

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

“DIAGNÓSTICO DE SEGURIDAD EN PLANTAS DE LLENADO DE CILINDROS DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP)”

Trabajo Especial de Grado presentado
ante la Ilustre Universidad Central de
Venezuela para optar al Título de
Ingeniero de Petróleo por
Argenis A. Revete F.

Caracas, Diciembre de 2003

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

“DIAGNÓSTICO DE SEGURIDAD EN PLANTAS DE LLENADO DE CILINDROS DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP)”

Tutor Académico: Ing. Edgar Parra Perozo
Tutor Industrial: Ing. Gladys Gavidia

Trabajo Especial de Grado presentado
ante la Ilustre Universidad Central de
Venezuela para optar al Título de
Ingeniero de Petróleo por
Argenis A. Revete F.

Caracas, Diciembre de 2003

Caracas, Diciembre de 2003

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería de Petróleo, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller, titulado:

**“DIAGNOSTICO DE SEGURIDAD
EN PLANTAS DE LLENADO DE CILINDROS
DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP)”**

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero de Petróleo, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.

Prof. Attilio Praderio
Jurado

Prof. Wladimiro Kowalchuk
Jurado

Prof. Edgar Parra Perozo
Tutor Académico

Ing. Gladys Gavidia
Tutora Industrial

A **Dios** por haberme dado la vida, salud y fuerza para luchar por todo aquello que me he trazado; por darme una familia generosa.

A mis Padres **Abilio y Maria**, por todo su amor y apoyo, por guiarme en el camino de la vida que me ha llevado por el rumbo correcto y me han sostenido hasta donde estoy, este logro es también de ustedes.

A mi hermano **Javier**, por todo su apoyo y recomendaciones para levantarme en iniciar todo el trayecto recorrido.

- A la Ilustre **Universidad Central de Venezuela**, por haberme dado la educación necesaria para desarrollarme como un futuro profesional.

- A la **Dirección de Mercado Interno** del Ministerio de Energía y Minas, por haberme dado la oportunidad de llevar a cabo mi trabajo especial de grado, en especial a la **Ing. Ledy Marín**.

- A la **Ing. Gladys Gavidia**, por ayudarme a cumplir esta meta, apoyarme en todo momento y nutrirme de su gran conocimiento.

- Al **Ing. Pedro Celestino Díaz**, por ser pilar fundamental en el desarrollo de la tesis y por su incondicional apoyo en los momentos necesitados.

- Al **Ing. Edgar Parra Perozo**, por su desinteresado apoyo y su paciencia para con mi trabajo especial de grado.

- A los **Técnicos e Inspectores** de la Dirección de Mercado Interno, por haberme apoyado y ayudado durante el período de investigación de campo.

- A mi Tío, **José Alberto García**, por su entereza y incondicional ayuda prestada en llevar a cabo mi tesis en el Ministerio de Energía y Minas.

- Al Economista **Carlos Bello**, profesor de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la UCV por su ayuda.

- Y a todos aquellos **Compañeros y Amigos** que me acompañaron en los buenos y malos momentos, que no los nombro porque son muchos y omitir alguno.

Argenis A. Revete F.

**DIAGNOSTICO DE SEGURIDAD EN PLANTAS DE LLENADO DE
CILINDROS DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP)**

Tutor Académico: Ing. Edgar Parra P. Tutor Industrial: Ing. Gladys Gavidia

Tesis. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Petróleo.

Año 2003. 142pp

Palabras Claves: Seguridad, Actualización, Planes y Criterios de Riegos.

Resumen: El manejo, transporte, almacenamiento y uso de Gas Licuado de Petróleo conllevan peligros y riesgos, debido a las propiedades físico-químicas altamente combustibles y explosivos. Por lo tanto, en cada una de las actividades y tareas relacionadas con el diseño, construcción, operación y mantenimiento de las Plantas con el GLP, se deben extremar las acciones y medidas de tal manera que, el aprovechamiento del producto se logre sin que represente riesgos o peligros para las personas, ambiente e instalaciones. Todas estas acciones y medidas se traducen en el llamado Requerimiento Mínimo de Seguridad que deben cumplirse en las instalaciones para lograr el objetivo propuesto. A fin de cumplir con estos requerimientos, las Plantas de Llenado a nivel nacional pasan por unas rigurosas evaluaciones en sus fases de proyecto, la cual se realiza por parte de un equipo multidisciplinario, que implementan Normas Técnicas, Resoluciones que aplican, en su defecto normas técnicas extranjeras, en aquellos aspectos no cubiertos por las Normas Nacionales, lo cual ocurre en muchos casos. De allí que surge la necesidad de implementar un Diagnostico de Seguridad, con la ayuda de criterios (de construcción, de operación, de supervisión y de mantenimiento), que minimicen la posibilidad de ocurrencia de aquellos eventos probables de incendios. Para lograr los objetivos planteados, se recurrió a una base teórica que abarca las características del GLP hasta la actualización de normas técnicas aplicables, pasando por un análisis cualitativo de probabilidad, ocurrencia,

consecuencias, control de eventos, y de consideraciones de los sistemas de detección, y cálculos hidráulicos del sistema de prevención y extinción de incendios.

Como resultado de este estudio, se establecieron prioridades y se encontraron deficiencias existentes en las operaciones y mantenimientos de equipos de las plantas visitadas, de acuerdo a una distribución de área de operación, presentándose el mayor riesgo cualitativo en las siguientes: Trasiego de GLP, Almacenamiento en Tanques Estacionarios y en la Plataforma de Llenado de Cilindros.

Se requiere aplicar el criterio de diseño “Intrínsecamente Seguro”, que implica de instalaciones dispuestas esencialmente con Seguridad, para el aprovechamiento de los espacios y equipos seleccionados en las operaciones bajo la evaluación de Riesgo Aceptable, y el seguimiento y fiscalización de las operaciones se efectúa mediante controles de evaluación por medio de Auditorias e Inspecciones Técnicas de Seguridad, la cual buscan optimizarse constantemente.

El resultado del estudio nos lleva a determinar los criterios de seguridad que deben ser tomados en consideración para establecer las disposiciones técnicas que deben ser incorporados en Normas y Resoluciones, por parte del Ente Oficial (Ministerio de Energía y Minas) responsable de establecer los criterios y fiscalizar su aplicación en las Plantas de envasado de GLP.

Este forma parte del inicio del proceso de elaboración en una Norma de la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) dirigida a Plantas de Llenado de Cilindros de GLP.

INDICE GENERAL

LISTA DE FOTOS Y FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABLAS.....	xi
ABREVIATURAS.....	xii

Introducción

Capítulo I Marco Teórico.....	3
I.1.- De Terminología de Riesgo.....	3
1.1.- Riesgo de Incendio.....	3
1.2.- Análisis de Riesgo.....	3
1.3.- Análisis Cualitativo de Riesgos.....	3
1.4.- Análisis Cuantitativo de Riesgos.....	4
1.5.- Análisis de Riesgos de Incendios.....	4
1.6.- Cuantificación de Riesgos.....	4
1.7.- Niveles de Riesgo de Acuerdo a la Carga Calórica.....	5
1.8.- Accidente.....	6
1.9.- Evento.....	6
1.10.- Secuencia de Eventos.....	7
1.11.- Evento Iniciador.....	7
1.12.- Evento Intermedio.....	7
1.13.- Emergencia.....	7
1.14.- Clasificación de las Emergencias.....	7
1.15.- Explosión.....	8
1.16.- BLEVE.....	8
1.17.- Explosión de una Nube de Vapor No Confinada (UVCE).....	9
1.18.- Jetfire.....	9
1.19.- Flashfire.....	9
1.20.- Deflagración.....	9
1.21.- Detonación.....	10
I.2.- De los Gases del Petróleo.....	11
2.1.- Gases Licuados de Petróleo (GLP).....	12
2.2.- Clasificación del Gas Licuado de Petróleo.....	14
2.3.- Obtención del GLP.....	15
2.4.- Constituyentes del GLP.....	15
2.5.- Gas Natural.....	16
2.6.- Gas Natural Licuado (GNL).....	16
2.7.- Líquido del Gas Natural (LGN).....	16
2.8.- Límites de Inflamabilidad.....	17
2.9.- Mercaptanos (Etil o Metil-Mercaptano).....	18
2.10.- Requisitos del Gas Licuado de Petróleo.....	18
2.11.- Carga Calórica.....	19
2.12.- Determinación de la Carga Calorífica.....	19
2.13.- Productos Derivados del Gas Natural. Usos.....	19
2.14.- Usos del Gas Metano.....	19
2.15.- Usos de los Líquidos del Gas Natural.....	20

I.3.- De La Planta de Llenado.....	21
3.1.- Planta de Llenado.....	21
3.2.- Clasificación de Plantas de Llenado según su Capacidad.....	21
3.3.- Distribución de Áreas de una Planta de Llenado.....	21
3.4.- Área Clasificada de acuerdo al Código Eléctrico Nacional.....	22
3.5.- Área No-Clasificada de acuerdo al Código Eléctrico Nacional.....	24
3.6.- Ventilación Adecuada.....	25
3.7.- Ventilación Inadecuada.....	25
3.8.- Zona de Seguridad.....	25
3.9.- Criterios Técnicos de Ubicación.....	25
3.10.- Sistema Integral de Mantenimiento.....	26
I.4.- De Los Recipientes Contenedores de GLP.....	29
4.1.- Recipientes.....	29
4.2.- Cilindros.....	29
4.3.- Capacidad del Cilindro.....	29
4.4.- Especificaciones de los Cilindros DOT (USA).....	29
4.5.- Presión de Diseño (Servicio) de los Cilindros DOT (USA).....	29
4.6.- Tara del Cilindro.....	30
4.7.- Clasificación de los Cilindros.....	30
4.8.- Acople.....	31
4.9.- Base de Sustentación.....	31
4.10.- Protector.....	31
4.11.- Revisión Periódica y Mantenimiento.....	33
4.12.- Tanque Estacionario.....	32
4.13.- Tanque Superficial.....	33
4.14.- Revisión Periódica y Mantenimiento.....	33
I.5.- De los Sistemas de Detección y Alarma de Incendio.....	34
5.1.- Tablero Central de Control.....	34
5.2.- Detector.....	34
5.3.- Clasificación de los Detectores.....	34
5.4.- Estación Manual de Alarma.....	35
I.6.- De Los Sistemas de Prevención y Extinción de Incendio.....	36
6.1.- Sistema de Agua Pulverizada.....	36
6.2.- Sistema Fijo de Extinción con Agua.....	37
6.3.- Extintores Portátiles.....	37
I.7.- Requisitos del Sistema de Agua de Prevención y Extinción.....	41
7.1.- Sistema de Suministro.....	41
7.2.- Sistema de Bombeo.....	42
7.3.- Sistema de la Red de Distribución.....	43
7.4.- Sistema de Rociadores Automáticos.....	44
7.5.- Sistema de Agua Pulverizada.....	45
I.8.- Requisitos de los Sistemas de Detección y Alarma de Incendio.....	47
8.1.- Tablero Central de Control.....	48
8.2.- Fuentes de Alimentación Eléctrica.....	49
8.3.- Detectores de Incendio.....	50
8.4.- Estaciones Manuales de Alarma.....	53
8.5.- Difusores de Sonido.....	54

8.6.- Circuitos de Señalización.....	55
8.7.- Sistemas de Alarma de Incendios.....	55
I.9.- De Los Incendios.....	56
9.1.- Fuego.....	56
9.2.- Clasificación de los Fuegos.....	56
9.3.- Factores que Contribuyen a los Incendios Industriales.....	57
I.10.- De La Normativa Implementada por el Ministerio de Energía y Minas.....	61
10.1.- Categorías de Niveles de Riesgos de acuerdo al M.E.M.	61
10.2.- Requerimientos Mínimos para Control de Riesgo en Plantas de Llenado de Cilindro de GLP exigidos por el M.E.M.....	64
10.3.- Normas y Reglamentos de Construcción y Operación de Plantas de Llenado de Cilindros, exigidos por el M.E.M.	66
I.11.- De Las Inspecciones de Seguridad.....	67
I.12.- Riesgos Asociados a las Plantas de Llenado de Cilindros de GLP.....	68
I.13.- Criterios a Considerar en el Análisis Cualitativo de Riesgo de Plantas de Llenado de Cilindros de GLP.....	69
Capítulo II Metodología.....	71
II.1.- Diagnóstico Sugerido en la Aplicación del Análisis Cualitativo de Riesgo.....	74
II.2.- Análisis Empleado en las Visitas a las Plantas de Llenado de Cilindros de GLP.....	75
Capítulo III Resultados.....	76
Resultado de las Visitas a las Plantas de Llenado.....	76
Gráficos de Resultados Obtenidos.....	80
Fotos de Áreas de Plantas Visitadas.....	82
Observaciones Fotográficas.....	94
	97
Capítulo IV Análisis de Resultados.....	
Capítulo V Conclusiones.....	99
Capítulo VI Recomendaciones.....	100
Capitulo VII Referencias Bibliográficas.....	101
Capitulo VIII Apéndice.....	102
Esquemas Recomendados en Aplicación de Análisis de Riesgo.....	102
Aspectos Aplicables de Prevención y Control de Riesgo.....	108

Anexo	127
Sumario de Normas Técnicas y Legales.....	127
Normas Covenin.....	127
Normas NFPA.....	128
Normas API.....	128
Normas de Fabricación.....	128
Leyes y Reglamentaciones.....	129
Figura N° 1 Proceso de Obtención del GLP.....	130
Figura N° 2 Fuentes de Suministro.....	131
Figura N° 3 Clasificación de Cilindros.....	132
Figura N° 4 Distribución de las Áreas de la Planta.....	133
Figura N° 5 Distanciamiento Mínimo de Seguridad.....	134
Figura N° 6 Rombos de Identificación y Riesgo para el Transporte de GLP.....	135
Tabla Anexa.- Diagrama de Eventos de Riesgo de Incendio por Áreas.....	136
Mantenimiento y Reparación de Cilindros para GLP.....	138
Planilla Resumen Puntos de Auditoría en Plantas de Llenado.....	139
Figura N° 7 Tanque Estacionario.....	140
Figura N° 8 Cadena de Comercialización.....	141
Entes Participantes en el Mercado Interno.....	142

LISTA DE FIGURAS Y FOTOS**FIGURAS**

Figura I.1 Sistema Integrado de Gestión de Mantenimiento.....	27
Figura I.2 Extintor sobre ruedas.....	38
Figura I.3 Extintor sobre ruedas.....	38
Figura I.4 Extintor portátil.....	39
Figura I.5 Extintor portátil.....	39
Figura I.6 Extintor portátil.....	39
Figura I.7 Extintor portátil.....	40
Figura I.8 Extintor portátil.....	40
Figura I.9 Extintor portátil.....	40
Figura I.10 Tetraedro del Fuego.....	56
Figura N° 1 Proceso de Obtención del GLP.....	130
Figura N° 2 Fuentes de Suministro.....	131
Figura N° 3 Clasificación de Cilindros.....	132
Figura N° 4 Distribución de las Áreas de la Planta.....	133
Figura N° 5 Distanciamiento Interna Mínima de Seguridad.....	134
Figura N° 6 Rombos de Identificación y Riesgo para el Transporte de GLP....	135
Figura N° 7 Tanque Estacionario.....	140
Figura N° 8 Cadena de Comercialización.....	141

FOTOS

FOTO N° 1 Sala de Bombas y Compresores.....	82
FOTO N° 2 Conexión a las líneas de flujo.....	82
FOTO N° 3 Bocas de trasiego de GLP.....	83
FOTO N° 4 Trasiego de camión tanque.....	83
FOTO N° 5 Trasiego de camión tanque.....	84
FOTO N° 6 Trasiego de camión tanque.....	84
FOTO N° 7 Tanque Estacionario.....	85
FOTO N° 8 Tanque Estacionario.....	85
FOTO N° 9 Conexión de Líneas de Flujo.....	86
FOTO N° 10 Conexión de Líneas de Flujo.....	86
FOTO N° 11 Plataforma de Llenado.....	87
FOTO N° 12 Plataforma de Llenado.....	87
FOTO N° 13 Sistema de Cierre Automático de la Balanza.....	88
FOTO N° 14 Lámpara y Conexión Antichispa.....	88
FOTO N° 15 Selección de cilindros para mantenimiento menor o mayor.....	89
FOTO N° 16 Pintura y valvulado de cilindros para el llenado.....	89
FOTO N° 17 Planta Eléctrica.....	90
FOTO N° 18 Bomba Contra Incendio.....	90

FOTO N° 19 Caseta de Vigilancia.....	91
FOTO N° 20 Unidad Bomberil y Servicios Generales.....	91
FOTO N° 21 Estacionamiento de Camiones Distribuidores.....	92
FOTO N° 22 Almacenamiento para Despacho.....	92
FOTO N° 23 Tanques de Almacenamiento Soterrados o "Mounded".....	93
FOTO N° 24 Conexiones de Alimentación y Suministro de GLP.....	93

LISTA DE TABLAS

Tabla I.1 Propiedades aproximadas del Gas Licuado de Petróleo (GLP).....	12
Tabla I.2 Constituyentes Típicos del Gas Natural.....	18
Tabla I.3 Límites de inflamabilidad de diferentes gases.....	19
Tabla I.4 Capacidad y Dimensiones de los Cilindros.....	31
Tabla I.5 Estadísticas de Fuentes de Ignición de Incendios Mayores.....	60
Tabla III.1.- Instalaciones Visitadas y Condición de la Visita.....	77
Tabla III.2.- Número y Ubicación de las Plantas de Llenado a Nivel Nacional.....	78
Tabla III.3.- Resultados Operacionales de las Visitas a las Plantas de Llenado.	79
Tabla VIII.1.- Valores de “C” según Hazen & Williams.....	110
Tabla VIII.2.- Tabla Equivalente de Longitud de Tubería, Válvulas y Accesorios Expresados en Longitud Equivalente de Tubería en Pies (m).....	110
Tabla VIII.3.- Distanciamiento Interno por Tipo de Planta.....	115
Tabla VIII.4.- Distanciamiento entre Tanques Superficiales.....	116
Tabla VIII.5.- Sistemas y Equipos Mínimos Aprobados para uso en los Recipientes.....	118
Tabla VIII.6.- Hoja para el Muestreo de Manejo de Volúmenes de GLP.....	121
Tabla Anexa.- Diagrama de Eventos de Riesgo de Incendio por Áreas.....	133

Símbolo	Significado
API	American Petroleum Institute
ASME	American Society of Mechanical Engineers
C	Consecuencia
c	Coefficiente de Fricción Hazen & Williams
°C	Grados Centígrados
Btu	British Thermal Unit (Unidad Térmica Británica)
cal	Calorías
cm ²	Centímetro cuadrado
COVENIN	Comité Venezolano de Normas Industriales
d	Diámetro
DMI	Dirección de Mercado Interno
DOT	Department of Transportation
gal	Galones USA
GLP	Gas Licuado de Petróleo
gpm	Galones por minuto
°F	Grados Fahrenheit
F	Frecuencia
H	Elevación o depresión
h	Altura del casquete
K	Coefficiente de Descarga específica para cada boquilla
Kcal	Kilocalorías
Kg	Kilogramos
KW	kilovatios
lb, lbs	Libras
lpm	Litros por minuto
lpc, lpc _a	Libra por pulgada cuadrada absoluta
L _{ET}	Longitud Equivalente de Tubería
NFPA	National Fire Protection Association
mg	Miligramo
M.E.M.	Ministerio de Energía y Minas
m ²	Metro cuadrado
mm	Milímetro
m ³	Metro cúbico
ΔP	Diferencial de presión por gradiente hidráulico
P	Presión
P _{Bq}	Presión mínima en las boquillas
P _F	Pérdida Total de Presión por Fricción
P _{FT}	Pérdida de Presión por Fricción en Tubería
P _{FET}	Pérdida de Presión por Fricción por Equivalente Tubería
P [*] _{FET}	Pérdida de Presión por Fricción por Equivalente Tubería para cada accesorio utilizado
P _P	Presión de Bombeo requerida
P _R	Pérdida de Presión por Fricción en los Rociadores
P _{RS}	Presión requerida del sistema de Hidrantes-Boquillas

π	Valor simbólico del número Pi
PQS	Polvo Químico Seco
ppm	Parte por millón
psi	Pound square inch (libras por pulgada cuadrada)
Q	Tasa o caudal
Q_{Bq}	Tasa o caudal por boquilla
seg	Segundos
T	Temperatura
TA	Tasa de Aplicación

INTRODUCCIÓN

El GLP posee una gran ventaja en comparación a otros combustibles, entre las cuales hay que mencionar: limpieza, economía, gran poder calorífico, fácil manejo y transporte y seguridad en su uso, razones por las cuales su aplicación está haciéndose extensiva a los diversos campos industriales, comerciales y domésticos.

Bajo presión moderada, el propano y el butano se licuan, pero al aliviarse la presión pasan inmediatamente a la fase gaseosa. A temperatura inmediatamente moderada baja, los gases se licuan. Generalmente los gases son almacenados y transportados presurizados en estado líquido. El escape del líquido a la atmósfera se traduce en vaporización instantánea, siendo el volumen del gas entre 200 y 300 veces el volumen del líquido escapado. En estado gaseoso, estos gases son más pesados que el aire y tienen un rango de inflamabilidad mas estrecho que el gas natural o manufacturado.

Las características ventajosas que se presentan en el manejo y utilidad del Gas Licuado del Petróleo, hacen que este tenga un auge vertiginoso en la vida cotidiana, en cuanto al uso y volúmenes de venta en el mercado interno. Sin embargo, el GLP presenta características de alta flamabilidad cuando se presentan fugas en presencia de una fuente de ignición, el cual es de difícil control una vez que se inicia el fuego; además de las altas presiones de almacenaje a temperaturas ambientales. Para que existan las condiciones de seguridad, en el manejo del GLP, necesarias que eviten riesgos de accidentes, que involucren pérdidas económicas y/o humanas, se presenta a continuación un **Diagnóstico de Seguridad** que permita determinar los requerimientos mínimos de control de riesgos aplicable a cualquier tipo de Planta de Llenado Cilindros de Gas Licuado de Petróleo (GLP), para que operen con los máximos niveles de seguridad en la distribución de cilindros en el mercado interno que minimicen dichos riesgos.

Este **Diagnóstico** combina la normativa legal y normativa técnica aplicables a la construcción y operación en condiciones seguras, de las operaciones de trasiego y almacenamiento del GLP, tomando en consideración los sistemas de control, prevención y extinción de incendio en concordancia con la tecnología utilizada para minimizar las consecuencias.

La manera de evitar y minimizar accidentes en cuanto a diseño, construcción, operación y mantenimiento en una planta de llenado de cilindros se basa un estudio completo de seguridad, tomando en consideración Análisis Cualitativo de Riesgo de las distintas áreas que conforman la planta, utilizando datos recurrentes que generen criterios de ubicación de equipos y procedimientos operativos para la activación de proyecto en construcción. El estudio abarca procedimientos de manejo seguro, normas técnicas aplicables nacionales e/o internacionales así como de normas legales aplicables (Resoluciones) de la Nación que cubran los requisitos mínimos de operatividad aplicadas por la División de Seguridad, Prevención y Ambiente de la Dirección de Mercado Interno del Ministerio de Energía y Minas.

De acuerdo a la estructura del mercado interno del GLP, las Plantas de Llenado operan bajo Resolución 704 del año 1960 y Resolución 290 del año 1977; éstas se encuentran en la fase de proyecto de actualización o de reforma, que paralelamente a este trabajo hago referencia y que se encuentra próxima a su aprobación a la fecha de realización del estudio.

El presente Trabajo de Grado, se establece como apoyo en la implementación y adecuación, de aquellas empresas dedicadas a la distribución del GLP en cilindros, que cuentan con la capacidad de cubrir con las regulaciones y aquellas que necesiten de ajustes y modificaciones, para que operen en Condiciones de Seguridad Aceptable.

I.- MARCO TEÓRICO:**I.1.- DE TERMINOLOGÍA DE RIESGO****1.1.- RIESGO DE INCENDIO⁴:**

Es la evaluación de probabilidad de incendio o explosión en función de la combustibilidad de los materiales, facilidades de propagación del incendio, generación de humo y vapores tóxicos.

1.2.- ANÁLISIS DE RIESGO⁰:

Es la evaluación cualitativa y cuantitativa de riesgo, tomando en cuenta la medida de pérdidas económicas, afectación ambiental o lesiones humanas, en términos de la probabilidad de ocurrencia de un accidente (frecuencia) y magnitud de las pérdidas, daño al ambiente o de las lesiones (consecuencias). En forma matemática podemos escribirlo como:

$$R = F \times C$$

Donde;

R : Es el riesgo

F : Es la frecuencia o probabilidad de la ocurrencia

C : Son las consecuencias

1.3.- ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS²:

Métodos descriptivos que permiten identificar y analizar posibles peligros que pueden desencadenar eventos con potencialidad de daños a trabajadores, ambiente, a la propiedad o a terceros.

