emergencia	
Ubicación de una regadera de emergencia	
Ubicación de estaciones y botiquín de primeros auxilios	
Ubicación de un lavaojos	

Figura 53. Símbolo utilizado para radiactividad



5. ESCALA DE TIEMPOS DE CARGO DE LA AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE (ANSI)

Figura 54. Escala de tiempos de cargo por lesiones

NATURALEZA DE LA LESIÓN	CARGOS DE TIEMPO COMO NÚMERO DE DÍAS DE TRABAJO PERDIDOS			
Muerte	6000			
Incapacidad total permanente	6000			
Perdida de un miembro o pérdida completa de uso de uno:				
Brazo arriba del codo	4500			
Brazo arriba de la muñeca pero no arriba del codo	3600			
Mano arriba de la articulación distal	3000			
Pulgar en o debajo de la articulación distal	300			
Pulgar arriba de articulación distal, pero no arriba de proximal	600			
Metacarpo del pulgar	900			
Otros dedos:	Índice	Cordial	Anular	Meñique
Daño al hueso debajo de la articulación distal	100	75	60	50
En o arriba de la articulación distal pero sin llegar a la articulación media	200	150	120	100
En o arriba de la articulación media pero no arriba de la proximal	400	300	240	200
Pérdida del hueso metacarpiano	600	500	450	400
Pierna arriba de la rodilla	4500			
Pierna en o debajo de la rodilla arriba del tobillo	3000			
Pie:				
En el tobillo	2400			
Dedos del pie:				
Dedo gordo en o debajo de la articulación distal	150			
Dedo gordo arriba de la articulación distal pero no arriba de la proximal	300			
Hueso metatarsiano del dedo gordo	600			
Cualquier otro dedo del pie:				
Falange distal	35			
Falange media	75			
Falange proximal	150			
Hueso metatarsiano o metatarso	350			
Uno ojo (pérdida de la vista), si hay o no visión en el otro ojo	1800			
Ambos ojos (pérdida de la vista), en un accidente	6000			
Un oído (pérdida industrial completa de la audición), si hay o no capacidad auditiva en el otro oído	600			
Ambos oídos (pérdida industrial completa de la capacidad auditiva) en un accidente	3000			
Hernia (no sometida a cirugía)	50			