1.4.- ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGOS²:

Método de ingeniería y formulaciones matemáticas, combinada en información estadística de fallas y ocurrencia de eventos, para producir resultados numéricos

de consecuencias de accidentes y su frecuencia o probabilidad de ocurrencia, usados para estimar riesgos a partir de los análisis cualitativos correspondientes.

1.5.- ANÁLISIS DE RIESGOS DE INCENDIOS²:

Es el método requerido para identificar los escenarios probables relacionados con fugas, escapes, incendios y explosiones de GLP y determinar las medidas de ingeniería, recursos y acciones para prevenir, detectar y controlar la ocurrencia de tales escenarios.

1.6.- CUANTIFICACIÓN DE RIESGOS³:

La medida más común de cuantificación de riesgos son aquellas llamadas Riesgo Individual y Riesgo Social, el cual combina la información de posibilidad y magnitud de las pérdidas o lesiones causadas por un peligro, descritas a continuación:

1.6.a.- Riesgo Individual:

Se puede definir como el riesgo a personas en las cercanías de un peligro, considerando la naturaleza de las lesiones al individuo, la posibilidad de que ocurra la misma y el período de tiempo en el cual esta pueda ocurrir.

El riesgo individual para un nivel de daño específico es calculado tomando en consideración las siguientes variables:

- i) La frecuencia del evento.
- ii) La probabilidad que los efectos del evento alcance localizaciones específicas. Este incluye variables climáticas y dirección del viento con los consecuentes cambios de dirección.
- iii) La probabilidad de que una persona pueda estar en un lugar.
- iv) La probabilidad de que una persona alcance una protección o escape desde una atmósfera peligrosa.

1.6.b.- Riesgo Social:

Es una relación entre la frecuencia y el número de personas de una población expuestas a un nivel específico de daños y lesiones esperados por la ocurrencia de un accidente. El cálculo de los riesgos sociales requiere la misma información y frecuencia de consecuencias que el riesgo individual, pero, además, esta requiere de la población en riesgo, alrededor de la instalación. El riesgo social para un nivel de daño específico es calculado tomando en consideración las siguientes variables:

- i) La frecuencia del evento.
- ii) La probabilidad que los efectos del evento alcance localizaciones específicas, considerando las variables climáticas y dirección del viento con los consecuentes cambios de dirección.
- iii) La probabilidad de que una persona pueda estar en un lugar.
- iv) La probabilidad que una persona alcance una protección o escape desde una atmósfera peligrosa.
- v) El número de personas afectadas por el evento.

1.6.c.- Riesgo Ambiental**1.7.- NIVELES DE RIESGO DE ACUERDO A LA CARGA CALÓRICA⁴:****1.7.1. Riesgo Leve:**

Es el riesgo presente en áreas cuya carga calorífica sea inferior a 250.000 Kcal/m² y/o donde se encuentran materiales sólidos que requieran, para comenzar su ignición, estar sometidos a una temperatura superior a los 200 °C, y/o líquidos con punto de inflamación superior a los 61 °C.

1.7.2. Riesgo Moderado:

Es el riesgo presente en áreas cuya carga calorífica está comprendida entre 250.000 Kcal/m² y 500.000 Kcal/m² y/o donde se encuentran:

- Materiales que por su punto de inflamación requieren estar expuestos a una fuente de calor o ignición durante un tiempo moderado.
- Líquidos cuyo punto de inflamación esté comprendido entre los 23 °C y 61°C.
- Sólidos y semisólidos que emitan gases inflamables.
- Sólidos que comienzan su ignición entre los 100 °C y 200 °C.

1.7.3. Riesgo Alto:

Es el riesgo presente en áreas cuya carga calorífica es superior a los 500.000 Kcal/m² y/o donde se encuentran:

- Materiales que a presión atmosférica normal y a temperatura ambiente pueden dispersarse rápidamente en el aire con posibilidad de inflamarse.
- Cualquier líquido o gas licuado a presión de vapor de 1 Kg/cm² y 23 °C.
- Materiales criogénicos.
- Materiales que pueden formar mezclas explosivas en el aire.
- Líquidos cuyo punto de inflamación sea inferior a 23 °C.
- Materiales de combustión espontánea en su exposición al aire.
- Sólidos capaces de inflamarse por debajo de los 100 °C.
- Materiales que al estar en contacto con el calor generan gases tóxicos o corrosivos que faciliten la propagación del fuego.

1.8.- ACCIDENTE¹:

Evento o secuencia de eventos no deseados e inesperados que causan lesiones personales y/o daños al medio ambiente y/o pérdidas materiales.

1.9.- EVENTO¹:

Suceso que envuelve el comportamiento de un equipo, una acción humana o un agente o elemento externo al sistema y que causa desviación de su comportamiento normal.

1.10.- SECUENCIA DE EVENTOS¹:

Secuencia no planeada de eventos específicos, compuesto de un evento iniciador y de eventos intermedios, que pueden finalizar en un accidente.

1.11.- EVENTO INICIADOR¹:

Falla o desviación del comportamiento esperado de un sistema o componente, capaz de convertirse en el comienzo del desarrollo de un accidente, a menos que intervenga un sistema u operación, que prevenga o mitigue al accidente.

1.12.- EVENTO INTERMEDIO¹:

Evento dentro de la secuencia de eventos de un accidente, que contribuye a la propagación del mismo, o contribuye a prevenir el accidente o mitigar las consecuencias.

1.13.- EMERGENCIA¹⁰:

Es una serie de circunstancias irregulares que se producen súbita e imprevistamente, que podrían originar daños a las personas, propiedad y/o al ambiente y que demandan acción inmediata.

1.14.- CLASIFICACIÓN DE LAS EMERGENCIAS¹⁰:

1.14.I. De acuerdo a su magnitud:

I.a) **Emergencia Menor**: es cualquier acontecimiento que, sin poner en peligro la vida de las personas, representa riesgo de daños a la propiedad y/o al ambiente y que están dentro de la capacidad de control de la empresa.

I.b) **Emergencia Seria:** es cualquier condición que ponga en peligro la vida de las personas y representa riesgos de daños a la propiedad y/o al ambiente y que estando dentro de la capacidad de control de la empresa requiera limitada ayuda externa.

I.c) **Emergencia Mayor:** es cualquier condición que ponga en peligro la vida de las personas, represente riesgo de daños a la propiedad y/o al ambiente y que rebase los recursos de la empresa, requiere auxilio exterior y/o movilización completa de los recursos.

1.14.II. De acuerdo a su origen:

II.a) Emergencia causada por fallas operacionales.

II.b) Emergencia causada por la naturaleza.

II.c) Emergencia causada por actos de terceros.

1.15.- EXPLOSIÓN¹:

Liberación masiva de energía que causa una discontinuidad de presión u onda de sobrepresión. Las explosiones pueden ser de tipo químico o físico. A su vez las explosiones de tipo químico pueden ser detonaciones o deflagraciones.

1.16.- BLEVE¹ (Roturas de Recipientes):

Las siglas BLEVE vienen de la definición en inglés “Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion” que traducido significa “Explosión por la Expansión de los Vapores de un Líquido en Ebullición”. Es la liberación repentina de una gran masa de un gas licuado presurizado o líquido sobrecalentado, debida a la rotura de un recipiente cuando su presión interna excede la resistencia de sus paredes.

Para que se produzca una BLEVE, son necesarias tres condiciones:

1.- Que la fase líquida esté sobrecalentada.

El estar sobrecalentado el gas significa que, al aumentar su presión aumentamos su punto de ebullición al almacenarlo, con lo cual si se reduce su presión a presión

atmosférica, toda la fase líquida pasaría a fase gaseosa, hervirá y se evaporará a temperatura ambiente.

2.- Que se produzca una caída brusca de presión en la fase gas.

Esta se puede dar por:

- El fallo de la resistencia mecánica del recipiente por un golpe o punción y por corrosión.
- Debilitamiento del material al calentarse excesivamente las paredes del tanque, debido a que se alcanzan los valores de la fluencia térmica.
- La apertura de una válvula de alivio sobredimensionada que libere incontroladamente una cantidad excesiva de presión.

3.- Que se den las condiciones de presión y temperatura que consigan la ebullición de toda la masa líquida de forma instantánea.

1.17.- EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA (UVCE)¹:

Por sus siglas en inglés “Unconfined Vapor Cloud Explosion”, la UVCE es el producto de la ignición instantánea de una gran nube de gas inflamable en el aire, que ocurre en un espacio libre, a una tasa lo suficientemente rápida para generar ondas de presión, que se propagan a través de dicha nube y el espacio que la rodea. Existen dos formas de propagación de la onda de presión: deflagración y detonación. La ocurrencia de detonaciones en un espacio libre, es estadísticamente menos frecuentes que la deflagración.

1.18.- JETFIRE (Chorro de Fuego)⁰:

Es una fuga de GLP ya sea desde una tubería, un tanque o una manguera, que podría conducir a un chorro incendiado si se derrama líquido o vapor a presión suficiente y alcance una fuente de ignición.

1.19.- FLASHFIRE (Llamarada-Fogonazo):

Es una fuga de GLP a través de algunos de los componentes básicos: tuberías, válvulas, empaaduras, mangueras, etc. en proporciones limitadas que se

desplaza lentamente y/o rápidamente entrando de manera temprana en contacto con una fuente de ignición ocasionando un incendio rápido.

1.20.- DEFLAGRACIÓN¹:

Explosión de una mezcla de aire-combustible cuyo frente de reacción avanza hacia adentro de la sustancia que no ha reaccionado a una velocidad menor que la del sonido y que produce una onda de sobrepresión con potencial de causar daños.

1.21.- DETONACIÓN¹:

Explosión de una mezcla de aire-combustible cuyo frente de reacción avanza hacia adentro de la sustancia que no ha reaccionado a una velocidad mayor que la del sonido y que produce una onda de sobrepresión con potencial de causar daños.

I.2.- DE LOS GASES DEL PETRÓLEO

2.1.- GASES LICUADOS DE PETRÓLEO (GLP)⁸:

Es una mezcla de hidrocarburos gaseosos a temperatura y presión ambiental, mantenida en estado líquido por aumento de presión y/o descenso de temperatura. Está compuesto principalmente por propano, butano y pueden en algunos casos contener propileno y butileno.

2.1.1.- Propiedades Físicas:

2.1.1.1.- Presión de vapor⁰:

Es la presión que, a la temperatura T de prueba, ejercen los vapores emanados de los gases del petróleo en estado líquido, contra las paredes del envase que los contiene, una vez que se ha establecido el equilibrio entre el líquido y su vapor.

2.1.1.2.- Gravedad específica del gas¹⁵:

Es la medida de la densidad del gas, a una temperatura T y presión P, comparada con la del aire a la misma temperatura T y presión P. En el caso de los gases licuados de petróleo, T y P son medidas a condiciones estándar: T = 60 °F y P = 14.7 lpca.

2.1.1.3.- Calor latente de vaporización¹⁵:

El calor latente de vaporización de una sustancia dada, es el necesario para hacer pasar la unidad de masa de la misma del estado líquido al gaseoso a una presión y temperatura dada.

2.1.1.4.- Punto inicial de ebullición²²:

Es la temperatura a la que su presión de vapor es igual a la presión externa. Al reducir la presión externa, disminuye el punto de ebullición de un líquido; al aumentar la presión externa, se eleva el punto de ebullición de los líquidos.

Tabla I.1.- Propiedades aproximadas del Gas Licuado de Petróleo (GLP)⁷

PROPIEDAD	PROPANO COMERCIAL (C₃H₈)	BUTANO COMERCIAL (C₄H₁₀)
Presión de Vapor (psig) a:		
70 °F	127	17
100 °F	196	37
105 °F	210	41
130 °F	287	69
Gravedad Específica (60°F)	0,504	0,582
Punto Inicial de Ebullición a 14,6 psia (°F)	-44	15
Peso por Galón de Líquido a 60 °F (lb)	4,20	4,81
Calor Específico del Líquido a 60 °F (Btu/lb)	0,630	0,549
Pies cu. de Vapor por Galón de Líquido a 60 °F	36,38	31,26
Pies cu. de Vapor por Libra a 60 °F	8,66	6,51
Gravedad Específica del Vapor a 60 °F (Aire = 1)	1,50	2,01
Temperatura de Ignición en el Aire (°F)	920-1120	900-100
Temperatura Máxima de la flama en el Aire (°F)	3595	3615
Calor Latente de Vaporización al Punto de Ebullición:		
- Btu por Libras	184	167
- Btu por Galón	773	808
Valores Caloríficos después de Vaporización:		
- Btu por Pie Cúbico	2488	3280
- Btu por Libra	21548	21221
- Btu por Galón	91502	102302

2.1.1.5.- Temperatura de ignición²⁷:

Es la Temperatura mínima a la que debe ser calentada una sustancia en el aire para que en ella se pueda iniciar y mantener una combustión independientemente de la fuente de calor. Se conocen ciertas variantes que afectan a las temperaturas de ignición de los líquidos y gases inflamables, como son la forma y dimensiones del espacio donde ocurre la ignición, el grado y duración del calentamiento, la clase de fuego de ignición y su Temperatura y la presencia de materiales que posean propiedades caloríficas o de otra clase.

2.1.1.6.- Ignición⁰:

Proceso de inicio de una combustión.

2.1.1.7.- Calor específico²⁷:

El calor específico, o más propiamente, la capacidad térmica o calorífica de una sustancia, es el número de unidades de calor necesarias para elevar la temperatura de una masa de dicho material un grado en cualquiera de las escalas, es decir, en Btu para elevar la temperatura en 1°F de una libra de la materia, y en calorías elevar a un gramo de esa materia 1°C.

Las cifras de calor específico tienen importancia para la protección contra incendios, pues indican la cantidad relativa de calor necesaria para elevar las temperaturas de ciertas materias a un punto peligroso, o la cantidad de calor que debe suprimirse para enfriar una sustancia caliente y ponerla a una temperatura de seguridad. Una de las razones de la eficacia del agua como agente extintor es que su calor específico es más alto que el de la mayoría de las otras sustancias.

2.1.1.8.- Densidad Relativa de vapor²⁷:

Es la masa de un volumen de vapor o gas comparado con el de aire seco de igual volumen, a las mismas condiciones de temperatura y presión. Una cifra inferior a 1 indica que el gas es más ligero que el aire y una cifra superior a 1

indica que es más pesado que el aire. Se puede usar la siguiente formula para calcular la densidad de un gas:

$$\text{Densidad Relativa del gas} = \frac{\text{Peso molecular del gas}}{28,98} \text{ [adimensional]}$$

El número 28,98 \approx 29, de la formula equivale al peso molecular medio del aire

2.1.1.9.- Relación de Expansión²⁶:

La relación de expansión del GLP, como un liquido, es de 1/270 a 1/1000 el espacio que podrían necesitar como un gas a temperatura normal, haciendo esto posible ser transportado como un líquido y luego ser usado como un gas. Esto significa que 1 pie cúbico de propano líquido se expandirá a 270 pie cúbico de propano gaseoso, de allí su alto poder explosivo.

2.1.1.10.- Punto de Inflamación⁰:

Temperatura mínima a la cual un líquido desprende vapores en concentración suficiente, para formar con el aire una mezcla inflamable cerca de la superficie del líquido, en donde la combustión de la mezcla solo se mantendría, si permanece una fuente de ignición en la superficie del líquido.

2.2- CLASIFICACIÓN DEL GAS LICUADO DE PETRÓLEO⁸:

Los gases licuados de petróleo se clasifican según su volatilidad en:

2.2.1. Propano Comercial: donde se requiere una alta volatilidad.

2.2.2. Butano Comercial: donde se requiere una baja volatilidad.

2.2.3. Mezcla Comercial Propano-Butano: cuando se requiere una volatilidad intermedia.

2.2.4. Propano para usos Especiales (HD5)*: para cumplir los requerimientos industriales específicos de alta volatilidad.

* GPA Standard 2140

2.3.- OBTENCIÓN DEL GLP⁰:

La principal fuente de obtención del Gas Licuado de Petróleo (GLP) es la mezcla de gases de petróleo producidos, ya sea por pozos petrolíferos o gasíferos. Estos gases, debidamente procesados en una Planta de Procesamiento de Gas Natural, dan como resultado el Gas Licuado de Petróleo (GLP). El proceso para la obtención del GLP se efectúa mediante las instalaciones siguientes: (Ver Anexo Fig. N° 1).

- 2.3.1. **Pozo Productor:** de donde se extrae el gas húmedo y petróleo.
- 2.3.2. **Separador:** por gravitación (por cambio de dirección e impacto) se separa el petróleo del gas húmedo.
- 2.3.3. **Tanque de Almacenamiento (Petróleo):** el petróleo se deposita en el fondo del separador de donde es conducido a este tanque.
- 2.3.4. **Conducto de Gas Húmedo:** el gas húmedo se concentra en la parte superior del separador al cual es conducido a través de un conducto.
- 2.3.5. **Planta de Absorción de Gasolina:** en esta planta el gas húmedo pasa a través de petróleo o kerosene que absorbe la gasolina natural y el gas licuable de petróleo, dejando libre al gas natural o seco que sale por la parte superior de la torre.
- 2.3.6. **Gasoducto:** este gas natural sigue el trayecto a los lugares donde se utiliza a través de gasoductos.
- 2.3.7. **Conducto de Kerosene Saturado:** el petróleo o kerosene saturado con gasolina natural y gases licuables se deposita al fondo de la torre de la planta de absorción de gasolina, donde es conducido a través de un conducto que los comunica con la torre de destilación.
- 2.3.8. **Torre de Destilación:** por ebullición se separa aquí la gasolina natural y el gas licuable del petróleo o kerosene absorbido.
- 2.3.9. **Conducto de Gasolina Natural y Gases Inflamables:** la mezcla de gasolina natural y gases licuables, denominada “crudo de gasolina” sale por la parte superior de la torre de destilación y se conduce a la torre estabilizadora.

2.3.10. **Torre Estabilizadora:** en esta torre la gasolina natural es removida del fondo como producto final y la mezcla de gases licuables de petróleo se obtiene de la parte superior, formada por propano y butano, denominada Gas Licuado de Petróleo.

2.4.- CONSTITUYENTES DEL GLP:

Los constituyentes principales del Gas Licuado de Petróleo dependen del origen de la planta que la procesa y del uso comercial. Para las Plantas de Llenado de Cilindros se utiliza una mezcla de **Propano Comercial**, ya que se ha estimado que esta mezcla proporciona un rendimiento calorífico adecuado para los múltiples usos del GLP (domestico, comercial e industrial).

Las variaciones en la composición, dependen de que el gas sea producido en plantas de procesamiento de gas natural o en refinerías, en las unidades de craqueo catalítico.

2.4.1.- Propano Comercial¹⁹:

Es una mezcla de hidrocarburos compuesta fundamentalmente de propano y propeno.

Porcentaje de la composición del Propano Comercial:

(Pruebas realizadas al Tanque D11-A de la Planta de Suministro de Ulé-Cabimas)

Etano (C2): 2,28 %

Presión de Vapor: 188 lppc

Propano (C3): 96,66 %

Gravedad Específica: 0,5048

Iso-Butano (I-C4): 0,98 %

Normal-Butano (N-C4): 0,08 %

2.5.- GAS NATURAL⁰:

Mezcla de hidrocarburos gaseosos formado fundamentalmente por metano y etano. Estos hidrocarburos necesitan de altas presiones y bajas temperaturas para

licuarlos a temperatura ambiente, por ello su distribución se realiza por medio de gasoductos.

2.6.- GAS NATURAL LICUADO (GNL) ¹:

Un fluido compuesto fundamentalmente de metano, que puede contener pequeñas cantidades de etano, propano, nitrógeno u otros componentes presentes en el gas natural, el cual se convierte en estado líquido mediante procesos de compresión o refrigeración. Conocido en inglés como “Liquefied Natural Gas” (LGN).

2.7.- LÍQUIDO DEL GAS NATURAL (LGN) ¹:

Un fluido en estado líquido compuesto fundamentalmente por propano, butano, pentano, gasolina natural y componentes más pesados los cuales son extraídos del gas natural, normalmente por procesos de refrigeración y procesos criogénicos a través de los cuales se separan los componentes de etano y más livianos, con contenidos menores de etano. Conocido en inglés como “Natural Gas Liquids” (NGL).

2.8.- LÍMITES DE INFLAMABILIDAD⁴:

Límite superior e inferior de concentración, a una temperatura y presión dada, de gases inflamables, vapores y polvos en el aire, expresados en porcentajes (%) de combustible por volumen, entre los cuales son capaces de arder.

2.9.- MERCAPTANOS (ETIL O METIL-MERCAPTANO)⁸:

Son compuestos de azufre con la fórmula general R₂SH, incoloros con un olor fuerte y repulsivo. Se utilizan como gases odorantes, en el GLP doméstico, comercial e industrial.

2.10.- REQUISITOS DEL GAS LICUADO DE PETRÓLEO⁸:

El GLP debe contener odorantes que permitan detectar por el olfato la presencia de éste, cuando la concentración del GLP sea la quinta parte del límite inferior de

inflamabilidad correspondiente al componente con el límite de inflamabilidad más bajo, salvo aquellos GLP destinados a usos especiales.

La proporción del odorante en los gases licuados de petróleo debe ser la siguiente:

Etil o metil-mercaptano: de 12 g/m³ a 17 g/m³ (14 ppm a 20 ppm) en GLP (líquido).

El odorante se dosifica en estado líquido y se mide en estado gaseoso.

Tabla I.2. Constituyentes Típicos del Gas Natural⁰

Categoría	Componente	Cantidad (%)
Hidrocarburo Parafínico	Metano (CH ₄)	70 – 98
" "	Etano (C ₂ H ₆)	1 – 10
" "	Propano (C ₃ H ₈)	Traza – 5
" "	Butano (C ₄ H ₁₀)	Traza – 2
" "	Pentano (C ₅ H ₁₂)	Traza – 1
" "	Hexano (C ₆ H ₁₄)	Traza – 0,5
" "	Heptano y mayores (C ₇ ⁺)	Nada – traza
Hidrocarburo Cíclico	Ciclopropano (C ₃ H ₆)	Trazas
" "	Ciclohexano (C ₆ H ₁₂)	Trazas
Hidrocarburo Aromático	Benceno (C ₆ H ₆)	Trazas
No-Hidrocarburo	Nitrógeno (N ₂)	Trazas – 15
"	Dióxido de Carbono (CO ₂)	Trazas – 8
"	Ácido Sulfúrico (H ₂ S)	17,3 mg/m ³ – 12 ppm
"	Helio (He)	Trazas – 5
"	Otros sulfuros y componentes hidrogenados	28 ppm – 36 ppm
"	Agua (H ₂ O)	112 mg/m ³ – 7 lb/10 ⁶ SCF

Tabla I.3. Límites de inflamabilidad de diferentes gases⁴

Compuesto	Límites de Inflamabilidad (Concentración en el aire, % en Volumen)
Propano Comercial	2,2 a 9,6
Propileno	2,4 a 11,1
Butano Comercial	1,6 a 8,6
Butileno	1,7 a 8,5
Iso-Butano	1,8 a 9,0
Mezcla 70% Propano - 30% Butano	2,2 a 9,2
Etano	3,0 a 12,5
Metano	5,3 a 14,0
Acetileno	2,5 a 81,0
Gas Natural	3,8 a 13,0

2.11.- CARGA CALÓRICA¹¹:

Es la cantidad de calor liberada por la combustión de los materiales presentes en un local, medida por unidad de área.

2.12.- DETERMINACIÓN DE LA CARGA CALORÍFICA¹¹:

Para determinar la carga calorífica, se multiplica el peso total de los materiales combustibles presentes de una misma clase de fuego, por su respectivo coeficiente de combustión (Cb) y se divide entre el área total del local considerado.

$$CC = \frac{Pt \times Cb}{AT}$$

Donde;

CC = Carga calorífica, expresado en Kcal / m².

Pt = Peso de los materiales presentes de una misma clase de fuego, en Kg.

Cb = Coeficiente de combustión para esa clase de fuego, expresado en Kcal / Kg.

AT = Área total, expresado en m².

2.13. PRODUCTOS DERIVADOS DEL GAS NATURAL. USOS²⁵:

En las plantas de tratamiento se eliminan las impurezas del gas natural; luego es sometido a un proceso criogénico en las plantas de extracción donde se separan, por una parte, el Gas Metano, que se envía a través de gasoductos hacia los grandes centros para su consumo o utilización y, por la otra, los Líquidos del Gas Natural (LGN), los cuales son enviados mediante poliductos a las plantas de fraccionamiento para obtener diferentes productos: etano, propano, butano, pentanos y hexanos, que serán utilizados posteriormente.

2.14. USOS DEL GAS NATURAL²⁶:

- En el sector petrolero, el gas natural se utiliza en programas de inyección en los pozos (levantamiento artificial por gas), con el propósito de suministrarle energía al fluido que está en el pozo. Asimismo, se inyecta en los yacimientos como método de recuperación secundaria, a fin de reponer la energía del yacimiento. También se inyecta en los yacimientos con el fin de conservarlo para usos futuros, además es utilizado como combustible para la generación de vapor y electricidad, y en otras operaciones de producción y refinación del petróleo.

- En el sector no-petrolero, el gas natural es utilizado como materia prima en la industria siderúrgica para obtener el hidrógeno requerido en la reducción del mineral de hierro. Asimismo en la industria petroquímica venezolana se utiliza como materia prima para la obtención de amoníaco, ácido nítrico, fertilizantes, etc. Además, se emplea como combustible en el sector doméstico y comercial (gas directo); de igual manera se utiliza como combustible para la generación de electricidad en la fabricación de aluminio, productos siderúrgicos, cementos y materiales de construcción, papel, cartón, textiles y vidrios. También se usa en los sistemas de refrigeración (aire acondicionado) de industrias, oficinas y complejos turísticos. El Gas Natural Vehicular (GNV) está formado por una mezcla gaseosa, con una proporción de metano mayor o igual a 80%.

2.15. USOS DE LOS LÍQUIDOS DEL GAS NATURAL²⁶:

Los Líquidos del Gas Natural (LGN) se separan por condensación de sus componentes: etano, propano, butanos, pentanos, hexanos, heptanos, etc. El etano, propano y butanos son utilizados como materia prima en la industria petroquímica: para la producción de plásticos y resinas que son a su vez empleados en la fabricación de innumerables artículos múltiples.

La gasolina natural, una mezcla de pentanos y hexanos, es utilizada para la producción de gasolinas para motores y con fines industriales (solventes, limpiadores o combustibles para lámparas de excursión).

I.3.- DE LA PLANTA DE LLENADO

3.1.- PLANTA DE LLENADO²:

Instalación física, debidamente autorizada por el Organismo Correspondiente, para el almacenamiento, envasado y venta de Gases Licuados de Petróleo (GLP) en Cilindros y a Granel a los Distribuidores, a las Estaciones de Servicio, al Público, y/o los Consumidores Finales por medio de personas jurídicas autorizadas por dicho Organismo, de acuerdo a lo establecido a las Normas Técnicas-Legales Vigentes.

3.2.- CLASIFICACIÓN DE PLANTAS DE LLENADO SEGÚN SU CAPACIDAD²:

3.2.a. Planta Tipo 1: Comprende las plantas de llenado de GLP provistas de tanques de almacenamiento cuya capacidad total no sea mayor de 113,55 M³ (30.000 Galones USA o 714,28 Bls) de agua.

3.2.b. Planta Tipo 2: Comprende las plantas de llenado de GLP provistas de tanques de almacenamiento cuya capacidad total sea mayor de 113.55 M³ (30.000 galones USA o 714,28 Bls) de agua y menor de 500 M³ (132.100 galones USA o 3145 Bls) de agua.

3.2.c. Planta Tipo 3: Comprende las plantas de llenado de GLP provistas de tanques de almacenamiento cuya capacidad total sea mayor de 500 M³ (132.1000 galones USA o 3145 Bls) de agua.

3.3.- DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS DE UNA PLANTA DE LLENADO²:

Independientemente de la categoría, todas las plantas de llenado están constituidas por las áreas siguientes:

3.3.a.- Área de Almacenamiento, Bombas y Compresores: Es el sitio o local donde se almacenan el GLP, distribuido de acuerdo a la ubicación de los tanques de almacenamiento con la sala de bombas y compresores para las operaciones de trasiego de dichos tanques.

- 3.3.b.- Área de Llenado: Es aquella estructura donde se efectúa el llenado y salida para la distribución de los cilindros. También donde se realizan las operaciones de control de la hermeticidad, inspección visual y peso de dichos recipientes.
- 3.3.c.- Locales de Servicio: Son aquellos entre los cuales se encuentran: taller de reparación y pintura de recipientes, garaje, conserjería, oficinas y vestuarios.
- 3.3.d.- Área Administrativa: Es el área donde se desarrollan las actividades de control y seguimiento de las actividades administrativas realizadas en la Planta, tanto para el personal que labora, como para la recepción y el despacho del suministro.

3.4.- ÁREA CLASIFICADA DE ACUERDO AL CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL⁹:

Tomando en consideración la presencia de vapores inflamables, se clasifica en:

3.4.1.- CLASE:

Clasificación de tipos de sustancias y/o gases presentes. Se dividen en:

- 3.4.1.a.- **Clase I:** Lugar en donde existan gases, vapores o neblinas en cantidad suficiente que produzcan mezclas explosivas o inflamables.
- 3.4.1.b.- **Clase II:** Lugar en donde existan polvos en cantidades suficientes que produzcan mezclas explosivas o inflamables.
- 3.4.1.c.- **Clase III:** Lugar en donde existan fibras en cantidades suficientes que produzcan mezclas explosivas o inflamables.

3.4.2.- DIVISIÓN:

Condiciones de las áreas de operación y sus niveles de riesgos. Se dividen en:

- 3.4.2.a.- **División I:** nivel de riesgo en áreas que en condiciones normales existan fugas o vapores debido a sus condiciones normales de operación (como sitios de

trasiego, plataformas para envasado), o por rotura o funcionamiento anormal de los equipos de proceso.

3.4.2.b.-**División II:** nivel de riesgo en áreas donde se manejan o se almacenan gases inflamables, pero que normalmente no existen concentraciones peligrosas, ya que se encuentran en recipientes herméticamente cerrados.

3.4.3.-GRUPO:

Son las características de explosividad de las mezclas inflamables de gases y vapores. La clasificación se divide en:

3.4.3.a.-**Grupos A, B, C y D** para sustancias químicas en lugares *Clase I*, lo cual involucra la determinación de presiones máximas de explosión, la distancia máxima de seguridad entre las piezas de una unión y la temperatura mínima de ignición de la mezcla atmosférica. La selección toma las características de inflamabilidad de varias mezclas y se agrupan de la siguiente manera:

Grupo A: Atmósferas que contienen acetileno.

Grupo B: Atmósferas que contienen cualquiera de los siguientes componentes: butadieno, óxido de etileno, hidrógeno, óxido propileno, gases fabricados que contienen más de 30% de hidrógeno (por volumen).

Grupo C: Atmósferas que contienen cualquiera de los siguientes componentes: acetaldehído, ciclopropano, dietil éter, etileno, isopreno, UDMH 1, 1 dietil hidracina, y gases o vapores de riesgo equivalente.

Grupo D: Atmósfera que contiene cualesquiera de los siguientes componentes: acetona, acrilonitrilo, amonio, benceno, butano, 1-butanol (alcohol butílico), 2-butanol (alcohol butílico secundario), n-butil acetato, isobutil acetato, etano, etanol (alcohol etílico), etil acetato, dicloruro de etileno, gasolina, heptanos, hexanos, metanos (gas natural), metanol (alcohol etílico), 3-metil-1-butanol (alcohol isomílico), metil etil ketona, metil isobutil ketona, 2-metil-1-propanol (alcohol isobutílico), 2-metil-1-propanol (alcohol butílico terciario), nafta de petróleo, octanos pentanos,

1-petanol (alcohol amílico), propano, 1-propanol (alcohol propílico), 2-propanol (alcohol isopropílico), propileno, estireno, tolueno, acetato de vinilo y cloruro de vinilo xilenos.

3.4.3.b.- **Grupos E, F y G:** para los materiales en lugares *Clase II*, lo cual involucra el apretar las uniones del conjunto y las aperturas de los ejes, para evitar la entrada de polvo en la caja a prueba de ignición de polvo.

3.5.- ÁREA NO-CLASIFICADA DE ACUERDO AL CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL⁹:

Se consideran aquellos espacios que cumplen lo siguiente:

- i. Adecuada e Inadecuadamente ventilados, donde las sustancias inflamables estén contenidas en sistemas cerrados de tuberías, adecuados y bien mantenidos, y no contengan válvulas, accesorios, bridas o artefactos similares.
- ii. Donde los materiales combustibles son manejados en recipientes adecuados, de acuerdo a la norma NFPA 30 (National Fire Protection Association).
- iii. Que rodean fuentes permanentes de ignición o superficies calientes tales como calderas, hornos, mechurrios, etc., dados que estos proveen la energía suficiente para incendiar una mezcla de gases o vapores inflamables. En el caso de fuentes de ignición intermitentes, la clasificación del área dependerá del análisis individual de cada situación.
- iv. Localizados encima de áreas *División 2* que están dentro de los siguientes casos:
 - Ubicación exterior sin ventilación restringida.
 - Dentro de un edificio cerrado o tablero de potencia para uso exterior o centro de control, cuyo nivel de piso está por encima del área *División 2* y con el espacio por debajo de piso bien sea relleno o abierto en al menos tres lados. Si el gas es más liviano que el aire, el piso no debe tener aberturas ni bordes inferiores.

La decisión de clasificar un área como División 1, División 2, o No-Clasificada, dependerá en parte del grado de ventilación del área estudiada. No está permitido suministrar ventilación a un área cerrada donde se manejan hidrocarburos, a fin de permitir su re-clasificación de Área Clasificada a No-Clasificada.

3.6.- VENTILACIÓN ADECUADA²⁴:

La ventilación adecuada (natural o artificial) será suficiente para prevenir la acumulación de cantidades significativas de mezcla en concentraciones por encima del 25% de su límite inferior de explosividad. El aire usado para ventilar deberá tomarse de un área cuya clasificación no sea mayor a un área a ventilar; donde sea posible, el aire deberá tomarse de un área no-clasificada.

Para determinar la ventilación adecuada, la concentración gas / vapor podrá considerarse homogénea, aunque se reconozca que puedan existir pequeñas “bolsas” de mayor concentración en la cercanía del escape.

3.7.- VENTILACIÓN INADECUADA²⁴:

Las áreas inadecuadamente son aquellas salas, edificios o espacios que no tengan un sistema de ventilación natural o mecánico que provean una ventilación como se indica en el área con ventilación adecuada.

3.8.- ZONA DE SEGURIDAD:

Es definida por el área alrededor de la cerca perimetral de la planta, en donde se presentan niveles de concentración de radiación calórica, sobrepresión y concentración de vapores inflamables, por encima de los valores máximos permitidos para terceros.

3.9.- SISTEMA INTEGRAL DE MANTENIMIENTO:

Figura N° I.1.- Sistema Integrado de Gestión de Mantenimiento

3.9.1. Mantenimiento: Su misión es mantener la operación de los procesos de producción y servicio de las instituciones sin interrupciones no programadas que causen retrasos, pérdidas y costos innecesarios, todo ello al menor costo posible.

3.9.2. Mantenimiento Predictivo: Consiste en el monitoreo continuo de máquinas y equipos con el propósito de detectar y evaluar cualquier pequeña variación en su funcionamiento, antes de que se produzca una falla.

3.9.3. Mantenimiento Preventivo: Inspección periódica de máquinas y equipos, para evaluar su estado de funcionamiento e identificar fallas, además de prevenir y poner en condiciones el equipo para su óptimo funcionamiento (limpieza, lubricación y ajuste). Es también en este tipo de mantenimiento, en el que se reemplazan piezas para las cuales el

fabricante del equipo ha identificado que tienen un número específico de horas de servicio.

3.9.4. Mantenimiento Correctivo: Conjunto de procedimientos utilizados para reparar una máquina ya deteriorada. Mediante el mantenimiento correctivo no solo se repara maquinaria ya deteriorada sino que se realizan ajustes de equipos cuyos procesos evidentemente tienen fallas. Muchas de las acciones de mantenimiento correctivo están determinadas por la imposibilidad habitual de tomar completo control preventivo, o bien por optar por medios inefectivos.

I.4.- DE LOS RECIPIENTES CONTENEDORES DE GLP

4.1.- RECIPIENTES⁵:

Contenedores a presión, diseñados, construidos y autorizados para almacenar y/o transportar Gases Licuados de Petróleo (GLP). Deben considerarse para el diseño, las temperaturas máximas que sean propias de las variaciones climáticas de la zona geográfica donde serán utilizados.

4.2.- CILINDROS⁵:

Son recipientes herméticos, transportables, de capacidad no mayor de 120 litros de agua y de una altura máxima de 1,5 mts construidos de acuerdo con las especificaciones de las Normas Técnicas Vigentes.

4.3.- CAPACIDAD DEL CILINDRO⁵:

La capacidad de un cilindro, cuando se especifique de otra manera, se referirá al volumen de agua, en estado líquido, que pueda contener a la temperatura de 15,6 °C (60 °F).

4.4.- ESPECIFICACIONES DE LOS CILINDROS DOT “DEPARTMENT OF TRANSPORTATION” (USA):

Un cilindro DOT 4BW 240 es un tipo de cilindro de acero soldado con costura longitudinal soldada en arco eléctrico, con una capacidad de agua (nominal) no mayor de 1000 lbs y una presión de servicio de entre 225 lpc y 500 lpc.

4.5.- PRESIÓN DE DISEÑO (SERVICIO) DE LOS CILINDROS DOT “DEPARTMENT OF TRANSPORTATION” (USA)¹³:

Representa la mayor presión a la cual el cilindro se encontrará sujeto mientras se encuentre en tránsito o en servicio, pero no es necesariamente la máxima presión a la cual este podría verse sujeto bajo condiciones de emergencia durante el transporte.

La presión de servicio estipulada para los gases licuados del petróleo, se basa en las presiones de vapor ejercidas por el producto en el interior del cilindro a dos temperaturas diferentes, la mayor de las cuales se convierte en la presión de servicio, como sigue:

- a) La presión del cilindro a 70 °F (21°C) deberá ser menor que la presión de servicio para la cual el cilindro se encuentra marcado.
- b) La presión en el cilindro a 130 °F (54,4°C) no deberá ser mayor que 5/4 de la presión para la cual el cilindro se encuentre marcado.

4.6.- TARA DEL CILINDRO⁵:

Especificación marcada con troquel sobre el casquete o semicapsula superior o en el protector soldado al recipiente correspondiente al peso de éste vacío, sin pintar y sin incluir el peso de la multiválvula.

4.7..- CLASIFICACIÓN DE LOS CILINDROS⁵:

Los cilindros referidos al almacenaje de Gas Licuado de Petróleo se clasifican en los siguientes tipos:

1. TIPO I: (Ver Anexo Figura N° 3)

Cilindro recto, formado por un cuerpo y dos casquetes semielipsoidales con relación de ejes de 2:1, un acople, un protector y una base de sustentación.

2. TIPO II: (Ver Anexo Figura N° 3)

Cilindro recto, formado por dos partes semicapsuladas, soldadas circunferencialmente, un acople, un protector y una base de sustentación. Los extremos de las semicapsulas deben ser de forma semielipsoidal con una relación de ejes de 2:1.

Tabla I.4.- Capacidad y Dimensiones de los Cilindros⁵

Cilindro	Contenido de GLP (Kg)	Volumen de Agua (Lts)	Diámetro Interior (d) (mm)		ha (mm)	hb (mm)	hp (mm)	R ₁ (%)	R ₂ (%)
			Mínimo	Máximo				Mínimo	
TIPO I	18	43 + 5%	304	308	25	40	125	55	75
	43	108+ 5%	367	372	25	78	125	75	95
TIPO II	10	24 + 5%	304	308	25	40	125	55	75
	18	43 + 5%	304	308	25	40	125	55	75

Donde:

ha: es la altura mínima entre el fondo del cilindro y el plano de apoyo de la base de sustentación en milímetros (mm).

hb: es la altura mínima de la base de sustentación en milímetros (mm).

hp: es la altura mínima del protector soldado en milímetros (mm).

R₁: es la relación entre el diámetro del protector y el diámetro del cilindro.

R₂: es la relación mínima entre el diámetro de la base de sustentación y el diámetro del cilindro.

4.8.- ACOPLE⁵:

Es la pieza de forma circular, con un orificio central que presenta una rosca cónica para gas que va soldada al recipiente y sirve para incorporar la multiválvula al cilindro. (Ver Anexo Figura N° 3)

4.9.- BASE DE SUSTENTACIÓN⁵:

Es el aro soldado en el extremo inferior que impide el roce del fondo del cilindro con el piso. (Ver Anexo Figura N° 3)

4.10.- PROTECTOR⁵:

Es el aditamento soldado a la parte superior del cilindro, cuya función es la de proteger la multiválvula. (Ver Anexo Figura N° 3).

4.11.- REVISIÓN PERIÓDICA Y MANTENIMIENTO¹³:

Las revisiones a que deben someterse los cilindros para gases licuados de petróleo, las cuales se deben llevar acabo cada vez que estos cumplan un período de siete años de servicio, o un período menor, cuando por razones técnicas así se requiera. El proceso de revisión periódica siempre involucra operaciones de mantenimiento menor o mantenimiento mayor dependiendo del estado del cilindro. Dichas operaciones se especifican en la Norma Covenin 3454.

4.12.- TANQUE ESTACIONARIO:

Es aquel recipiente, de almacenamiento para GLP, de capacidad mayor a 120 litros (0,120 m³) de agua a 60 °F, para uso indefinido en una ubicación en particular. Deben considerarse para el diseño, las temperaturas máximas que sean propias de las variaciones climáticas de la zona geográfica donde serán utilizados. (Ver Anexo Figura N° 7).

Estos deben estar provistos de los siguientes equipos de control:

- Válvula de llenado
- Válvula de servicio
- Válvula de seguridad
- Válvula de exceso de flujo
- Indicador de nivel rotativo, flotante o magnético
- Medidor de presión (Manómetro solo en tanques desde 500 Galones USA (1900 litros en adelante))
- Válvula de retorno de vapor
- Válvula de trasiego de líquido
- Indicador de nivel de tubo fijo o de máximo llenado
- Termómetro
- Sistema de enfriamiento (Sólo para tanques con capacidad total mayor a 2000 Galones USA (7600 litros))

4.13.- TANQUE SUPERFICIAL:

Es el recipiente fijo especialmente diseñado, autorizado por el ente correspondiente, y construido para contener GLP, cuyas paredes, excepto la base, están libres de contacto con cualquier material sólido que no constituye parte del revestimiento o de los accesorios del recipiente.

4.14.- REVISIÓN PERIÓDICA Y MANTENIMIENTO¹⁴:

Las revisiones a que deben someterse los tanques estacionarios, camiones-tanques y tanques remolques para gases licuados de petróleo, las cuales se deben llevar acabo cada vez que estos cumplan un período de diez (10) años de servicio, o un período menor, cuando por razones técnicas así se requiera. El proceso de revisión periódica siempre involucra operaciones de mantenimiento menor o mantenimiento mayor dependiendo del estado del tanque. Dichas operaciones se especifican en el Manual de Prueba de Recipientes.

I.5.- DE LOS SISTEMAS DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIO

5.1.- TABLERO CENTRAL DE CONTROL¹⁶:

Es un gabinete o conjunto modular de gabinetes que contiene dispositivos y controles eléctricos y/o electrónicos, necesarios para supervisar, recibir señales de estaciones manuales y/o detectores automáticos, y transmitir señales de alarma a los dispositivos encargados de tomar alguna acción.

5.2.- DETECTOR¹⁷:

Es un dispositivo automático diseñado para funcionar por la influencia de ciertos procesos físicos o químicos que precedan o acompañen cualquier combustión provocando así la señalización inmediata en el Tablero Central de Control para sistemas de detección y alarma de incendio.

5.3.- CLASIFICACIÓN DE LOS DETECTORES¹⁷:

Según el Fenómeno Detectado:

Detector de Calor:

Es un dispositivo sensible al calor, que funciona por efecto de temperatura fija y/o velocidad de incremento de temperatura.

Detector Óptico de Humo (Fotoeléctrico):

Es un dispositivo que funciona por efecto de las partículas visibles producidas en la combustión.

Detector de Humo por Ionización:

Es un dispositivo que funciona por efecto de las partículas visibles y/o invisibles producidas en la combustión.

Detector de Llama:

Es un dispositivo que funciona por efecto de la radiación infrarroja, ultravioleta o visible producida en un proceso de combustión.

Detector Especial:

Es un dispositivo que funciona por efecto de fenómenos distintos al calor, humo o energía radiante, producidos por un proceso de combustión.

Detector Combinado:

Es un dispositivo que funciona por efecto de más de uno de los fenómenos mencionados anteriormente.

Detector de Ducto:

Es un detector que se utiliza para detectar los productos de combustión dentro de los ductos de ventilación y aire acondicionado.

Según su Funcionamiento:Detector Puntual:

Es un dispositivo cuyo elemento sensor está concentrado en un lugar específico.

Detector Lineal:

Es un dispositivo en el cual la detección se realiza en forma continua a lo largo de toda su longitud.

Según su Operación:Detector No-Restaurable:

Es un dispositivo cuyo elemento sensor está diseñado para ser destruido al activarse, sin posibilidad de restauración.

Detector Restaurable:

Es un dispositivo cuyo elemento sensor puede o no ser destruido al activarse. La restauración puede ser manual o automática.

5.4.- ESTACIÓN MANUAL DE ALARMA:

Es un conjunto formado, por dispositivos mecánicos y eléctricos; montados en una caja cerrada, para transmitir una señal cuando una de sus partes integrantes es operada manualmente.

I.6.- DE LOS SISTEMAS DE PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIO

6.1.- SISTEMA DE AGUA PULVERIZADA:

Son sistemas que permiten la aplicación de agua en unas determinadas condiciones de distribución, tamaño de las gotas, velocidad y densidad, a partir de las boquillas especialmente diseñadas para aplicaciones específicas; se usan comúnmente en la protección de equipos de proceso y estructuras, tanques y recipientes de líquidos y gases inflamables, equipos eléctricos y rotativos.

En general, un sistema de agua pulverizada puede usarse eficazmente para lograr uno, o una combinación, de los siguientes objetivos:

- Protección contra incendios externos.
- Prevención del incendio.

6.1.1.- COMPONENTES:

El sistema de agua pulverizada deberá estar formado fundamentalmente por:

- Red de tuberías
- Válvulas de cierre
- Eyectores
- Filtros
- Manómetros
- Medios auxiliares para el funcionamiento manual
- Detección para la activación del sistema
- Fuente de suministro

6.2.- SISTEMA FIJO DE EXTINCIÓN CON AGUA:

Es un sistema para combatir incendios compuesto por una red de tuberías, válvulas y bocas de agua, con reserva permanente de agua y un medio de impulsión, exclusivo para este sistema, el cual puede ser tanque elevado, sistema de presión, bomba o una combinación de estos.

6.2.1.- COMPONENTES:

El sistema fijo de extinción de agua deberá estar formado fundamentalmente por:

- Tubería
- Suministro de agua
- Conexión siamesa
- Boca de agua
- Manguera
- Pitón
- Gabinete (Cajetín)
- Válvulas
- Almacenamiento de agua
- Bombas contra incendio

6.3.- EXTINTORES PORTÁTILES²¹:

Son aparatos de fácil transporte que contienen un agente extintor, que al ser accionados lo expelen bajo presión, permitiendo dirigirlo hacia el fuego.

6.3.1.- TIPOS DE EXTINTORES²¹:

Extintor Manual:

Es aquél que podrá utilizar el operador llevándolo suspendido de la mano y su peso no deberá exceder de 25 Kg de peso (agente extintor + cilindro y accesorios).

Extintor sobre ruedas:

Es aquel que debido a su peso (superior a 25 Kg) posee ruedas para su desplazamiento.

TIPOS DE EXTINTORES MANUALES

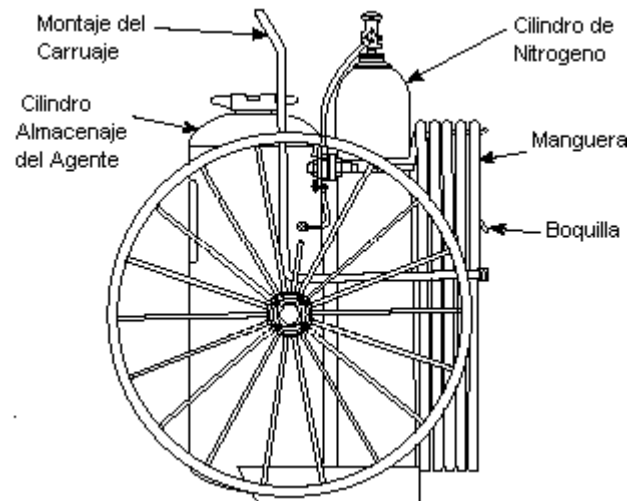


Fig. I.2.- Extintor sobre ruedas

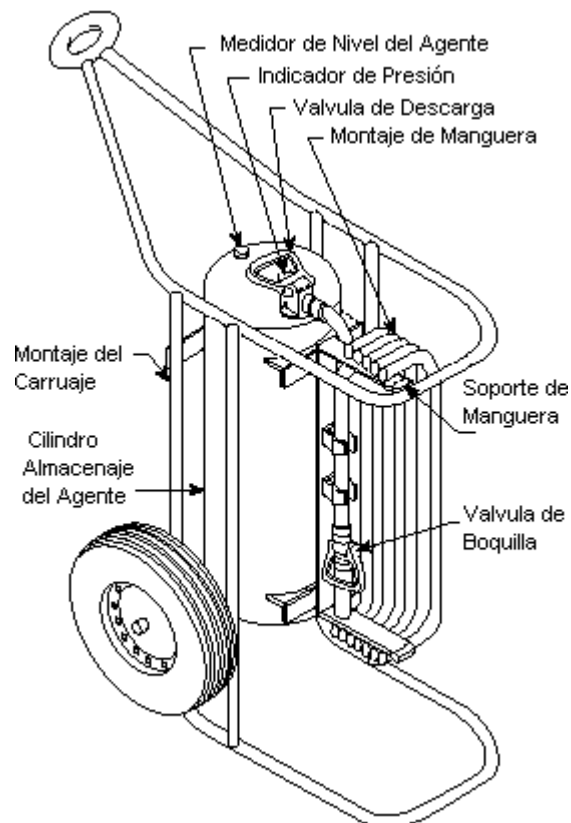


Fig. I.3.- Extintor sobre ruedas

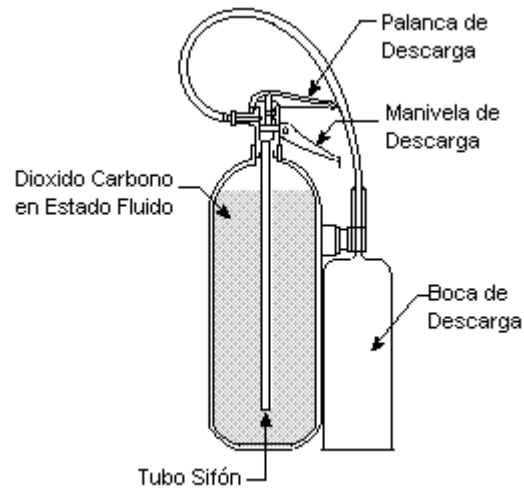


Fig. I.4.- Extintor portátil



Fig. I.5.- Extintor portátil

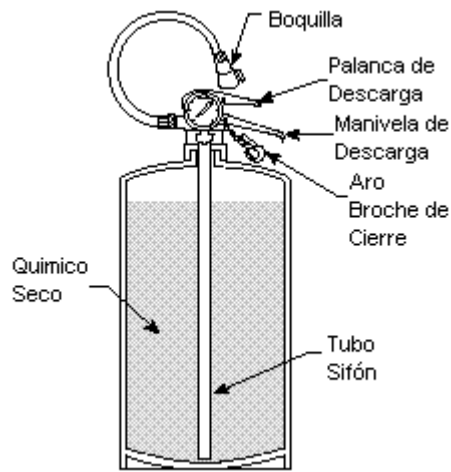


Fig. I.6.-Extintor portátil

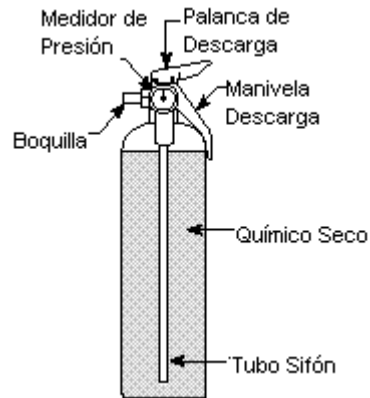


Fig. I.7.- Extintor portátil

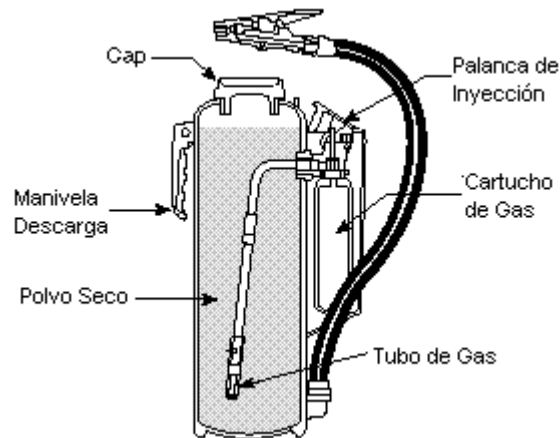


Fig. I.8.- Extintor portátil

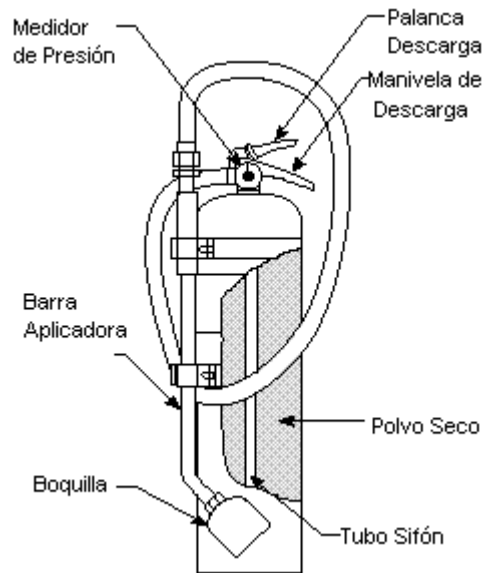


Fig. I.9.- Extintor portátil

I.7.- REQUISITOS DEL SISTEMA DE AGUA DE PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN

La decisión de instalar sistemas de agua contra incendio deberá obedecer a un análisis de riesgos en cada situación particular, basados en los requerimientos siguientes:

- I. Tiempo requerido para la actuación del sistema de protección.
- II. Efectividad del sistema de protección para el riesgo específico.
- III. Disponibilidad de personal para actuaciones de emergencia.

Los criterios básicos a regir en el diseño de los sistemas de agua contra incendios son:

7.1. Sistema de Suministro:

7.1.1. Fuentes de Suministro de Agua:

- .- Ilimitado, provenientes de fuentes naturales.
- .- Limitado, deberá disponerse de capacidad de almacenamiento.
- .- No será utilizado para otros fines.

7.1.2. Capacidad:

- .- En zonas remotas donde no exista una fuente ilimitada, se sugiere tener una capacidad de almacenamiento 4 horas.
- .- Reposición del 50% de la tasa máxima de descarga, en caso de no tenerlo se sugiere incrementar la capacidad de almacenamiento.
- .- En caso de mantenimiento del tanque, incrementar la capacidad de almacenamiento.

7.1.3. Calidad:

- .- Se podrá utilizar el agua tal como se recibe desde su origen, el equipo debe estar diseñado para tales efectos, previéndose: corrosión, abrasión, considerándose el uso de filtros, revestimientos adecuados, igualmente aditivos para evitar el crecimiento de algas y bacterias.
- .- Capacidad para formación de espuma contra incendio, debe de estar libre de aditivos químicos o contaminantes que impidan la adecuada formación y estabilidad de las espumas.
- .- En caso de dudas se debe exigir pruebas que certifiquen la calidad.

7.1.4. Requerimientos:

- .- Se determinan en función de tasas mínimas de aplicación.
- .- Las tasas se establecen en función de: separación entre equipos, tipo de riesgo presente y naturaleza de productos involucrados.

7.2. Sistema de Bombeo:

7.2.1. Capacidad:

- .- Deberá disponerse de un mínimo de dos grupos de bombeo, capaces de suministrar el 50% del caudal de diseño a la presión de descarga requerida por el sistema. Las bombas podrán ser accionadas por motores eléctricos, diesel o turbinas de motor.
- .- Adicionalmente deberá disponerse de bombas activadas por diesel en casos de falla que garanticen 100% de la capacidad de diseño.

7.2.2. Suministro Eléctrico:

- .- Confiable: Las bombas podrán ser accionadas por motores eléctricos. Adicionalmente de una bomba de reserva accionada por motor diesel, con capacidad eléctrica no menor a la de la bomba eléctrica de mayor capacidad.
- .- No confiable: Se recomienda uso de bombas accionadas con motores diesel.
- .- Los motores eléctricos de bombas contra incendio deberán conectarse al sistema eléctrico de emergencia de la instalación, siempre que sea factible. En todo caso, los cables eléctricos de alimentación al motor deberán estar protegidos de posibles puntos de incendio u otros daños, y el circuito de alimentación debe ser independiente del sistema eléctrico general de la alimentación.

7.2.3. Sistema de Arranque:

- .- Automático.
- .- Manual Remoto.
- .- Manual Local.

7.3. Sistema de la Red de Distribución:

- 7.3.1. Arreglo General: la configuración del sistema de distribución de agua, consiste de una red o malla formada por lazos cerrados.
- 7.3.2. Requerimientos Generales:
- 7.3.2.1.- El dimensionamiento de la red principal de tuberías será el resultado del cálculo hidráulico correspondiente.
- 7.3.2.2.- La velocidad del agua en las tuberías principales de la red de distribución, no será mayor de 3 m/seg.
- 7.3.2.3.- Las tuberías principales de la red no serán de diámetro inferior a 200 mm.
- 7.3.2.4.- Las tuberías principales de la red, se tendrán a nivel del terreno, convenientemente soportadas y ancladas, y sólo se enterraran en puntos críticos.
- 7.3.2.5.- Las tuberías serán de acero al carbono.
- 7.3.2.6.- Se prestará atención a la corrosión.
- 7.3.2.7.- No se instalarán conexiones permanentes a la red de agua, para usos diferentes al de combate de incendios.
- 7.3.2.8.- Se instalaran suficientes números de válvulas de seccionamiento, en función de criterios.
- 7.3.2.9.- Deberá disponer de una cantidad suficiente de drenajes.
- 7.3.2.10.- Deberán instalarse manómetros ubicados en sitios estratégicos.
- 7.3.2.11.- En edificios, laboratorios, talleres, depósitos y almacenes, el tendido de la red de agua contra incendio, deberá tener una ruta diferente a las de servicios, tales como vapor y gas.
- 7.3.2.12.- Las tuberías se pintarán de acuerdo a la Norma Covenin correspondiente (Nº 253).
- 7.3.3.- Hidrantes: El número de hidrantes a instalarse, dependerá del requerimiento de agua establecido, como sistema de protección de respaldo.
- 7.3.4.- Monitores: Son dispositivos fijos que permiten la aplicación de goma/espuma para combate de incendios, que pueden ser puestos

rápidamente sin necesidad de conectar mangueras, ni estar constantemente atendidos, por estas razones, en instalaciones con poco personal, se consideran dispositivos básicos de protección.

7.3.5.- Carrete de Mangueras: Son dispositivos que contienen unas mangueras enrolladas en un soporte o carrete o carrete metálico rotatorio, que permiten la rápida aplicación de agua por parte de un solo operador, su unidad fundamental es el control de fuegos incipientes en áreas con presencia habitual de personal.

7.3.6.- Gabinetes de Mangueras: Se instalarán en interiores de edificios.

7.4. Sistema de Rociadores Automáticos:

Constituyen sistemas fijos de extinción a base de agua, que facilitan una adecuada y eficaz protección de los riesgos de accidente, que involucren básicamente materiales sólidos ordinarios, que permiten controlar y confinar adecuadamente los eventuales incendios que ocurran. Se diseñarán de acuerdo a lo establecido en la Norma Covenin 1376; los aspectos básicos son los siguientes:

7.4.1.-Las tuberías y accesorios serán de acero al carbono.

7.4.2.-La válvula principal de bloque será de compuerta.

7.4.3.-Los rociadores serán de acero inoxidable, bronce u otro material adecuado.

7.4.4.-La válvula de bloque y la válvula automática del sistema de rociadores, deberán ubicarse fuera del área de riesgo y con fácil acceso para su mantenimiento.

7.4.5.-La tubería principal, deberá tenderse de modo que no resulte fácilmente afectadas por incendios y/o explosiones en la instalación. En lo posible, deberán adoptarse arreglos o configuraciones de tuberías simétricos.

7.4.6.-En la tubería de alimentación, deberá contemplarse la instalación de un filtro que evite la obstrucción y/o taponamiento de los rociadores.

7.4.7.-Los sistemas de rociadores tendrán previsiones para su lavado; los ramales deberán poseer una pendiente adecuada, para facilitar el drenaje del sistema.

7.4.8.-Espaciamiento, localización y ubicación (Ver Norma Covenin 1376).

7.4.9.-Área de cobertura por rociador (Ver Norma Covenin 1376).

7.5. Sistema de Agua Pulverizada:

En general, un sistema de agua pulverizada puede usarse eficazmente para lograr uno, o una combinación, de los siguientes objetivos:

- Extinción del incendio.
- Protección contra incendios externos.
- Prevención del incendio.

Los sistemas fijos de incendios se diseñaran de acuerdo a lo establecido en la Norma Covenin 1660, así como lo especificado en el Código NFPA 15, destacándose lo siguiente:

7.5.1.- Las tuberías serán de acero al carbono.

7.5.2.- La válvula de bloqueo será del tipo vástago ascendente y/o la válvula automática, se instalarán a una distancia que permita su operación en forma segura.

7.5.3.- Las boquillas rociadoras serán de acero inoxidable, bronce u otro material adecuado.

7.5.4.- El ramal principal de alimentación a las boquillas rociadoras, deberá tenderse de modo que no resulte fácilmente afectada por incendios y/o explosiones.

7.5.5.- Los ramales de distribución tendrán la configuración más directa y simple posible, evitando que interfieran con los accesos para mantenimiento de los equipos protegidos.

7.5.6.- No deberán existir puntos bajos en los ramales de alimentación y distribución en los que pueda quedar agua atrapada.

7.5.7.- El ramal principal de alimentación, dispondrá de un filtro para obstrucciones y/o taponamiento de las boquillas.

Aplicaciones:

- La instalación de sistemas de agua pulverizada, se justificará mediante un análisis de riesgo de la Planta.
- Para controlar la intensidad de un incendio, se deberán proteger con sistemas de agua pulverizada:
 - a.- Bombas que manejan líquidos inflamables, o líquidos combustibles a temperatura igual, o mayor que la de auto-ignición.
 - b.- Compresores que manejen gases inflamables y que no pueden ser alcanzados por monitores fijos.
 - c.- Llenaderos de camiones de gases licuados inflamables.

Nota: La tasa de aplicación de agua en todos los casos antes mencionados está indicada, considerando el área proyectada por los equipos y sus accesorios. En el caso de bombas y compresores, el área de aplicación deberá incluir la base de la bomba / compresor y una franja adicional de 1,5 metros alrededor de la periferia de dicha base.

- Cuando los análisis de riesgos indiquen la necesidad de protección frente al sobrecalentamiento, se deberán instalar en cilindros de almacenamiento presurizados (tanques de GLP).
- Si el sistema elegido para la aplicación en estructuras metálicas que soportan equipos de proceso es el agua pulverizada, las tasas mínimas de aplicación serán las siguientes:
 - I.- Elementos estructurales de soporte horizontal: 0,1 gpm/pie²
 - II.- Elementos estructurales de soporte vertical: 0,25 gpm/pie²
 - III.- Faldones metálicos de equipos de proceso: 0,1 gpm/pie²
- Los sistemas de agua pulverizada, podrán usarse para la prevención de incendios/explosiones mediante la dilución y dispersión de nubes de gases/vapores inflamables en instalaciones donde un análisis de riesgos así lo justifique.
- Operación y activación del sistema.

I.8.- REQUISITOS DE LOS SISTEMAS DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIO:

Un sistema de detección y alarma de incendio está constituido fundamentalmente por los siguientes componentes, todos deberán cumplir con las Normas Covenin 1041 y 1377:

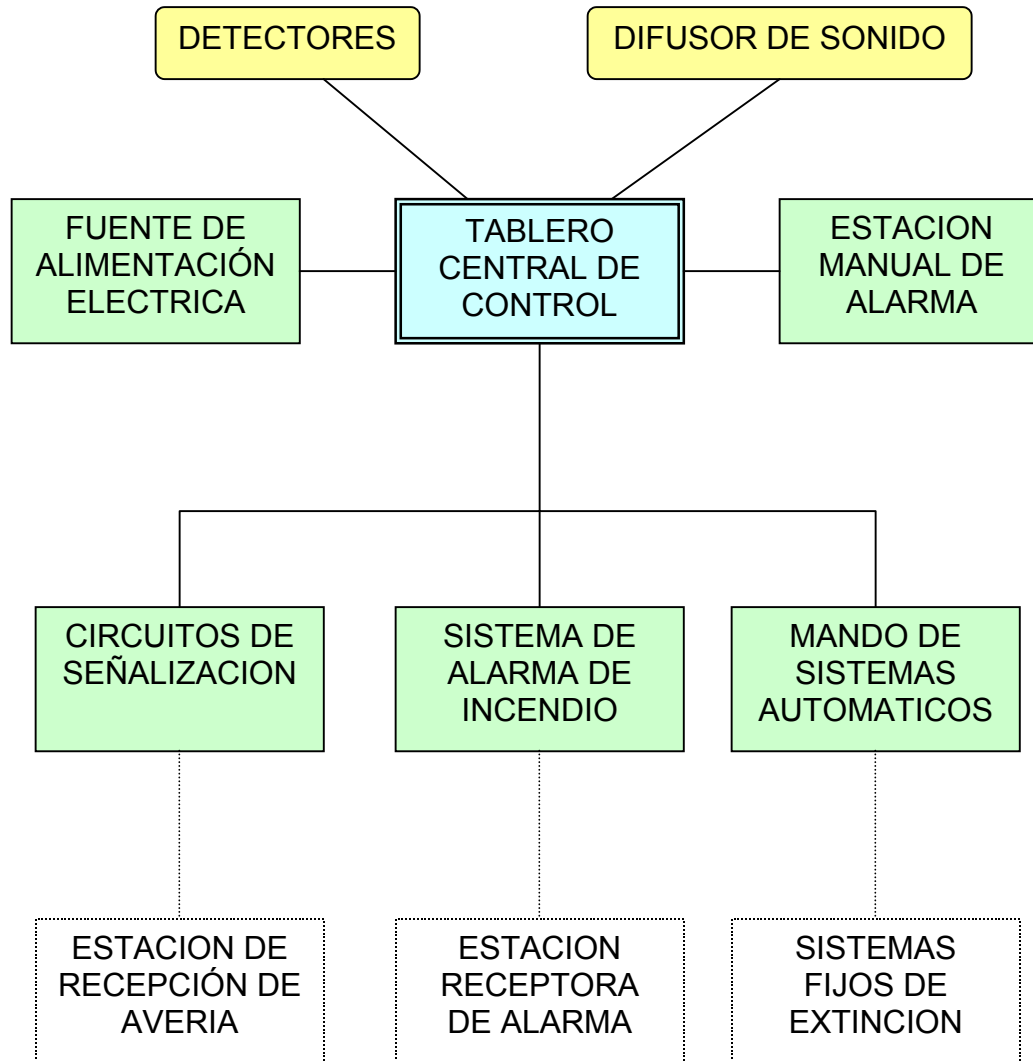


Fig. I.10.- Diagrama de los Componentes del Sistema de Detección y Alarma de Incendios

8.1.- Tablero Central de Control:

Es el componente neurálgico de un sistema de detección y alarma de incendio, el cual alimenta y supervisa todos los dispositivos y circuitos de detección y alarma. Este tablero contiene internamente los circuitos necesarios para recibir, convertir y emitir las señales de alarma en forma audible y visible (deberá cumplir con lo establecido en la Norma Covenin 1041).

En el diseño de un tablero central de control se destacan los aspectos siguientes:

- 8.1.1.- Deberá contener los dispositivos y circuitos necesarios para recibir y emitir las señales de alarma previa y general de incendio, señales de averías y señales supervisoras, en forma audible y visible.
- 8.1.2.- Tendrá luces para indicar:
 - 8.1.2.1.- Operación normal.
 - 8.1.2.2.- Señales de alarma de incendio (previa, general, corto circuito en circuito de detección).
 - 8.1.2.3.- Señal de avería, la cual cubre nivel de descarga de las baterías, corto circuito en el tablero, puesta a tierra, desconexión de los detectores y/o difusores de sonido, rotura de cable en circuito de: detección, alarma sonora, así como el resto del cableado del sistema. Tanto la ocurrencia de una avería en un circuito de detección como la recepción de una señal de detección de incendio, deberán ser indicadas con luces que identifiquen la zona (circuito) de detección.
- 8.1.3.- Tendrá controles operativos para iniciar y apagar alarmas por zonas, probar señales de alarmas, cancelar alarmas audibles y reponer el sistema.
- 8.1.4.- Cuando el tablero central de control esté localizado en la estación central de incendio, se deberán tomar provisiones para que los tableros remotos de incendio sean compatibles con la lógica circuital y la fuente de alimentación eléctrica de dicha estación central de incendio.

- 8.1.5.- Estará diseñado para funcionar correctamente, a tensiones entre el ochenta y cinco por ciento (85%) y el ciento diez por ciento (110 %) de su tensión nominal de alimentación.
- 8.1.6.- Los tableros centrales de control de los sistemas de detección y alarma que protegen edificaciones, deberán tener capacidad para transmitir instrucciones verbales.
- 8.1.7.- El tablero central de control deberá estar ubicado en un lugar permanentemente atendido. En aquellos casos donde se justifique, las señales de alarma y avería podrán ser dirigidas a un sistema supervisorio centralizado, ubicado en áreas permanentemente atendidas tales como: salas de control, estación de bomberos, etc..
- 8.1.8.- En aquellos casos donde el tablero central de control no pueda ser instalado en un sitio permanentemente atendido, se deberá enviar tanto la señal de alarma de incendio como la de avería a un tablero remoto, el cual estará ubicado en un lugar permanentemente atendido.
- 8.1.9.- El tablero podrá, además, iniciar acciones pre-establecidas, tales como: actuación del sistema de prevención y extinción de incendio, actuación de sistemas de ventilación y parada de equipos.

8.2.- Fuentes de Alimentación Eléctrica:

El suministro de energía eléctrica para el tablero de control central y los demás componentes del sistema, deberá provenir de dos fuentes de alimentación independientes. La fuente principal de alimentación deberá ser confiable, de capacidad adecuada, y su conexión al tablero de control, se realizará mediante circuitos exclusivamente dedicados y debidamente identificados.

Bajo condiciones de máxima carga, la fuente de alimentación de respaldo deberá tener suficiente capacidad para operar el sistema de detección durante 24 horas, y posteriormente al final de ese período, operar durante 10 minutos todos los dispositivos de anunciación de alarma usados para desalojo o para prestar

asistencia en el sitio de una emergencia, tal y como se establece en la Norma Covenin 1041. Se tendrán en cuenta las Normas Covenin 200, NFPA 70 y 72.

8.3.- Detectores de Incendio:

La selección del tipo de detector de incendio a ser utilizado en la protección de un determinado equipo o instalación, se basará en aspectos tales como: naturaleza del combustible, geometría del área protegida, factores ambientales, sensibilidad y tiempo de respuesta requeridos.

En función del efecto físico-químico en que se basa su activación, los detectores de incendio se clasifican en:

8.3.1.- Detectores de Calor: Los detectores de calor deberán cumplir con lo establecido en la Norma Covenin 1176 y 1382. A continuación se mencionan algunos de los aspectos generales que deberán considerarse en la selección de los detectores de calor:

8.3.1.a) Los detectores de calor, son generalmente más confiables que otros tipos de detectores por su forma de activación y menor requerimiento de calibración y mantenimiento. Sin embargo, su velocidad de respuesta es inherentemente lenta, por lo que su instalación es adecuada en áreas donde no se requiere una alta velocidad de respuesta.

8.3.1.b) El tipo de detector de calor por velocidad de incremento de temperatura, presenta una respuesta más rápida que el de temperatura fija.

8.3.1.c) Aplicación: los detectores puntuales de calor se utilizan principalmente para la protección de riesgos en espacios confinados.

8.3.1.d) Localización y Espaciamiento: los detectores puntuales de calor deberán distribuirse adecuadamente a fin de garantizar su activación en la fase incipiente de un incendio, teniendo en cuenta la buena práctica de ingeniería y las recomendaciones del fabricante. Entre los factores a considerar para la ubicación de estos detectores, se encuentran:

características de combustión del material, sensibilidad del detector, geometría del área protegida, temperatura ambiente, corrientes de aire y posibles obstrucciones.

8.3.2.-Detectores de Humo: los detectores de humo deberán cumplir con lo establecido en las Normas Covenin 1176, 1420 y 1443. A continuación se mencionan algunos de los aspectos generales que deberán considerarse en la selección de los detectores de humo:

8.3.2.a) Tienen mayor capacidad de restauración automática y de respuesta que los detectores de calor, sin embargo, los detectores de humo son más susceptibles a falsas alarmas, por lo que se instalarán en un arreglo de zonas cruzadas cuando activen sistemas fijos de extinción de incendios.

8.3.2.b) Aplicación: los detectores de humo se utilizan principalmente para la protección de riesgos en espacios confinados y son los más adecuados para detectar incendios de materiales sólidos que arden internamente. Por ello, resultan aplicables en ocupaciones tales como: oficinas, salas de control, equipos eléctricos, salas de computación y canalizaciones de cables eléctricos.

8.3.2.c) Localización y Espaciamiento: los detectores de humo, deberán distribuirse teniendo en cuenta la buena práctica de ingeniería y las recomendaciones del fabricante. Entre los factores a considerar están: características de combustión del material, sensibilidad del detector, geometría del área protegida, corrientes de aire y posibles obstrucciones.

8.3.3.-Detectores de Llama: los detectores de llama deberán cumplir con lo establecido en la Norma Covenin 1176. Los detectores deberán disponer de montajes ajustables para facilitar la graduación y ajuste del campo de

visión. Deberán ser orientados de forma que su cono de visión no resulte obstaculizado por elementos estructurales, u otros objetos opacos. A continuación se mencionan algunos de los aspectos generales que deberán considerarse en la selección de acuerdo al tipo de detector de llama:

8.3.3.1.- Detector Ultravioleta (UV): cuando se instalen en áreas exteriores, deberá utilizarse un arreglo en zona cruzada cuando los mismos activen sistemas automáticos de extinción de incendios, o sistemas de parada de emergencia. Deberán disponer de dispositivos para auto-supervisión automática, este requerimiento se debe a la posible disminución de la sensibilidad del detector por falta de limpieza del lente. Este resulta poco afectado por condiciones ambientales, tales como: corrientes de aire, lluvias o temperaturas extremas. Estos se usarán en instalaciones de alto riesgo, donde se almacenen o manipulen materiales inflamables o combustibles y exista la posibilidad de que ocurran incendios de rápida propagación. Deberán ser ubicados de manera que el cono de visión coincida con el horizonte; estos deberán ser orientados hacia abajo para cubrir el área de riesgo a proteger, y reducir la probabilidad de detectar radiaciones UV provenientes de la luz solar.

8.3.3.2.- Detectores Infrarrojos (IR): estos detectores son propensos a falsas alarmas generadas por destellos, reflejos de luces, o radiaciones de equipos calientes y deberán apantallarse adecuadamente para evitar estas señales de interferencia. Se podrán utilizar cuando existan fuentes de radiación ultravioleta en el área protegida, y cuando el material incendiado no produzca humos densos que absorban la radiación dentro del espectro infrarrojo, al cual es sensible el detector.

8.3.3.3.- Detectores Combinados Ultravioleta e Infrarrojo (UV-IR): es muy confiable debido a que posee alta velocidad de detección y son

menos propensos a falsas alarmas, tales como las provenientes de descargas atmosféricas (rayos) a equipos calientes. Estos deberán disponer de dispositivos de auto-supervisión automática.

8.3.3.4.- Detectores Duales Infrarrojo-Infrarrojo (IR-IR): este es más adecuado que el detector ultravioleta (UV) en aquellos casos en que éste último pueda estar afectado por arcos de soldadura.

8.4.- Estaciones Manuales de Alarma:

Las estaciones manuales de alarma son dispositivos de señalización que permiten notificar un situación de peligro y/o incendio en una instalación, y deberán cumplir con la Norma Covenin 758. El uso de éstas estaciones deberá estar restringido a la señalización de emergencias debidas a incendios, explosiones o escapes de sustancias peligrosas.

- a) Aplicación: Las estaciones manuales de alarma, se instalarán en áreas de riesgo potencial de incendio, tales como: unidades de proceso, áreas de almacenamiento, instalaciones portuarias, laboratorios, llenaderos de camiones, cuartos de control, central de computación, almacenes, depósitos, edificaciones y hangares.
- b) Ubicación y distribución: en edificaciones y otros recintos confinados, las estaciones manuales de alarma deberán estar ubicadas en sitios visibles y distribuidas en el área protegida de forma que no resulten obstruidas y sean fácilmente accesibles. Se colocarán en las vías normales de salida del área protegida:
 - Deberá colocarse al menos (1) una estación manual de alarma en cada nivel
 - En las vías de escape, cercanas a las salidas de la edificación.
 - En áreas industriales al aire libre, las estaciones manuales de alarma se ubicarán en la periferia de la instalación, junto a las vías normales de paso y en el exterior de las salidas del edificio de control.

- La distribución de las estaciones manuales, se realizará de forma que la distancia máxima a recorrer sea de 50 metros en áreas de procesos y de 100 metros en áreas de almacenamiento.

c) Instalación:

- En áreas clasificadas, las estaciones manuales de alarma deberán cumplir con la Norma Covenin 200.
- Las estaciones manuales de alarma podrán instalarse en paredes, postes y estructuras metálicas. Se recomienda pintar de color rojo los postes o estructuras sobre las cuales éstas se instalen para facilitar su rápida localización.
- Las estaciones manuales, deberán instalarse a una altura mínima de 1,15 metros y máxima de 1,50 metros sobre el nivel del piso. Los elementos usados para su fijación (pernos), deberán ser independientes de los utilizados para los dispositivos que componen la estación manual.
- Las estaciones manuales de alarma que necesiten ser empotradas para su instalación, deberán sobresalir como mínimo 1,5 centímetros de la superficie de empotramiento.
- Las paredes metálicas deberán protegerse adecuadamente contra la corrosión, atmósfera marina y otras sustancias presentes en el ambiente. Todas aquellas partes construidas en acero inoxidable, no requieren de tal protección adicional.

8.5.- Difusores de Sonido:

Los difusores de sonido deberán poder ser activados manual, o automáticamente en el caso de una alarma de incendio, y estarán estratégicamente ubicados para asegurar una máxima cobertura en la instalación. La señal de alarma se deberá activar inmediatamente que se detecte una situación de emergencia.

La señal de alarma previa para sistemas que protegen un riesgo individual, se deberá activar automáticamente a través de los detectores, e indicará la zona

afectada. Su indicación deberá aparecer en el tablero de control mediante luz y sonido; y este último será diferente al de otras alarmas.

La señal de alarma general se activará en forma manual o automática cuando se detecte una emergencia. Esta señal será audible, variando su frecuencia y tono de acuerdo con lo establecido en los planes de emergencia de cada instalación. La señal de alarma de transmisión de voz, utilizada generalmente en edificaciones para emitir instrucciones verbales a los ocupantes, será operada desde el tablero central de control, o desde la estación central de incendio.

8.6.- Circuitos de Señalización:

Estos circuitos deberán transmitir las señales de alarma y averías, desde los puntos de origen al tablero de control, tablero central y/o estación central de incendio

8.7.- Sistemas de Alarma de Incendios:

Los sistemas de alarma de incendios permiten notificar los incendios producidos en una instalación, alertando al personal encargado del combate. Éste deberá ser lo más sencillo posible, a fin de evitar confusiones en el momento de la emergencia. El diseño usualmente preferido consiste en un sistema codificado de señales, con indicación en un lugar de presencia permanente de personal (sala de control, estación de bomberos), que permite activar uno o más difusores de sonido. La indicación se realizará preferiblemente en un panel gráfico en que se representen las diferentes áreas o zonas, que constituyen la instalación protegida. Los sistemas de alarma de incendio deberán cumplir con lo establecido en la Norma Covenin 1041a.

I.9.- DE LOS INCENDIOS

9.1.- FUEGO²⁸:

Se puede definir como una reacción química del oxígeno con un combustible, en la que se produce conjuntamente calor y llamas. Comienza cuando un material combustible se calienta hasta una temperatura suficientemente elevada, en presencia de un agente oxidante provocando una reacción química en cadena desinhibida. Así pues, para que exista fuego son cuatro los factores que tienen que hallarse presentes y éste se le llama *el Tetraedro del Fuego*.

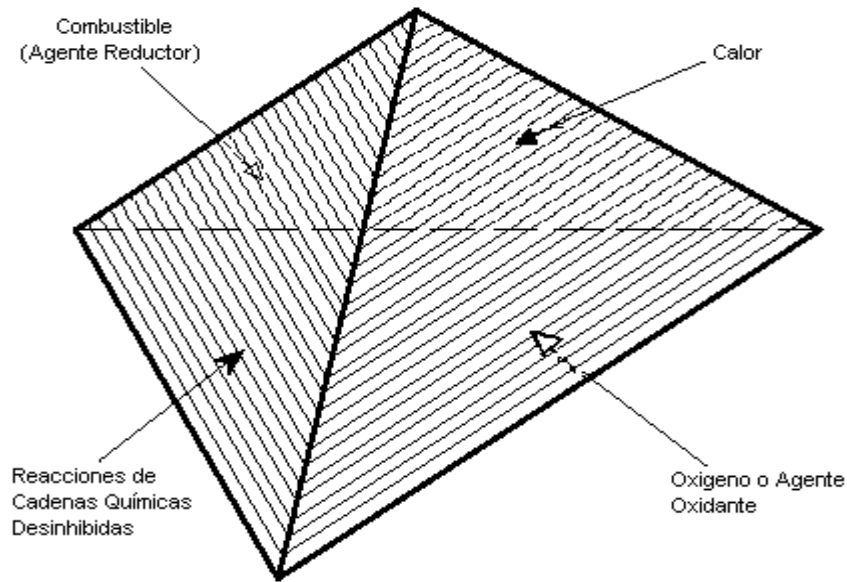


Fig. I.11.- Tetraedro del Fuego

9.2.- CLASIFICACIÓN DE LOS FUEGOS²¹:

Según la naturaleza de los materiales combustibles e inflamables se clasifican en:

9.2.a.- Clase "A":

Fuegos de materiales combustibles sólidos comunes, tales como: Madera, Textiles, Papel, Caucho y Plásticos Termoestables.

9.2.b.-Clase "B":

Fuego de líquidos inflamables o combustibles, gases, grasas y plásticos termoplásticos.

9.2.c.- Clase “C”:

Fuegos en presencia de equipos e instalaciones eléctricas energizados.

9.2.d.-Clase “D”:

Fuegos de metales reactivos tales como: Magnesio, Sodio, Potasio, Circonio y Titanio.

9.3.- FACTORES QUE CONTRIBUYEN A LOS INCENDIOS INDUSTRIALES²³:

En la Tabla I.6 se muestran estadísticas de los distintos orígenes de incendios. Entre éstos se encuentran los siguientes:

9.3.a) Los Fósforos y el Fumar:

Los cigarrillos, las brasas de pipa y los puros dejados y arrojados descuidadamente, son una de las principales causas de incendios industriales. Las zonas de **PROHIBIDO FUMAR** deberán marcarse en forma clara con letreros alusivos, y tal disposición deberá imponerse con rigor.

9.3.b) Orden y Limpieza:

Muchos de los incendios en las industrias son el resultado del acumulamiento de ropas, trapos, estopas y otros materiales combustibles de desechos, impregnados de aceites o pinturas. Estos materiales deben depositarse en recipientes incombustibles, provistos de tapas que se proporcionen para este fin y que se vacían diariamente. La estopa limpia es especialmente inflamable y deberá guardarse en tambores o recipientes metálicos con tapa. En los lugares de almacenamiento de estos materiales deben tenerse disponibles cubetas para agua, mangueras o extintores para combatir el fuego Clase “A”.

9.3.c) Superficies Sobrecalentadas:

Con frecuencia se desarrollan incendios graves por recalentamiento de rolineras y ejes de transmisión de fuerza, en edificios donde se acumulan polvos e hilaza.

9.3.d) Combustión Espontánea:

Es el resultado de reacciones químicas que generan un lento desprendimiento de calor, a causa de la oxidación de combustible. Estos desprendimientos, bajo ciertas condiciones, se aceleran hasta alcanzar la temperatura de ignición del combustible. Tal condición se produce únicamente donde habiendo aire suficiente para la oxidación, no hay ventilación suficiente para disipar el calor a medida que se va generando.

9.3.e) Electricidad Estática:

Las chispas o descarga que se producen por la acumulación de la electricidad estática, son una causa común de ignición accidental. El peligro estriba en la generación potencial estático con capacidad de chispa suficiente para inflamar vapores, gases y polvos combustibles. El peligro es más grande en climas fríos y secos que en climas húmedos y cálidos, porque estos últimos forman una capa húmeda sobre las superficies, haciéndolas buenas conductoras para descargar la electricidad estática.

Electricidad estática es una carga eléctrica que se acumula en la superficie de un objeto. Las cargas estáticas se producen por fricción entre partículas pequeñas, por inducción electrostática de un conductor cargado o por contacto y separación de dos sustancias de las cuales una o ambas sean no conductoras. Los términos “Conectado” o “A Tierra” se han empleado con frecuencia como equivalentes, por mala comprensión del valor de las diferentes funciones señaladas. La conexión se efectúa para eliminar la diferencia de potencial estático entre los objetos. La conexión a tierra, sirve para eliminar la diferencia de potencial estático entre un objeto y tierra. Las conexiones entre sí y la tierra son aplicadas en forma eficaz, únicamente entre cuerpos conductores.

9.3.f) Equipos Eléctricos:

El sobrecalentamiento de éstos y los arcos que se forman a causa de cortocircuitos en los equipos eléctricos instalados o mantenidos impropriamente, son dos de las principales causas de incendios industriales. En donde existen gases, vapores o polvos altamente inflamables que pudieran inflamarse, solamente debe usarse equipo apropiado a prueba de explosión.

9.3.g) Ambientes Explosivos – Polvos:

Siempre que se reduce a polvo algún material capaz de arder u oxidarse con facilidad, y cuando se maneje o produzca polvo en el proceso de manufactura de estos materiales, existe peligro de explosión de esos polvos.

Hay dos formas de prevenir las explosiones de polvos: evitar las formaciones de mezclas explosivas de polvos y aire, y prevenir la ignición de tales mezclas, si no es posibles evitar su formación.

9.3.h) Gases Inflamables:

Son comunes en la industria de los gases que son inflamables con el aire o con el oxígeno. Algunos de estos son: acetileno, propano-butano, butano, hidrógeno, monóxido de carbono, metano, gas natural.

9.3.i) Soldadura:

Siempre que sea posible, la soldadura y el corte con gas, sólo debe hacerse en locales especiales a prueba de incendio, con el piso de lámina metálica. No deberá permitirse la soldadura o el corte con gas dentro o cerca de las áreas que contengan cualquier líquido, gas o polvo inflamable. Se tendrá siempre fácilmente accesible el equipo apropiado contra incendio, según la peligrosidad de que se trate.

Tabla I.5.- Estadísticas de Fuentes de Ignición de Incendios Mayores²⁹

Origen	% Ocurrencia
Eléctricos (embobinados de motores)	23
Fumar	18
Fricción (rodamientos y partes rotas)	10
Materiales sobrecalentados	8
Superficies calientes (calor, calderas, lámparas, etc.)	7
Llamas de quemadores (uso impropio de antorchas, etc.)	7
Chispas de combustión	5
Ignición espontánea (basura, vegetación, etc.)	4
Cortando y soldando(chispas, arcos, calor, etc.)	4
Exposición (incendios que se traspasan a nuevas áreas)	3
Incendiarismo (fuegos maliciosos)	3
Chispas mecánicas (esmeriles, etc.)	2
Fugas de sustancias muy calientes	2
Acción química (procesos descontrolados)	1
Chispas por electricidad estática	1
Descargas eléctricas atmosféricas	1
Misceláneos	1

I.10.- DE LA NORMATIVA IMPLEMENTADA POR EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS (M.E.M.)

10.1.- CATEGORÍAS DE NIVELES DE RIESGOS DE ACUERDO AL M.E.M.:

10.1.1. Riesgo Muy Alto: Planta que presenta las condiciones siguientes:

10.1.1.1. Ubicada en zonas pobladas y que carezca como mínimo de uno (1) o más, o presenta deficiencias, en todos los elementos de control que se mencionan a continuación:

10.1.1.1.1.- Sistema de Enfriamiento en Tanques Estacionarios de GLP.

10.1.1.1.2.- Planes y Programas de Mantenimiento de Equipos y Sistemas de Protección.

10.1.1.1.3.- Planes y Programas de Mantenimiento de Equipos y Sistemas de Almacenamiento y Manejo de GLP.

10.1.1.1.4.- Planes y Programas de Inspecciones de Seguridad, Higiene y Ambiente.

10.1.1.1.5.- Análisis de Riesgos.

10.1.1.2. Ubicadas en zonas despobladas o industriales y que carezcan de dos (2) o más, o que presente deficiencias en todos los elementos de control que se mencionan a continuación:

10.1.1.2.1.- Sistema de Enfriamiento en Tanques Estacionarios de GLP.

10.1.1.2.2.- Planes y Programas de Mantenimiento de Equipos y Sistemas de Protección

10.1.1.2.3.- Planes y Programas de Mantenimiento de Equipos y Sistemas de Almacenamiento y Manejo de GLP.

10.1.1.2.4.- Planes y Programas de Inspecciones de Seguridad, Higiene y Ambiente.

10.1.1.2.5.- Análisis de Riesgos.

10.1.1.2.6.- Planes de Emergencias y Contingencias.

10.1.1.2.7.- Brigada para Control de Emergencias

10.1.1.2.8.- Programa y Desarrollo de Simulacros de Emergencias de Fugas, Incendios y Explosiones.

10.1.1.3. Cualquier planta ubicada en área poblada y que se encuentre operando por encima de la capacidad de diseño original aprobado por el M.E.M.

10.1.2. Riesgo Alto: Planta que presenta las condiciones siguientes:

10.1.2.1. Ubicadas en zonas pobladas y presenta deficiencias, en todos los elementos de control que se mencionan a continuación:

10.1.2.1.1.- Sistema de Enfriamiento en Tanques Estacionarios de GLP.

10.1.2.1.2.- Planes y Programas de Mantenimiento de Equipos y Sistemas de Protección

10.1.2.1.3.- Planes y Programas de Mantenimiento de Equipos y Sistemas de Almacenamiento y Manejo de GLP.

10.1.2.1.4.- Planes y Programas de Inspecciones de Seguridad, Higiene y Ambiente.

10.1.2.1.5.- Análisis de Riesgos.

10.1.2.1.6.- Planes de Emergencias y Contingencias.

10.1.2.1.7.- Brigada para Control de Emergencias

10.1.2.1.8.- Programa y Desarrollo de Simulacros de Emergencias de Fugas, Incendios y Explosiones.

10.1.2.2 Ubicadas en zonas despobladas o industriales que presente deficiencias en todos los elementos de control que se mencionan a continuación:

10.1.2.2.1.- Sistema de Enfriamiento en Tanques Estacionarios de GLP.

10.1.2.2.2.- Planes y Programas de Mantenimiento de Equipos y Sistemas de Protección

10.1.2.2.3.- Planes y Programas de Mantenimiento de Equipos y Sistemas de Almacenamiento y Manejo de GLP.

10.1.2.2.4.- Planes y Programas de Inspecciones de Seguridad, Higiene y Ambiente.

10.1.2.2.5.- Análisis de Riesgos.

10.1.2.2.6.- Planes de Emergencias y Contingencias.

10.1.2.2.7.- Brigada para Control de Emergencias

10.1.2.2.8.- Programa y Desarrollo de Simulacros de Emergencias de Fugas, Incendios y Explosiones.

10.1.2.2.9.- Procedimientos Operacionales

10.1.2.2.10.- Programa, Desarrollo y Registros de Charlas de Seguridad

10.1.2.2.11.- Procedimientos y Prácticas para Ejecución de Trabajos Seguros.

10.1.2.3. Cualquier planta ubicada en zona despoblada o industrial y que se encuentre operando por encima de la capacidad y condiciones de diseño aprobado por el M.E.M.

10.1.3. Riesgo Medio: Cualquier Planta ubicada en zona despoblada, industrial o poblada que se encuentre operando con la capacidad de diseño y condiciones aprobado por el M.E.M. y presente las dos (2) condiciones siguientes:

10.1.3.1. Mantenga adecuados y disponibles todos los equipos y sistemas operacionales y de prevención y control de riesgos.

10.1.3.2. Presente deficiencia en uno (1) o mas elementos de los sistemas gerenciales y administrativos de control de riesgos.

10.1.4. Riesgo Aceptable: Cualquier planta ubicada en zona despoblada, industrial o poblada que se encuentre operando con la capacidad y condiciones de diseño aprobado por el M.E.M. y disponga de los treinta y tres (33) elementos de control de riesgos, establecidos como “Requerimientos Mínimos para Control de Riesgos en Plantas de Llenado de Cilindros de GLP”.

10.2.- REQUERIMIENTOS MÍNIMOS PARA CONTROL DE RIESGO EN PLANTAS DE LLENADO DE CILINDRO DE GLP EXIGIDOS POR EL M.E.M:

- 10.2.1.- Memoria Descriptiva.
- 10.2.2.- Organigrama y Descripciones de Cargos Aprobados.
- 10.2.3.- Permisos Sanitarios y Municipales.
- 10.2.4.- Aprobación y Permiso del Cuerpo de Bomberos Municipales
- 10.2.5.- Planos y Diagramas.
- 10.2.6.- Análisis de Riesgos relacionados con Incendios, Explosiones y/o fugas de GLP
- 10.2.7.- Planos de Clasificación Eléctrica de Áreas.
- 10.2.8.- Planos y Cálculos Hidráulicos del Sistema de Agua Contra Incendios.
- 10.2.9.- Descripción, Especificaciones, Operación y Mantenimiento de Sistemas y Equipos Operacionales.
- 10.2.10.- Disponibilidad, Suministro y Uso de Implementos de Protección Personal.
- 10.2.11.- Equipos y Sistemas para la Detección de Atmósfera Inflamables.
- 10.2.12.- Inventario de Equipos y Sistemas de Prevención y Protección Contra Incendios.
- 10.2.13.- Acta Constitutiva del Comité de Higiene y Seguridad Industrial.
- 10.2.14.- Procedimientos Operacionales y de Equipos.
- 10.2.15.- Planes, Programas y Registros de Mantenimiento de Equipos.
- 10.2.16.- Plan y Programa de Higiene y Seguridad Industrial.
- 10.2.17.- Programas de Auditorias Técnicas de Higiene y Seguridad Industrial.
- 10.2.18.- Programa de Adiestramiento y Capacitación.
- 10.2.19.- Programa, Desarrollo y Registros de Charlas de Seguridad.
- 10.2.20.- Programa y Registro de Resultados de Inspecciones de Higiene y Seguridad Industrial.
- 10.2.21.- Constancias y Registros de Adiestramiento y Capacitación del Personal que labora en la Planta.
- 10.2.22.- Procedimientos y Prácticas para la Ejecución de Trabajos Seguros.

- 10.2.23.- Identificación y Notificación de Riesgos Ocupacionales.
- 10.2.24.- Descripción, Especificaciones, Operación y Mantenimiento de Sistemas de Prevención y Protección Contra Incendios.
- 10.2.25.- Programas y Registros de Resultados de las Inspecciones y Pruebas de los Sistemas de Detección y Control de Incendios.
- 10.2.26.- Brigada Aprobada por la Empresa y por El Cuerpo de Bomberos Municipales, para el Control de Emergencias.
- 10.2.27.- Planes Aprobados para el Control de Emergencias y Contingencias.
- 10.2.28.- Registro de Accidentes y Emergencias.
- 10.2.29.- Registros de Notificaciones e Investigaciones de Accidentes Industriales
- 10.2.30.- Procedimiento para Control de Acceso.
- 10.2.31.- Programa y Desarrollo de Simulacros de Emergencias de Fugas, Incendios y Explosiones.
- 10.2.32.- Autonomía de la Planta.
- 10.2.33.- Condiciones Generales de la Planta.

10.3.- NORMAS Y REGLAMENTOS DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS DE LLENADO DE CILINDROS, EXIGIDOS POR EL M.E.M.:

Las siguientes Normas y Leyes se encuentran enumeradas y nombradas detalladamente en el “Sumario de Normas Técnicas y Legales Aplicables”.

10.3.1. LEGALES:

- 10.3.1.1. Ley Orgánica de Hidrocarburos y su Reglamento
- 10.3.1.2. Ley Orgánica de Hidrocarburos Gaseosos y su Reglamento
- 10.3.1.3. Ley Penal del Ambiente
- 10.3.1.4. Ley del Trabajo
- 10.3.1.5. Ley Orgánica de Prevención, Condición y Medio Ambiente de Trabajo
- 10.3.1.6. Ley de Metrología
- 10.3.1.7. Ordenanzas Municipales.

10.3.2. NORMAS TÉCNICAS (Nacionales e Internacionales):

- 10.3.2.1. Resoluciones Técnicas Aplicables a Plantas de Llenado de Cilindros
- 10.3.2.2. Normas COVENIN
- 10.3.2.3. Código ASME (Fabricación de Recipientes, Accesorios y Equipos)
- 10.3.2.4. Normas NFPA
- 10.3.2.5. Normas API
- 10.3.2.6. Código DOT-US

I.11.- DE LAS INSPECCIONES DE SEGURIDAD²⁵:

Una visita “in situ” puede variar desde una rutina de inspección informal, función que es principalmente visual, con énfasis sobre las tareas rutinarias; hasta una formal, que resulta de una examinación por un período largo con un equipo de formación y responsabilidades apropiadas. Ésta está dirigida a identificar las condiciones o procedimientos operacionales que podrían iniciar un accidente y significar pérdidas de vidas o de la propiedad.

Las revisiones incluyen entrevistas con varias personas en la Planta: operadores, personal de mantenimiento, ingenieros gerentes, personal de seguridad y otros, dependiendo de la organización de la Planta. Teniendo el soporte y cobertura de todos estos grupos proveen un completo examen desde muchas perspectivas. Las revisiones buscan las principales situaciones de riesgos.

Las tareas rutinarias y actitudes del personal no son los objetivos, aunque ellos pueden ser indicadores insignificantes de donde buscar problemas reales o lugares donde las mejoras reales son necesarias. Al final de las revisiones de seguridad, las recomendaciones son hechas para acciones específicas las cuales son indispensables, con justificación, responsabilidad y con datos terminados. Una siguiente evaluación o re-inspección debería ser planificada para verificar la aceptabilidad de las acciones correctivas.

El propósito de las revisiones de seguridad, es tener una herramienta para asegurar que la Planta y los procedimientos de operación y mantenimiento correspondan al diseño propuesto y reglamentado. El procedimiento llevado, alerta al personal operativo a los procesos peligrosos; las revisiones de los procedimientos operativos buscan identificar cambios de equipos y procesos que podrían introducir nuevos peligros, aplicaciones iniciales de nuevas tecnologías y revisión adecuada de las inspecciones de mantenimiento de seguridad.

Las razones para inspeccionar una propiedad son:

1. Establecer la base para una evaluación de los riesgos a causa del fuego.
2. Establecer una base para la evaluación y determinación de los medios que puedan reducir el peligro de incendio en las áreas de la propiedad.

La inspección debe producir tres resultados esenciales:

1. Un informe descriptivo, actualizado, exacto y completo en el que se describan las características relativas a la protección contra incendio así como de los riesgos de incendios de la propiedad.
2. Un plano que indique las características físicas y la distribución de las instalaciones.
3. Recomendaciones y sugerencias respecto a mejoras (de ser necesarias).

I.12.- RIESGOS ASOCIADOS A LAS PLANTAS DE LLENADO DE CILINDROS DE GLP:

Los riesgos asociados a las operaciones de las plantas de llenado de GLP más comunes se presentan en:

- a) Volumen de gas licuado almacenado bajo presión en el tanque estacionario y en las áreas de estacionamiento de vehículos para el despacho.
- b) Manejo de material inflamable bajo condiciones de temperatura superior a su punto de inflamación.
- c) Transporte de material inflamable a través de la red de tuberías.
- d) Operaciones de trasiego del GLP
- e) Numero de operaciones para el llenado de cilindros en la plataforma

Otros riesgos asociados están relacionados con:

- a) **Volumen de Almacenamiento GLP** en cuanto a volumen de autonomía.
- b) **Área disponible** para la adecuada distribución de las áreas.
- c) **Ubicación** de acuerdo a la afectación a terceros.
- d) **Espaciamiento de las Áreas** de acuerdo a las Áreas Clasificadas.
- e) **Carencia de Análisis de Riesgo de Incendio por Áreas** adecuadamente soportado.

I.13.- CRITERIOS A CONSIDERAR EN EL ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGO A PLANTAS DE LLENADODE CILINDROS DE GLP:

A NIVEL DE CONSTRUCCIÓN:

Diseño Intrínsecamente Seguro

- 1.1.- Tipo de Construcción
- 1.2.- Estudio Sismográfico y Meteorológico (velocidad y dirección del viento)
- 1.3.- Adecuados Materiales utilizados
- 1.4.- Clasificación Eléctrica de Áreas de la Planta
- 1.5.- Drenajes y Ventilación Adecuada
- 1.6.- Sistema de Instrumentación y Control (normalizar desvío en el proceso)
- 1.7.- Analizar Costos – Beneficios para adecuarlas y mantenerlas en niveles de Riesgo Aceptable
- 1.8.- Válvulas Pull-Away
- 1.9.- Sistema de Parada de Bombas
- 1.10.- Sistema de Alivio de Presión

Sistema de Protección

- 2.1.- Identificar Condiciones Peligrosas
- 2.2.- Ubicación y determinación de los diferentes Sistemas de detección de Escape e Incendios, de acuerdo a cálculos que lo soporten
- 2.3.- Ubicación y determinación de los diferentes Sistemas de Alarma (Audibles – Visibles), de acuerdo a cálculos que lo soporten
- 2.4.- Calculo detallado del Sistema de Enfriamiento en Tanques Estacionarios de Almacenamiento de GLP
- 2.5.- Sistema de Protección Anti – impacto vehicular
- 2.6.- Vías de Escape

Principios de Seguridad en el Manejo del GLP

Cuantificación de Riesgo

- 4.1.- Riesgo Individual
- 4.2.- Riesgo Social
- 4.3.- Riesgo Ambiental
- 4.4.- Manejo de Volumen de GLP

A NIVEL DE OPERACIONES**Procedimientos Operacionales**

- 5.1.- Procedimiento para Arranque y Puesta en Operación
- 5.2.- Información de la Seguridad y Peligros de los Procesos Operativos
- 5.3.- Manuales y Procedimientos Operativos para el trabajo seguro
- 5.4.- Integridad Mecánica y Sistema Integral de Mantenimiento
- 5.5.- Adiestramiento y Capacitación del personal
- 5.6.- Auditoria de Iniciación de Operaciones
- 5.7.- Auditoria de Cumplimiento y Seguimiento
- 5.8.- Inspección Técnica Operacional

Planes de Contingencia

- 6.1.- Tipos (Externos – Internos)
- 6.2.- Información y Adiestramiento en la actuación de Brigadas de Emergencia
- 6.3.- Conformación de Equipos de Emergencias
- 6.4.- Simulacros

Planes de Emergencia

- 7.1.- Tipos de Planes de acuerdo a la emergencia
- 7.2.- Control y Respuesta a Emergencia
- 7.3.- Estimar Frecuencias
- 7.4.- Estimar Consecuencias
- 7.5.- Plan de Evacuación

II.- METODOLOGÍA:

Bajo la necesidad de ejecutar estudios para mantener las instalaciones y las operaciones de las Plantas de Llenado en estricto control de seguridad, se ha planteado un Diagnóstico de Seguridad para determinar requerimientos mínimos de seguridad a implementar de acuerdo a un análisis cualitativo de riesgo que cubra todos aquellos escenarios que involucren pérdidas económicas y/o humanos, así como a terceros.

Para cubrir todos los aspectos pertinentes, se programaron visitas a diferentes Plantas de Llenado a nivel nacional, identificando la ubicación geográfica de las mismas, la distribución de las áreas operativas y obtención de información de aquellos eventos probables de incidentes, así como de los sistemas de detección y de los sistemas de prevención y extinción de incendio. Estas se encuentran apoyados en las Inspecciones Técnicas de seguridad realizadas periódicamente y de las Auditorias Técnicas ejecutadas por un equipo multidisciplinario que evalúa toda aquella documentación exigida para el diseño “intrínsecamente seguro”.

Para ello se han tomado ciertos criterios que deben estar presentes en el estudio de proyectos, ampliaciones / remodelaciones contempladas y que complementan aquellos análisis cualitativos que se requieren por áreas de operación.

En la siguiente discusión se especifican los criterios y procedimientos que se aplicarán en el manejo de los Gases Licuados de Petróleo, y el estudio de las construcciones diseñadas a nivel de proyectos y de los controles de seguridad.

La metodología adoptada consta de:

- Visitas de Inspección de Campo a Plantas de Llenado.
- Determinación del Número existentes de Plantas Activas en el Mercado Interno.
- Establecer Criterios de aplicación para los Análisis Cualitativos.
- Análisis de la Normativa Técnica Aplicable Vigente.
- Análisis del Marco Legal Adoptado por el M.E.M.

Además, se seleccionaron los equipos, accesorios y procedimientos a evaluar de acuerdo a su existencia, operatividad y deficiencia en las plantas muestreadas. Estos se agruparon en:

- Sistema de Prevención y Extinción:
 - ➔ Extintores
 - ➔ Monitores, Mangueras e Hidrantes
 - ➔ Sistema de Enfriamiento de Tanque Estacionario
 - ➔ Válvula de Cierre Remoto
 - ➔ Tanque de Agua Contra Incendio
 - ➔ Cálculo Hidráulico del Sistema de Agua Contra Incendio
 - ➔ Bombas Contra Incendio

- Sistema de Detección y Alarma:
 - ➔ Detectores
 - ➔ Sistema de Alarma Contra Incendio
 - ➔ Tablero Central de Control
 - ➔ Estación Manual de Alarma
 - ➔ Sistema y Red de Comunicación a Emergencias

- Instalaciones y Accesorios:
 - ➔ Válvula Pull-Away
 - ➔ Aviso de Procedimientos Operativos y de Precaución
 - ➔ Vías de Escape
 - ➔ Planes de Emergencia y Contingencia
 - ➔ Simulacros
 - ➔ Distanciamiento Interno y de Seguridad
 - ➔ Defensas Anti-Impacto
 - ➔ Equipos e Implementos de Seguridad

A partir de los resultados obtenidos, se determinará cuales Sistemas y Áreas de la Planta presenta mayores niveles de Riesgo, de acuerdo:

- Existente y Operativo
- Existente y No-Operativo
- No Existente

II.1.- DIAGNÓSTICO DE SEGURIDAD PARA LA APLICACIÓN DE ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGO:

Para establecer un Diagnostico de Seguridad para el estudio de los Análisis Cualitativo de Riesgo, se tomaron los siguientes aspectos a cubrir:

- Analizar ubicación geográfica del proyecto de construcción, siguiendo criterios de afectación a terceros y a futuras modificaciones del proyecto.
- Clasificación de la Planta de acuerdo a su capacidad.
- Evaluar los procedimientos de clasificación de Áreas Clase I, División I y/o División II en las Plantas de Llenado.
- Dividir en zonas, las áreas de operación de la Planta de Llenado, basado en las instalaciones mínimas de distribución de los procesos recomendada.
- Identificar cantidad de operaciones para el funcionamiento diario de la Planta.
- Analizar e investigar el tipo de evento probable de ocurrencia para cada área.
- Identificar e implementar controles preventivos y de extinción lógicos y reales de los eventos.
- Elaborar una distribución de orígenes de incidentes, con los respectivos controles y evaluaciones para minimizar los riesgos.
- Compilar y elaborar un control probabilístico de los eventos.
- Combinar requerimientos, técnicos y legales, para la iniciación y puesta en operación del proyecto.
- Implementar planes de seguimiento (Inspecciones de Seguridad) para el cumplimiento de las normas aplicables de construcción, seguridad y operación.
- Documentar y actualizar las normas técnicas aplicables, (COVENIN, NFPA, DOT, API, ASME) para el estudio en la modernización pertinente.
- Realizar un muestreo del manejo de volúmenes de GLP que presenta la Planta, así como del número de operaciones necesarias para el llenado.

II.2.- ANÁLISIS EMPLEADO EN LAS VISITAS A LAS PLANTAS DE LLENADO DE CILINDROS DE GLP.

Se presenta una lista de puntos a observar en las visitas a las plantas de llenado, para verificar la ubicación y estado de equipos y las operaciones empleadas, de acuerdo a estudios previos de planos y proyectos presentados ante el Ministerio de Energía de Energía y Minas (M.E.M.):

- 2.1.- Fotografiar las instalaciones para el chequeo de la ubicación y el estado de operación de los equipos.
- 2.2.- Ver / Observar pintura, limpieza y orden de la planta.
- 2.3.- Ver / Observar el procedimiento de descarga de los camiones a los tanques de la planta.
- 2.4.- Personal con los implementos de seguridad
- 2.5.- Grado de educación del personal.
- 2.6.- Contacto con el personal, los chóferes sobre todo.
- 2.7.- Cómo es la seguridad de la empresa?
 - Estado de las válvulas
 - Mangueras
 - Manómetros / Rango / Estado / Tipo
- 2.8.- Ver el procedimiento de llenado de los cilindros o bombonas.
- 2.9.- Verificación del estado de los cilindros o bombonas.
- 2.10.- Conocer la fecha de la última prueba hidrostática realizadas a las bombonas que llegan a la planta.

Si tienen 7 años sin pruebas, hay que realizarla la prueba hidrostática.
- 2.11.- Pedir procedimientos para el recibo del GLP.
- 2.12.- Pedir procedimiento para el llenado de los cilindros o bombonas.
- 2.13.- Cómo está el sistema contra incendio de la Planta? Operativo? No operativo?
- 2.14.- Tipo de extintores/ Prueba de los extintores/ Fecha de llenado de los extintores/ Tiene cilindros móviles contra incendio?
- 2.15.- Cómo está el sistema de llenado en relación a los sistemas de seguridad?
¿Automático y/o Manual?

III.- RESULTADOS

Los resultados que se muestran a continuación, pertenecen a las visitas, inspecciones y auditorias de seguridad planificadas a lo largo del período de realización del trabajo de tesis, siguiendo los puntos de la metodología planteados.

Se inspeccionaron un total de nueve (9) Plantas de Llenado de Cilindros de GLP, **Tabla III.1.-**, de los cuales siete (7) se encontraron activas, una (1) en inicio de operaciones y una (1) en construcción. También se inspeccionaron dos (2) Talleres de Reparación de Cilindros y un (1) Taller de Fabricación de Tanques y Cilindros.

El total de las Plantas representa un tamaño de muestra que se tomará como representativa de las 81 Plantas de Llenado de GLP existentes, **Tabla III.2.-**, en el Mercado Interno, tomando como premisas las siguientes condiciones de muestreo:

1. Las Plantas pertenecen a diferentes empresas privadas.
2. La ubicación de éstas no forma parte relevante del estudio, como consecuencia de la logística y limitantes económicas para el traslado.
3. La inspección es independiente de la capacidad de almacenamiento de GLP.
4. El tamaño de la muestra tomadas se establecerá de acuerdo al criterio estadístico siguiente:

$$\% \text{ N}^\circ \text{ de Plantas} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Plantas Visitadas}}{\text{Total de Plantas a Nivel Nacional}} \times 100$$

Tomando una cantidad igual al 10% del Total de las Plantas inspeccionadas como la totalidad del universo, para efectos de validación de los resultados del tamaño de la muestra, por la limitante de recursos para estimar un tamaño estadísticamente demostrable.

Aunque se sugiere el cálculo mediante la siguiente ecuación:

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{PQ}{n}} \dots\dots\dots(1)$$

(1) William Cochran, "Técnicas de Muestreo", México, 1971.

Donde:

- n: Tamaño de la muestra
- σ_p : Desviación normal
- P: Porcentaje del tamaño de la muestra
- Q: Universo

Tabla N° III.1.- Instalaciones Visitadas y Condición de la Visita

PLANTAS DE LLENADO	CONDICIÓN DE VISITA
VENGAS – CARACAS	Inspección Técnica de Seguridad
VENGAS – CATIA LA MAR	Inspección Técnica de Seguridad
LATINGAS – CARACAS	Inspección Técnica de Seguridad
TROPIGAS – CABIMAS	Auditoria de Seguridad
BOLIVAR GAS – CABIMAS	Auditoria para Inicio de Operaciones
TROPIGAS – GUATIRE (En Construcción)	Inspección de Construcción
CAMIPA C.A. - CARACAS	Inspección Técnica de Seguridad
TAUROGAS – CARACAS	Inspección Técnica de Seguridad
MARINAGAS – CARACAS	Inspección Técnica de Seguridad
TALLER DE REPARACIÓN	CONDICIÓN DE VISITA
GLOBALGAS – CARACAS	Inspección Técnica Operacional
CIVENCA – GUATIRE	Inspección Técnica Operacional
TALLER DE FABRICACIÓN	CONDICIÓN DE VISITA
TANGAS – GUATIRE	Inspección Técnica Operacional

A las visitas, siguieron recomendaciones y nuevas exigencias que presento como una forma de analizar los proyectos, para integrarse a las nuevas reglamentaciones que se implantaran con los proyectos de Resolución N° 704 y Resolución N° 290, el cual aplican a las construcciones y operaciones de las Plantas de Llenado de Cilindros de GLP; originando resultados de acuerdo a la

existencia y operatividad de procedimientos, equipos y accesorios mínimos existentes en las Plantas visitadas. Estas se muestran en la **Tabla III.3.-**.

A continuación se muestran gráficos de barra, expresando los valores evaluados de manera porcentual, incluyendo la recopilación fotográfica de áreas de Plantas visitadas siguiendo con las observaciones a cada una de ellas.

Tabla III.2.- Número y Ubicación de las Plantas de Llenado a Nivel Nacional

N°	Planta / Empresa	Estado/ Ciudad	N°	Planta / Empresa	Estado/ Ciudad
1	Agrigas	Lara, Barquisimeto	42	Tricada Gas	Nueva Esparta, Porlamar
2	Andes Gas	Trujillo, Motatán	43	Tropigas	Aragua, Maracay
3	Arsugas	Mérida, Ejido	44	Tropigas	Bolívar, Puerto Ordaz
4	Bolívar Gas	Zulia, Cabimas	45	Tropigas	Carabobo, Valencia
5	Busgas	Mérida, Mérida	46	Tropigas	Distrito Federal, Caracas
6	Camipa C.A.	Miranda, Baruta	47	Tropigas	Falcón, Punto Fijo
7	Carabobo Gas	Carabobo, Tocuyito	48	Tropigas	Mérida, El Vigía
8	Centro Coop Falcón (CECOF)	Falcón, Punto Fijo	49	Tropigas	Miranda, Caucagua
9	Corigas, C.A.	Aragua, Maracay	50	Tropigas	Miranda, Guatire
10	Cris Gas	Trujillo, Valera	51	Tropigas	Monagas, Barrancas
11	Dumo Gas	Portuguesa, Acarigua	52	Tropigas	Monagas, Maturín
12	Dura Gas	Tachira, San Cristobal	53	Tropigas	Sucre, Cumaná
13	Emegas	Barinas, Santa Barbara	54	Tropigas	Sucre, Carupano
14	Emegas	Táchira, San Cristobal	55	Tropigas	Zulia, Cabimas
15	Emegas	Táchira, La Fría	56	Valen Planta	Carabobo, Valencia
16	Estebita Gas	Aragua, Maracay	57	Vengas Caracas	Distrito Federal, Caracas
17	Filigas	Guárico, Valle La Pascua	58	Vengas Caracas	Vargas, La Guaira
18	Gases Tovar	Mérida, Zea	59	Vengas de Occidente	Apure, San Fernando
19	GasesMaturín	Monagas, Maturín	60	Vengas de Occidente	Barinas, Barinas
20	Invergas	Trujillo, Motatán	61	Vengas de Occidente	Falcón, Coro
21	Inversiones Guaremal	Zulia, Cabimas	62	Vengas de Occidente	Lara, Barquisimeto
22	Latín Gas.	Distrito Federal, Caracas	63	Vengas de Occidente	Mérida, El Vigía
23	Llenadora de Cilindros	Zulia, Maracaibo	64	Vengas de Occidente	Táchira, San Cristobal
24	Llenadora Nacional de Gas	Yaracuy, San Felipe	65	Vengas de Occidente	Yaracuy, Chivacoa
25	Marina Gas	Miranda, Petare - Guaremas	66	Vengas de Oriente	Anzoategui, Barcelona
26	Marina Gas	Nueva Esparta, Boca de Río	67	Vengas de Oriente	Anzoategui, Anaco
27	Menegas	Lara, Carora	68	Vengas de Oriente	Anzoategui, El Tigre
28	Paiva Gas	Lara, Carora	69	Vengas de Oriente	Bolívar, San Félix
29	Rodriguez Gas	Mérida, Muyapa	70	Vengas de Oriente	Bolívar, Ciudad Bolívar
30	Rumegas	Amazonas, Puerto Ayacucho	71	Vengas de Oriente	Nueva Esparta, Porlamar
31	Servigas.	Carabobo, Valencia	72	Vengas de Oriente	Sucre, Cumaná
32	Servigas.	Carabobo, Puerto Cabello	73	Vengas de Oriente	Sucre, Carupano
33	Servigas.	Lara, Barquisimeto	74	Vengas del Centro	Aragua, Maracay
34	Sucegas, C.A.	Aragua, Villa de Cura	75	Vengas del Centro	Carabobo, Valencia
35	Tauro Gas	Miranda, Baruta	76	Vengas del Centro	Guárico, Calabozo
36	Tigasco	Anzoategui, Pto La Cruz	77	Vengas del Centro	Miranda, Ocumare del Tuy
37	Tigasco	Anzoategui, El Tigre	78	Vengas del Centro	Portuguesa, Acarigua
38	Tigasco	Bolívar, Ciudad Bolívar	79	Vengas del Centro	Portuguesa, Guanare
39	Tigasco	Bolívar, Puerto Ordaz	80	Vengas Occidente	Zulia, Maracaibo
40	Todo Gas	Carabobo, Valencia	81	Vengas San Carlos	Cojedes, San Carlos
41	Tony Gas	Zulia, Maracaibo			

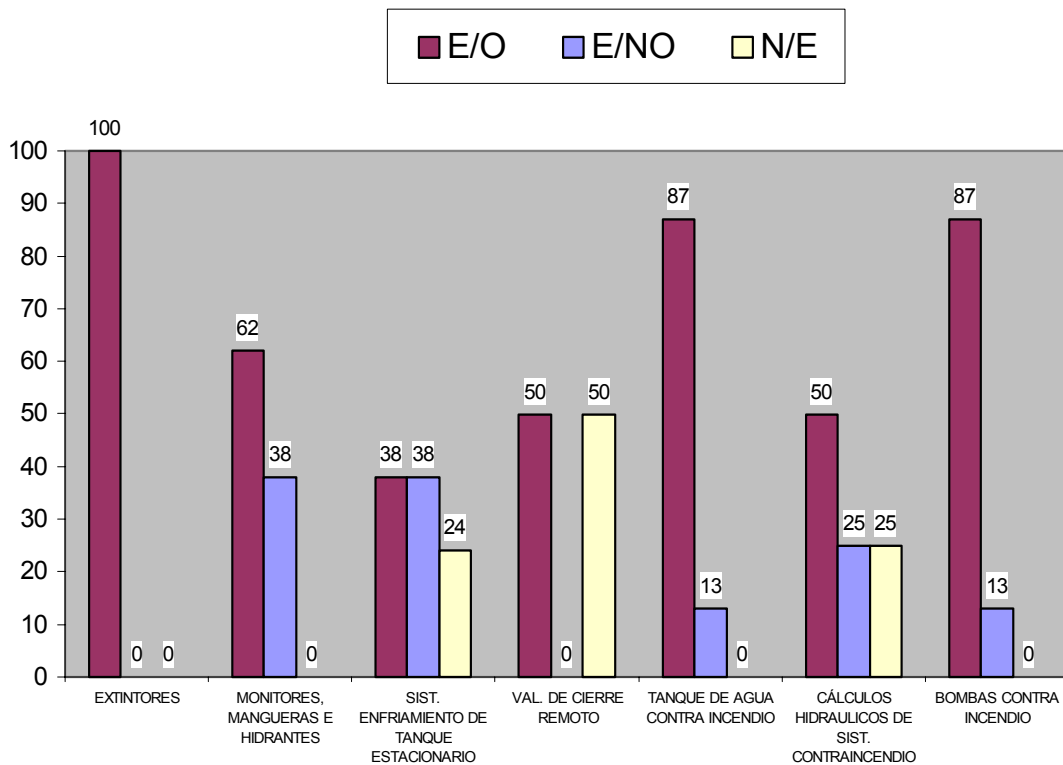
Tabla III.3.- Resultados Operacionales de las Visitas a las Plantas de Llenado

PROCEDIMIENTOS, EQUIPOS Y ACCESORIOS											
PLANTA	Detectores	Sistema de Alarmas de Incendio	Extintores	Monitores, Mangueras e Hidrantes	Bombas Contra Incendio	Tablero Central de Control de Alarmas	Estación Manual de Alarma	Sistema de Enfriamiento del Tanque Estacionario	Valvulas Pull Away (Cierre Rapido)	Valvula de Cierre Remoto	Tanque de Agua Contra Incendio
A	E/D	E/O	E/O	E/D	E/D	E/O	E/D	E/O	E/O	N/E	E/D
B	E/D	E/O	E/O	E/O	E/O	E/O	E/D	N/E	E/O	N/E	E/O
C	E/O	E/O	E/O	E/O	E/O	E/O	E/O	E/O	E/O	E/O	E/O
D	E/O	E/O	E/O	E/O	E/O	E/O	E/O	E/O	E/O	E/O	E/O
E	E/D	E/O	E/O	E/O	E/O	E/O	E/O	E/D	E/O	E/O	E/O
F	E/O	E/O	E/O	E/D	E/O	E/O	E/D	N/E	E/O	N/E	E/O
G	E/O	E/O	E/O	E/O	E/O	E/O	E/O	E/D	E/D	E/O	E/O
H	E/O	E/D	E/O	E/D	E/O	E/O	E/O	E/D	E/O	N/E	E/O
	3/8	1/8	0/8	3/8	1/8	0/8	3/8	5/8	1/8	4/8	1/8

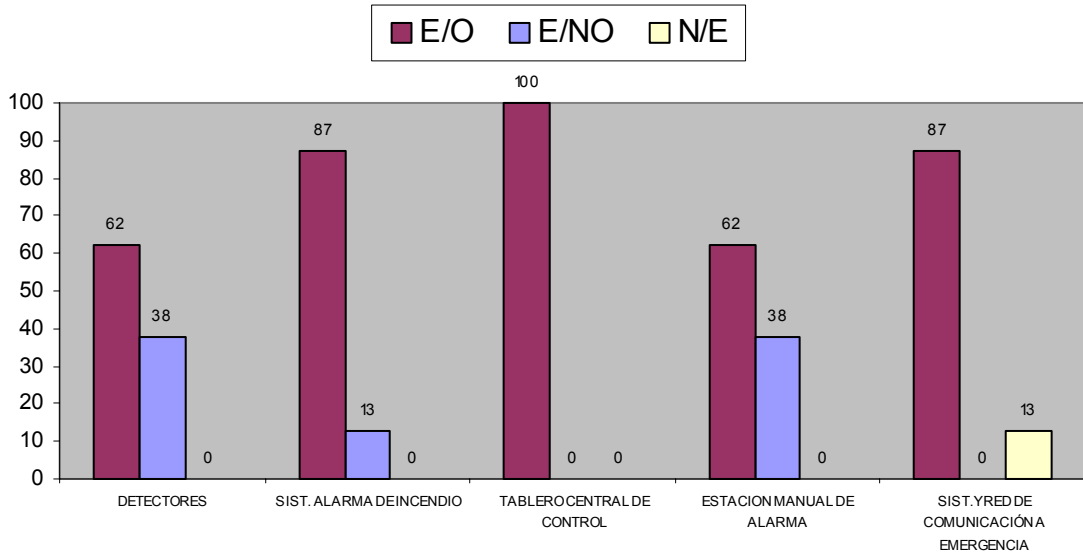
PROCEDIMIENTOS, EQUIPOS Y ACCESORIOS										
PLANTA	Avisos de Procedimientos Operativos y de Precaución	Vías de Escape	Planes de Emergencia y Contingencias	Simulacros	Sistema y Red de Comunicación a Emergencias	Distanciamiento Interno y Zonas de Seguridad	Defensas Anti Impacto Vehicular	Equipos e Implementos de Seguridad	Cálculos Hidráulicos del Sistema Contra incendio	
A	E/D	E/O	E/O	N/E	N/E	E/O	E/O	E/O	N/E	
B	E/D	E/D	E/O	E/O	E/O	E/O	N/E	E/O	E/O	
C	E/O	E/O	E/O	E/O	E/O	E/O	E/O	E/O	E/O	
D	E/O	E/D	E/O	E/O	E/O	E/D	E/O	E/O	E/O	
E	E/O	E/D	E/O	E/D	E/O	E/O	E/O	E/O	E/O	
F	E/O	E/O	E/D	E/D	E/O	E/O	E/O	E/O	E/D	
G	E/O	E/D	E/D	E/O	E/O	E/O	E/O	E/O	N/E	
H	E/O	E/D	E/D	E/O	E/O	E/D	E/D	E/O	E/D	
	2/8	5/8	3/8	3/8	1/8	2/8	2/8	0/8	4/8	

E/O	EXISTENTE Y OPERATIVO
E/D	EXISTENTE Y NO OPERATIVO
N/E	NO EXISTENTE

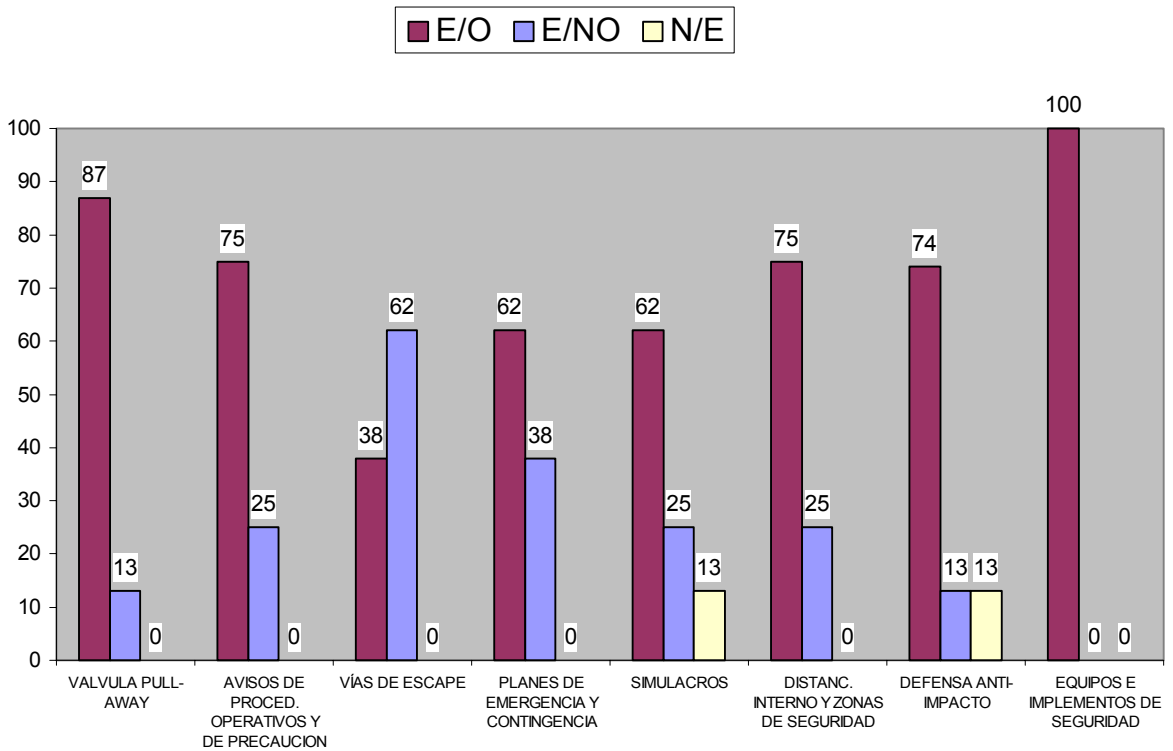
GRÁFICOS DE RESULTADOS OBTENIDOS



Sistema de Prevención y Extinción



Sistema de Detección y Alarma



Instalaciones y Accesorios

ÁREA DE BOMBAS Y COMPRESORES



Foto N° 1 Sala de Bombas y Compresores



Foto N° 2 Conexión a las líneas de flujo

AREA DE TRASIEGO DE GLP



Foto N° 3 Bocas de trasiego de GLP



Foto N° 4 Trasiego de camión tanque



Foto N° 5 Trasiego de camión tanque



Foto N° 6 Trasiego de camión tanque

ÁREA DE ALMACENAMIENTO EN TANQUES ESTACIONARIOS



Foto N° 7 Tanque Estacionario



Foto N° 8 Tanque Estacionario



Foto N° 9 Conexión de las Líneas de Flujo



Foto N° 10 Conexión de las Líneas de Flujo

ÁREA DE PLATAFORMA DE LLENADO DE CILINDROS



Foto N° 11 Plataforma de Llenado



Foto N° 12 Plataforma de Llenado



Foto N° 13 Sistema de Cierre Automático de la Balanza



Foto N° 14 Lámpara y Conexión Antichispa

ÁREA DE SERVICIO

Foto N° 15 Selección de cilindros para mantenimiento menor o mayor



Foto N° 16 Pintura y valvulado de cilindros para el llenado



Foto N° 17 Planta Eléctrica



Foto N° 18 Bomba Contra Incendio

ÁREA ADMINISTRATIVA



Foto N° 19 Caseta de vigilancia



Foto N° 20 Unidad Bomberil y Servicios Generales

ÁREA ALMACENAMIENTO GLP EN CILINDROS PORTÁTILES LLENOS

Foto N° 21 Estacionamiento de Camiones Distribuidores



Foto N° 22 Almacenamiento para Despacho

NUEVAS TECNOLOGÍAS EN CONSTRUCCIÓN

Foto N° 23 Tanques de Almacenamiento Soterrados o "Mounded"



Foto N° 24 Conexiones de Alimentación y Suministro de GLP

OBSERVACIONES FOTOGRÁFICAS:

Las presentes observaciones se realizan por Foto, mostradas anteriormente de acuerdo a la Distribución de las Áreas como resultado de las inspecciones:

Foto N° 1: La Área de Bombas y Compresores; el sistemas consta de 2 bombas de GLP y un Compresor adecuadamente ubicadas a prueba de explosión, soportados por una base metálica aterrada, cuyo cableado del sistema de suministro eléctrico se encuentra blindado. Además cuenta con dos válvulas de alivio de presión de líquido y de vapor.

Foto N° 2: Las Conexiones a las líneas de flujo a la sala de bombas y compresores se encuentran debidamente pintadas y soportadas sobre base metálica aterrada.

Foto N° 3: Las bocas de trasiego muestra un sistema de doble valvuleria por cada línea de flujo además de las válvulas de desacople rápido "Pull-Away" sobre las mangueras flexibles igualmente soportado en base metálica aterrada, cumpliendo con la normativa exigida.

Foto N° 4: Se muestra los Sistemas de Prevención y Extinción de Incendio en una Isla de Trasiego como son Extintor y Estación Manual de Alarma interconectada al Tablero de Control Central. Así como los indicadores de operatividad de llenado y parada de trasiego de GLP.

Foto N° 5: Se observa la correcta defensa protectora anti-impacto vehicular.

Foto N° 6: Se observa la conexión de la línea de descarga de líquido del tanque estacionario hacia el camión-tanque, con la válvula de cierre remoto existente, pero no-operativa, por la carencia del Sistema de Guayas.

Foto N° 7: Tanque Estacionario con Sistema de Agua Pulverizada operativo, pero que no cumple con la acción de enfriamiento en toda la superficie del tanque, además de la ineficiencia en cuanto al esparcimiento uniforme de agua de los rociadores.

Foto N° 8: El Tanque Estacionario se encuentra protegido con defensa anti-impacto vehicular y soportado sobre base dos bases de concreto. Posee un inadecuado sistema de enfriamiento, el cual no cubre toda la superficie a enfriar.

Foto N° 9 y Foto N° 10: Se identifican las líneas de suministro de GLP líquido y las de retorno de vapor del Tanque Estacionario, de acuerdo a las normas COVENIN, incluyendo el sistema de válvulas. Las válvulas de cierre remoto se encuentran no-operativas.

Foto N° 11 y Foto N° 12: Se muestran las Plataformas de Llenado, con la superficie anti-chispa, techo no-combustible acorde a las exigencias de seguridad. Presentan buenas condiciones de ventilación horizontal.

Foto N° 13: Se muestra la balanza de doble fiel semi-automática, con indicadores de operatividad y conexiones blindadas necesarias.

Foto N° 14: Se muestra la lámpara anti-chispa y tubería blindada en el techo no-combustible de la Plataforma de Llenado correctamente.

Foto N° 15 y Foto N° 16: Se muestra los Lotes de Cilindros para la selección de mantenimiento menor permitido en las instalaciones de la Planta.

Foto N° 17: Sala de Planta Eléctrica de suministro de energía alterna, alimentada con combustible Diesel, protegida con malla metálica tipo Ciclón.

Foto N° 18: Sala de Bomba Contra Incendio, con las líneas de alimentación y suministro de agua, con compresor de aire utilizada para el cierre de las válvulas de cierre remoto. Además de la existencia de protección contra impacto vehicular y de extintor sobre ruedas.

Foto N° 19: Caseta de Vigilancia, donde se ubica el Tablero Central de Control y los controles de acceso a las instalaciones en condiciones adecuadas.

Foto N° 20: Área de Servicios Generales, tales como son comedor, unidad bomberil y vestuarios. Además se observa la ubicación de uno de los Hidrantes con Cajetín de Mangueras en buena disposición.

Foto N° 21: Se muestra el área donde permanecen las flotas camiones para distribución de cilindros llenos, que fueron envasados durante la jornada vespertina para reparto de día siguiente en zona adecuadamente ventilada.

Foto N° 22: Se muestra un camión fletero para sub-distribuidores no autorizado.

Foto N° 23: Se muestra la última tecnología en construcción de Plantas de Llenado denominado "Mounded", que consiste en soterramiento de tanques de almacenamiento de GLP (no enterrados) por una capa de material impermeable que lo protege de la intemperie, el cual no necesita de Sistema de Enfriamiento de Diluvio.

Foto N° 24: Se muestran las bases de concreto que soportan los tanques estacionarios de GLP, con las diferentes conexiones y líneas de flujo hacia la Sala de Bombas y Compresores. Estas líneas se encuentran sobre base metálica lo suficientemente elevadas y protegidas contra impacto y con adecuada ventilación horizontal.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- La obtención de los eventos probables, se encuentra apoyado a los encontrados / suministrados en las visitas realizadas a las plantas, y a los registros de Inspecciones Técnicas (Ver Tabla Anexo).
- La distribución de Áreas de estudio depende de las características de diseño de la planta y de la tecnología utilizada para las operaciones. En este aspecto todas presentan tecnologías convencionales.
- La búsqueda de estadísticas, referidas a las probabilidades de fallas de los equipos (frecuencias y consecuencias), no se encontraron en los registros de las Empresas, estos datos e información se recolectan de referencias bibliográficas internacionales y de la base de datos de PDVSA.
- Los Requerimientos Técnicos para la implantación de nuevas tecnologías, se encuentran limitadas y sujetas a normas internacionales. Con respecto a los Requerimientos Legales, se aplican las normas nacionales vigentes la cual se encuentran en etapa de actualización.
- Como resultado de la aplicación de la metodología sugerida, se estimaron los niveles de riesgo cualitativo de acuerdo a la normativa aplicada por el Ente Fiscalizador (Ministerio de Energía y Minas).
- Las áreas de riesgo, de mayor a menor riesgo, de incidentes de incendios de GLP se encuentran en:
 - 1º Almacenamiento de GLP en Tanque Estacionarios y en Cilindros
 - 2º Plataforma de Llenado
 - 3º Islas de Trasiego (Camión-Tanque y Tanque-Remolque)
 - 4º Conexiones en las líneas de tuberías de Líquido y de Vapor
 - 5º Sala de Bombas y Compresores

- Existen deficiencias en el diseño y cálculo de los sistemas hidráulicos de prevención y extinción de incendios basados en los parámetros siguientes:
 - a) Densidad de descarga
 - b) Presión mínima de diseño
 - c) Perdidas de presión por fricción
 - d) Sistema de rociadores

- Además de la ineficiencia en la operatividad de los sistemas de rociadores, se encontraron carencia de válvulas de cierre remoto del tanque estacionario, inadecuada construcción de vías de escape y mal estado físico de los monitores, hidrantes y mangueras.

V.- CONCLUSIONES:

- Las áreas que presentaron mayor riesgo cualitativo son: áreas de almacenamiento del GLP en tanques estacionarios, áreas de trasiego de GLP y las áreas de la plataforma de llenado de cilindros.
- El diseño y construcción de las instalaciones del sistema de enfriamiento de los Tanques Estacionarios, no están acorde con las Normas Técnicas Aplicables en cuanto a la acción de enfriamiento directo.
- Se identificaron deficiencias en las instalaciones, en la no existencia de vías de escape a hacer utilizadas en casos de emergencias y las válvulas de cierre remoto de las líneas de flujo del tanque estacionario.
- Existe carencia de Análisis de Riesgo de Incendio por áreas, motivo por el cual no están adecuados los Sistemas de Prevención y Extinción de Incendios y los sistemas de Detección y Alarma de Incendios en cuanto a su ubicación y elección.
- De acuerdo a la demanda del GLP, existe un aumento del número de operaciones para el llenado de Cilindros, que conlleva a mayores volúmenes de despacho en las Plantas, aumentando el riesgo de incidentes por factores humanos y probabilidades de fallas de equipos.
- Existen disposiciones del M.E.M. para los aspectos de diseño, construcción y operación que aplique a una Planta de Llenado de Cilindros de GLP, pero no existe una Norma Técnica Nacional específica.

VI.- RECOMENDACIONES:

- Ejecutar Análisis Cualitativo de Riesgo, aplicado a la distribución de la Planta de Llenado que presenten mayores niveles de riesgo, para el Diagnostico de las áreas donde exista peligrosidad.
- Debe aplicarse un Análisis de Riesgo de Incendio, por áreas de la Planta, para identificar los requerimientos técnicos de ubicación y operatividad de los diferentes sistemas de Seguridad.
- Aplicar herramientas de apoyo tecnológico, tales como programas de calculo y simuladores de eventos, en el diseño y construcción de Plantas de Llenado.
- Elaborar controles de operaciones diarias, para disminuir los niveles de peligrosidad por factores humanos y fallas de equipos, ante el aumento de la demanda de GLP.
- INICIAR LA ELABORACIÓN DE UNA NORMA COVENIN APLICABLE SOLO A PLANTAS DE LLENADO, CONSIDERANDO LOS PUNTOS MOSTRADOS EN EL APÉNDICE, EN LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE INCIDENTES.

VII.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**(0) APUNTES DE CLASES**

(1) PDVSA IR-00, “Manual de Ingeniería de Riesgos”. Volumen I. 1996.

(2) RESOLUCIÓN 704, “Normas para la Ubicación, Construcción, Ampliación, Remodelación, Reubicación, Desmantelamiento y Operación de las Plantas de Llenado de Recipientes para Gases Licuados de Petróleo (GLP)”. (Proyecto) M.E.M 2003.

(3) PDVSA IR-S-02, “Criterios para el Análisis Cuantitativo de Riesgos”. 1993.

(4) NORMA COVENIN 810, “Características de los medios de escape en edificaciones según el tipo de ocupación”. 1998.

(5) NORMA COVENIN 649, “Cilindros para Gases Licuados de Petróleo (G.L.P.)”. 2º Revisión. 1997.

(6) RESOLUCIÓN 290, “Normas para el Transporte, Almacenamiento, Instalación, Comercialización y Seguridad en el manejo de los Gases Licuados de Petróleo (GLP) y para la Fabricación, Mantenimiento y Reparación de Recipientes, Componentes y Accesorios para Gases Licuados de Petróleo (GLP)”. (Proyecto). M.E.M. 2003.

(7) NFPA 58 (National Fire Protection Association), “Standard for the Storage and Handling of Liquefied Petroleum Gases”. 1998 Edition.

(8) NORMA COVENIN 904, “Productos Derivados del Petróleo. Gases Licuados del Petróleo (GLP)”. 3ª Revisión. 1998.

(9) NORMA COVENIN 200, “Código Eléctrico Nacional”. 6ª Revisión. 1999.

(10) NORMA COVENIN 2226, “Guía para la para la Elaboración de Planes para el Control de Emergencias”. 1990.

(11) NORMA COVENIN 1040, “Extintores Portátiles. Generalidades”. 1ª Revisión 1989.

(12) NFPA 497 (National Fire Protection Association), “Recommended Practice for Classification of Class I Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas”. 1997

- (13) **NORMA COVENIN 3454**, "Cilindros para Gases Licuados de Petróleo (GLP). Revisión y Mantenimiento". 1999.
- (14) **MANUAL DE PRUEBAS DE RECIPIENTES PARA GLP**, Departamento de Análisis y Control de Calidad, Dirección de Mercado Interno. Ministerio de Energía y Minas. 1986.
- (15) **PERRY, John**, "Manual del ingeniero Químico". 1965.
- (16) **NORMA COVENIN 1041**, "Tablero Central de Control para Sistemas de Detección y Alarma de Incendio (1^{ra} Revisión)". 1995.
- (17) **NORMA COVENIN 1176**, "Detectores. Generalidades". 1980.
- (18) **NORMA COVENIN 758**, "Estación Manual de Alarma". 1989.
- (19) **NORMA COVENIN 1534**, "Petróleo Crudo y sus Derivados. Definiciones". 1996.
- (20) **NORMA COVENIN 1660**, "Sistema Fijo de Extinción con Agua Pulverizada. Generalidades". 1980.
- (21) **NORMA COVENIN 1040**, "Extintores Portátiles. Generalidades". 1989.
- (22) **ANDER, Paul**, "Principios de Química. Introducción a los Conceptos Teóricos". Edit. Limusa, Mexico, D.F. 1998.
- (23) **PÉREZ, Belén**, "El Manejo de los Gases Licuados de Petróleo", Ministerio de Energía y Minas, Caracas, 1977.
- (24) **NORMA COVENIN 603**, "Práctica Recomendada para Clasificar las Áreas destinadas a Instalaciones Eléctricas en Instalaciones de Producción Petrolera. 1^{era} Revisión. 1993.
- (25) **GUIDELINES FOR HAZARD EVALUATION PROCEDURES**, American Institute of Chemical Engineers, 1985.
- (26) **KENNEDY, JHON & PATRICK**, "Fires and Explosions, Determining Cause and Origin". Investigations Institute, USA, 1985.
- (27) **MANUAL DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**, editorial MAPFRE, España, 1978.
- (28) **NFPA 921** (National Fire Protection Association), "Guide for Fire and Explosion Investigations", 1998 Edition.
- (29) **MANUAL DE INGENIERÍA DE RIESGOS PDVSA**, (Borrador) Junio de 1993.

ESQUEMAS RECOMENDADOS EN APLICACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO:

En el estudio cualitativo de riesgo, se muestran a continuación algunos aspectos recomendados, como una manera de integrar el Diagnostico de Seguridad correspondientes:

Lo primero, en el punto **VIII.1.-** se presenta como debe distribuirse las Áreas de Operatividad de la Planta para realizar un estudio cualitativo. Para ello se planteo únicamente las áreas mínimas que deben existir en las operaciones de llenado de cilindros, tomando en consideración tecnologías existentes de los equipos e instalaciones. (Ver Anexo Fig. N° 4)

VIII.1. SUBDIVISIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LAS ÁREAS DE LA PLANTA DE LLENADO:

- 1.1.- ÁREA DE BOMBAS Y COMPRESORES
- 1.2.- ÁREA DE TRASIEGO DE GLP
 - 1.2.1.- Trasiego del Tanque-Remolque
 - 1.2.2.- Trasiego del Camión-Tanque
- 1.3.- ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE GLP EN TANQUES ESTACIONARIOS
- 1.4.- ÁREA DE PLATAFORMA DE LLENADO DE CILINDROS
 - 1.4.1.- Área de Carga y Descarga de Cilindros de Camiones Distribuidores
 - 1.4.2.- Balanzas y Mecanismos para el Llenado
 - 1.4.3.- Tanque de Recuperación de GLP
 - 1.4.4.- Área de Llenado Vehicular
- 1.5.- ÁREA DE SERVICIO
 - 1.5.1.- Selección y Almacenaje de Cilindros para Mantenimiento Menor y Mayor
 - 1.5.2.- Local de Pintura y Desvalvulado de Cilindros
 - 1.5.3.- Caseta de Vigilancia
 - 1.5.4.- Caseta de Planta Eléctrica, Tablero de Control General y Caseta de Bombas Contra Incendio
- 1.6.- ÁREA ADMINISTRATIVA

1.7.- ÁREA DE ALMACENAMIENTO DEL GLP EN CILINDROS PORTÁTILES

Lo segundo, esta referido a los orígenes que pudieran ocasionar incidentes que involucraría posibles emergencias y daños social e individual, para una mejor comprensión de las acciones a tomar, y los controles a implementar y evaluar para contrarrestar las posibles consecuencias, de acuerdo a: **(Estos puntos no fueron aplicados a las Plantas Muestreadas, solo son recomendados)**

- ▶ OPERATIVIDAD DE LOS PROCESOS
- ▶ FALLAS MECÁNICAS DE EQUIPOS
- ▶ ACCIDENTES
- ▶ EVENTOS EXTERNOS
- ▶ FACTORES GEOGRÁFICOS

ORIGEN DE INCIDENTES	TIPOS DE CONTROL	TIPOS DE EVALUACIÓN
OPERATIVIDAD DE LOS PROCESOS	<ul style="list-style-type: none"> - Procedimientos operativos - Información de la seguridad de los procesos - Adiestramiento y Capacitación - Permisos de trabajo seguro - Numero de Operaciones para el llenado de cilindros 	<ul style="list-style-type: none"> - Auditorias de inicio de operaciones - Inspección Técnica - Manual de procedimientos operativos de cada área
FALLAS MECÁNICAS DE EQUIPOS	<ul style="list-style-type: none"> - Integridad mecánica - Mantenimiento preventivo 	<ul style="list-style-type: none"> - Inspección técnica - Estimar frecuencia - Estimar consecuencias - Control y Respuesta de emergencia
ACCIDENTES E INCIDENTES	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar condiciones peligrosas - Zonas de Seguridad - Sistemas de prevención 	<ul style="list-style-type: none"> - Investigación de accidentes e incidentes - Permisología de trabajo seguro
INCENDIOS EXTERNOS	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar riesgos externos - Evaluación de fuentes de ignición externas - Establecimiento de zonas de seguridad 	<ul style="list-style-type: none"> - Estimar frecuencia - Estimar consecuencias - Análisis de los Planes de contingencia del Cuerpo de Bomberos
FACTORES GEOGRÁFICOS	<ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de controles ambientales de protección - Establecimiento de zonas de seguridad - Localización de organismos externo de extinción - Tipo de ocupación de las áreas adyacentes 	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación climática - Información sismográfica - Evaluación topográfica - Capacidad de respuesta de los organismos externos de prevención y extinción - Descripción de las zonas adyacentes

Lo tercero, se anexan las leyes y normas que se requieran para la aprobación y puesta en marcha de proyectos de construcción, y para el seguimiento de las operaciones rutinarias, por área de la Planta.

ÁREA	TÉCNICO	LEGAL
BOMBAS Y COMPRESORES	COVENIN (253, 758, 1176) NFPA (58, 59, 497-A) API (2510, 2510-A)	- Ley Orgánica de Hidrocarburos Gaseosos (Gaceta Oficial N° 36.793, de fecha 23/09/1999) y su Reglamento - Resolución 704 (Gaceta Oficial N° 194.919, 06/07/1960) - Resolución 290 (Gaceta Oficial N° 2.071, 08/08/1977) - Circular 2-84 (D.M.I.- M.E.M., 13/07/1984)
TRASIEGO	COVENIN (253, 758, 1176, 1377) NFPA (58, 59, 497-A) API (2510, 2510-A)	- Ley Orgánica de Hidrocarburos Gaseosos (Gaceta Oficial N° 36.793, de fecha 23/09/1999) y su Reglamento - Resolución 704 (Gaceta Oficial N° 194.919, 06/07/1960) - Ley de Metrología (Gaceta Oficial N° 2.717, 30/12/80) - Resolución 290 (Gaceta Oficial N° 2.071, 08/08/1977) - Circular 2-84 (D.M.I.- M.E.M., 13/07/1984)
ALMACENAMIENTO EN TANQUES ESTACIONARIOS	COVENIN (253, 758 904, 1176, 1660) NFPA (15, 58, 59, 497-A) API (2510, 2510-A) ASME (Sec VIII D1 C PT UCS)	- Ley Orgánica de Hidrocarburos Gaseosos (Gaceta Oficial N° 36.793, de fecha 23/09/1999) y su Reglamento - Resolución 704 (Gaceta Oficial N° 194.919, 06/07/1960) - Resolución 290 (Gaceta Oficial N° 2.071, 08/08/1977) - Circular 2-84 (D.M.I.- M.E.M., 13/07/1984)
ALMACENAMIENTO EN CILINDROS	COVENIN (649, 758, 904, 1377, 1176, 3454, 1040) NFPA (58, 59, 497-A) API (2510, 2510-A) DOT 4BW 240	- Ley Orgánica de Hidrocarburos Gaseosos (Gaceta Oficial N° 36.793, de fecha 23/09/1999) y su Reglamento - Resolución 704 (Gaceta Oficial N° 194.919, 06/07/1960) - Resolución 290 (Gaceta Oficial N° 2.071, 08/08/1977) - Circular 2-84 (D.M.I.- M.E.M., 13/07/1984)

ÁREA	TÉCNICO	LEGAL
LLENADO DE VEHÍCULOS	COVENIN (253, 1040, 1176, 1377) NFPA (58, 59, 497-A) API (2510, 2510-A)	<ul style="list-style-type: none"> - Ley Orgánica de Hidrocarburos Gaseosos (Gaceta Oficial N° 36.793, de fecha 23/09/1999) y su Reglamento - Resolución 704 (Gaceta Oficial N° 194.919, 06/07/1960) - Resolución 290 (Gaceta Oficial N° 2.071, 08/08/1977) - Circular 2-84 (D.M.I.- M.E.M., 13/07/1984)
PLATAFORMA DE LLENADO	COVENIN (253, 758, 904, 1176, 1377, 3574, 3454) NFPA (58, 59, 497-A) API (2510, 2510-A)	<ul style="list-style-type: none"> - Ley Orgánica de Hidrocarburos Gaseosos (Gaceta Oficial N° 36.793, de fecha 23/09/1999) y su Reglamento - Resolución 704 (Gaceta Oficial N° 194.919, 06/07/1960) - Ley de Metrología (Gaceta Oficial N° 2.717, 30/12/80) - Resolución 290 (Gaceta Oficial N° 2.071, 08/08/1977) - Circular 2-84 (D.M.I.- M.E.M., 13/07/1984)
SERVICIO	COVENIN (253, 649, 758, 904, 3454, 1660, 1040, 1331, 1377) NFPA (58, 59, 497-A) API (2510, 2510-A)	<ul style="list-style-type: none"> - Ley Orgánica de Hidrocarburos Gaseosos (Gaceta Oficial N° 36.793, de fecha 23/09/1999) y su Reglamento - Resolución 704 (Gaceta Oficial N° 194.919, 06/07/1960) - Resolución 290 (Gaceta Oficial N° 2.071, 08/08/1977) - Circular 2-84 (D.M.I.- M.E.M., 13/07/1984)
ADMINISTRATIVA	COVENIN (253,1040, 1176, 1377, 1331, 1660, 2226) NFPA (58, 59, 15, 497-A) API (2510, 2510-A)	<ul style="list-style-type: none"> - Ley Orgánica de Hidrocarburos Gaseosos (Gaceta Oficial N° 36.793, de fecha 23/09/1999) y su Reglamento - Resolución 704 (Gaceta Oficial N° 194.919, 06/07/1960) - Resolución 290 (Gaceta Oficial N° 2.071, 08/08/1977) - Circular 2-84 (D.M.I.- M.E.M., 13/07/1984)

Y por último, una de las exigencias que se sugieren en este trabajo, (ya que del total de las plantas visitadas, en ninguna se encontró un registro o datos de fallas para el control de riesgos de incidentes) para los análisis de seguridad en la implantación de códigos y uso de nuevas tecnologías en materia de prevención, es lo referido a los registros de incidentes y fallas de equipos, para un control probabilístico y estadístico de incidentes. De estos resultados, se evaluarán los reemplazos de equipos existentes, de acuerdo al mantenimiento y a la vida útil; y el tiempo estipulado para el cual deben ejecutarse inspecciones y auditorias de seguimiento a las Plantas. **(No Aplicada, solo Recomendada en la Aplicación del Diagnóstico de Seguridad)**

TABLA REGISTRO*

EQUIPOS	PROBABILIDAD DE FALLA	FRECUENCIA DE FALLA	FECHAS DE OCURRENCIA
BOMBAS CONTRA INCENDIO			
BOMBAS DE GLP			
COMPRESORES			
TANQUES			
VÁLVULAS DE ALIVIO DE PRESIÓN			
VÁLVULAS DE EXCESO DE FLUJO			
MANIFOLDS			
TUBERÍAS			
BRIDAS			

* Implementada para tomar registros de fallas y accidentes en las Plantas de Llenado para el control probabilístico y estadístico.

ASPECTOS APLICABLES DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE RIESGO:

A continuación se presentarán los controles de prevención de riesgo y medidas que deben estar presente en los análisis cualitativos de riesgo a Plantas de Llenado de GLP:

En el **punto VIII.2.-**, se observa un diagrama de flujo de cuantificación de riesgo, a partir de la división de áreas y de los registros de falla del **punto VIII.3.-**, para las modificaciones y/o reemplazo en las instalaciones a que diera lugar, de acuerdo a con ayuda de un análisis de costos-beneficios.

En el **punto VIII.4.-** y el **punto VIII.5.-**, se muestran los criterios de cuantificación de Riesgo Individual y Riesgo Social, captados del Manual de Ingeniería de Riesgos PDVSA-1993 que se tomaran como referencia, sin dejar a un lado los criterios de evaluaciones cualitativas aplicadas por el M.E.M. mencionadas en el **punto VIII.6.-** del Marco Teórico, en cuanto a los niveles de riesgo según la existencia o no de elementos de control de riesgo.

En el **punto VIII.7.-**, se muestra los pasos y cálculos necesarios sugeridos de diseño, del Sistema Hidráulico de Prevención y Extinción de Incendios, a tomar en cuenta para una optima y segura operatividad de todo el conjunto, una vez activado. Estos pasos y cálculos son aplicables para cualquier disposición y área dispuesta para la planta, sin que estos no puedan ser mejorados o sustituidos por instalaciones que utilicen o apliquen el uso de nuevas tecnologías aprobadas por el M.E.M..

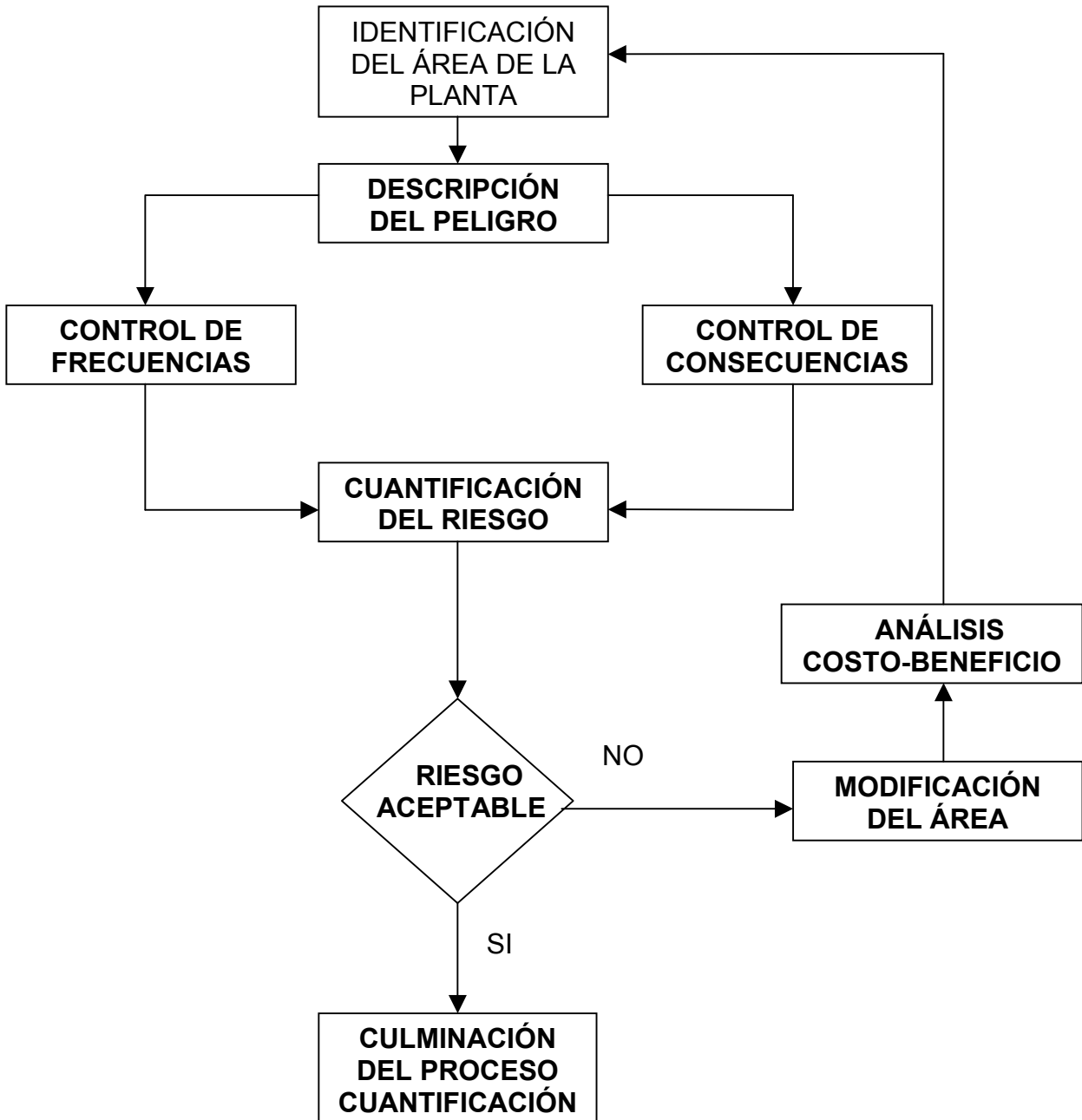
En el **punto VIII.8.-**, se presentan los Procedimientos de Cálculo de Requerimiento de Presión sugeridos a partir de las evaluaciones de la red de tuberías, accesorios y sistema de enfriamiento de los tanques, para la elección del Sistema de Bombeo. Estos se establecen como soporte de elección y uso de las bombas contra-incendio de manera eficiente en el estudio de proyectos, con respecto a los

existentes en las instalaciones inspeccionadas. Este procedimiento se diseñó como iniciativa del trabajo ejecutado durante los estudios de proyectos, apoyados en las normas NFPA.

En los Puntos **punto VIII.9.-, VIII.10.- y VIII.11.-** se encuentran los distanciamientos mínimos que deben presentar como requisitos obligatorios en la distribución de las áreas a operar para los diferentes tipos de Plantas. Esto está apoyado bajo la reforma de Resolución N° 704 (Ver Anexo Fig. N° 5).

A partir de aquí, se condensan los resultados y recomendaciones para impulsar el inicio en el desarrollo de una norma, utilizada en la Dirección de Mercado Interno para control y evaluación de Riesgo de las Plantas de Llenado.

VIII.2.- DIAGRAMA DE PROCESO DE CUANTIFICACIÓN DE RIESGO



VIII.3.- CRITERIO PARA TOLERANCIA DE RIESGO INDIVIDUAL

FRECUENCIA	TOLERABILIDAD
$F > 10^{-3}/\text{año}$	Intolerable: el Riesgo debe ser reducido a cualquier costo
$10^{-6}/\text{año} < F \leq 10^{-3}/\text{año}$	Deseable reducción adicional del Riesgo basado en análisis costo-beneficio. Representa la región de Riesgo Reducible
$F \leq 10^{-6}/\text{año}$	Tolerable o Mínimo: reducción del Riesgo si los recursos lo permiten. Aun aplica concepto de costo beneficio

VIII.4.- CRITERIO PARA TOLERANCIA DE RIESGO SOCIAL

	ACIDENTE SEVERO	ACCIDENTE MAYOR	ACCIDENTE CATASTRÓFICO
FATALIDADES	Entre 1 y 10	Entre 11 y 50	Mas de 50
LESIONES	Entre 10 y 100	Entre 101 y 500	Mas de 500
LUCRO CESANTE	Entre 1 y 30 Días	Entre 30 y 90 Días	Mas de 90 Días
IMPACTO AMBIENTAL	Reversible entre 1 y 5 años	Reversible después de 5 años	Irreversible
DAÑOS MATERIALES	Entre 1 y 50 MMUS\$	Entre 50 y 250 MMUS\$	Mayor de 250 MMUS\$

VIII.5.- DISEÑO DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS:

5.1.- Pasos a seguir para la implantación del Sistema de Hidráulico:

- 5.1.1.- Elección del diámetro y tipos de Tuberías y Accesorios
- 5.1.2.- Elección del Sistema de Rociadores para los Tanques de Almacenamiento
- 5.1.3.- Determinar el número de lazos y/o ramificaciones
- 5.1.4.- Identificar y dividir en secciones (tramos) la red de distribución de agua
- 5.1.5.- Establecer requerimientos mínimos de tasa y presión para los equipos de prevención y extinción (Bocas de agua, sistema de enfriamiento, etc.)
- 5.1.6.- Elección del sistema de bomba contra incendio (presión y tasa requerida)
- 5.1.7.- Selección del tanque de almacenamiento de agua de acuerdo a la autonomía

5.2.- Cálculos Involucrados:

- 5.2.1.- Diseño y cálculos del número de rociadores
- 5.2.2.- Determinar ubicación de monitor y número de hidrantes
- 5.2.3.- Pérdidas de presión por fricción total en tuberías y accesorios
- 5.2.4.- Volumen de almacenamiento de agua para la operación continua de los sistemas
- 5.2.5.- Presión de bombeo mínima requerida

VIII.6.- PROCEDIMIENTOS DE CÁLCULO DE REQUERIMIENTO DE PRESIÓN

6.1.- Ecuaciones para el cálculo de Pérdidas de Presión por Fricción en tuberías y accesorios:

$$6.1.1) P_F = P_{F_T} + P_{F_{ET}} + P_R$$

$$6.1.2) P_{F_T} = \left(\frac{4,52 Q^{1,85}}{C^{1,85} d^{4,87}} \right)$$

$$6.1.3) P_{F_{ET}} = L_{ET} * P_{F_{ET}}^*$$

$$6.1.4) P_R$$

Procedimiento de cálculo:

- a) P_{F_T} se determina utilizando como dato la Tasa requerida Q , el diámetro d y el coeficiente de fricción C para el tipo de tubería seleccionada, obtenida por la Tabla V.III.1.-, a partir de la ec. 6.1.2).
- b) $P_{F_{ET}}$ se obtiene multiplicando L_{ET} determinada en la Tabla V.III.6.-, para el diámetro d específico y $P_{F_{ET}}^*$ (ec. 6.1.2 aplicada a las características del accesorio)
- c) P_R se determina de acuerdo al siguiente procedimiento:

c.1) Determinar cantidad de agua requerida C_{ar} para el tanque:

$$a) C_{ar} = \text{Area total} * TA.$$

$$C_{ar} = (A_c + 2 A_{cab}) 10.2 \text{ lpm/m}^2.$$

A_c : Área de la parte cilíndrica

A_{cab} : Área de los cabezales o casquetes del tanque

Es importante conocer la forma del cabezal o casquete.

- Cabezales Semiesféricos:

$$A_{cs} = \pi (d^2/4 + h^2)$$

- Cabezales Esféricos:

$$A_e = \pi d^2/2$$

Tasa de aplicación de agua TA (Application Rate) $\approx 0,25 \text{ gpm/f}^2$ (10,2 lpm/m²).

- c.2) Determinar cantidad de rociadores
- Angulo vs. Diámetro del tanque
 - Con el \varnothing y ángulo \Rightarrow determina cantidad de rociadores
 - Con el ángulo vs. distancia entre la boquilla y la pared del tanque se determina la cantidad de rociadores C_{roc} .
 - Determinar cantidad de boquillas:
 - Diámetro del Tanque.
 - Longitud del Tanque.
 - Angulo de Descarga.
 - Distancia de Separación al Tanque
- c.3) Con cantidad de agua requerida calculada en C.1), se determina caudal por cada rociador CAPR:
 $CAPR = CAR / C_{roc}$
- c.4) Con el caudal por rociador (CAPR) y el ángulo \Rightarrow se determina tipo de boquilla y la presión en el niple del rociador.
- c.5) Calcular la perdida por fricción determinada la tasa total con c/u de los rociadores utilizando la ec. 6.1.2.-).

6.2.- Ecuaciones para el cálculo de presión necesaria de bombeo:

$$6.2.1) \Delta P = 0,433 H$$

$$6.2.2) P_{RS} = P_H + P_{Bq}$$

$$6.2.3) P_P = P_{RS} + P_F + \Delta P$$

Procedimiento de cálculo:

- ΔP se obtiene de la elevación o depresión H a la cual se encuentra el sistema de almacenamiento de agua de prevención y extinción, respecto a una cota fijada a la cual se encuentran los puntos de suministro, tomando en cuenta los ramales. H puede tener valores (-) negativos o (+) positivos que representan pérdidas o ganancias de presión por gradiente hidráulico.
- P_{RS} se obtiene de los requerimientos mínimos de presión de descarga para los sistemas de Hidrantes P_H y de presión mínima en las boquillas P_{Bq} de los sistemas de agua pulverizada.

$$P_{Bq} = (Q_{Bq} / \text{factor } K)^2.$$

P_{Bq} = Pres. Requerida

Q_{Bq} = Flujo Requerido.

K = Coeficiente de Descarga específica para cada boquilla

- c) P_P es el resultado de la sumatoria de todas aquellas presiones necesarias para cubrir las exigencias mínimas de operación de los sistemas.

Tabla VIII.1.- Valores de "C" según Hazen & Williams

Tubos o Tuberías	Hazen & Williams Valores de "C"
Hierro Colado No-Revestido o Dúctil	100
Acero Negro (Sistemas Húmedos)	120
Galvanizados (Todos)	120
Plástico (Enumerado) – Subterráneo	150
Hierro Colado Revestido o Dúctil	140
Aceros Inoxidables o Tubos de Cobre	150

Tabla VIII.2.- Tabla Equivalente de Longitud de Tubería, Válvulas y Accesorios Expresados en Longitud Equivalente de Tubería en Pies (m)

Válvulas y Accesorios	3/4 in.	1 in.	1 1/4 in.	1 1/2 in.	2 in.	2 1/2 in.	3 in.
Codo de 45°	1 (0,3)	1 (0,3)	1 (0,3)	2 (0,6)	2 (0,6)	3 (0,9)	3 (0,9)
Codo de 90° Standard	2 (0,6)	2 (0,6)	4 (1,2)	4 (1,2)	5 (1,5)	6 (1,8)	7 (2,1)
Codo de 90° Largo	1 (0,3)	2 (0,6)	2 (0,6)	2 (0,6)	3 (0,9)	4 (1,2)	5 (1,5)
Conexión T ó Cruz (Cruza 90°)	4 (1,2)	5 (1,5)	6 (1,8)	8 (2,4)	10 (3,1)	12 (3,7)	15 (4,6)
Válvula de Compuerta	-	-	-	-	1 (0,3)	1 (0,3)	1 (0,3)
Válvula Mariposa	-	-	-	-	6 (1,8)	7 (2,1)	10 (3,1)
Swing Check*	4 (1,2)	5 (1,5)	7 (2,1)	9 (2,7)	11 (3,4)	14 (4,3)	16 (4,9)

Válvulas y Accesorios	3 1/2 in.	4 in.	5 in.	6 in.	8 in.	10 in.	12 in.
Codo de 45°	3 (0,9)	4 (1,2)	5 (1,5)	7 (2,1)	9 (2,7)	11 (3,4)	13 (4,0)
Codo de 90° Standard	8 (2,4)	10 (3,1)	12 (3,7)	14 (4,3)	18 (5,5)	22 (6,7)	27 (8,2)
Codo de 90° Largo	5 (1,5)	6 (1,8)	8 (2,4)	9 (2,7)	13 (4,0)	16 (4,9)	18 (5,5)
Conexión T ó Cruz (Cruza 90°)	17 (5,2)	20 (6,1)	25 (7,6)	30 (9,2)	35 (10,7)	50 (15,3)	60 (18,3)
Válvula de Compuerta	1 (0,3)	2 (0,6)	2 (0,6)	3 (0,9)	4 (1,2)	5 (1,5)	6 (1,8)
Válvula Mariposa	-	12 (3,7)	9 (2,7)	10 (3,1)	12 (3,7)	19 (5,8)	21 (6,4)
Swing Check*	19 (5,8)	22 (6,7)	27 (8,2)	32 (9,8)	45 (13,7)	55 (16,8)	65 (19,8)

VI.7.- PROCEDIMIENTO PARA LA CLASIFICACIÓN DE ÁREAS CLASE I ¹²:

Cada local, sección o área de la Planta será considerada individualmente para la determinación de su clasificación siguiendo una evaluación dado los pasos siguientes:

7.1) Necesidad de Clasificación de acuerdo a:

- Probabilidad de presencia de líquidos o vapores inflamables.
- Líquidos que tienen puntos de inflamación por encima de 60 °C y que serán transportados, procesados o almacenados a temperaturas por encima de sus puntos de inflamabilidad.
- Otras propiedades físicas (punto de ebullición, presión de vapor, etc.)

7.2) Asignación de una Clasificación:

Para los lugares *División I* de acuerdo a:

- Probabilidad de que puedan existir en el aire concentraciones de gas o vapor inflamable en condiciones normales de funcionamiento.
- Probabilidad de que ocurra frecuentemente una concentración atmosférica inflamable a causa del mantenimiento, reparaciones o fugas.
- Probabilidad de falla del sistema eléctrico simultáneamente con el desprendimiento de líquidos o vapores inflamables a causa de una falla del proceso, del almacenamiento u otro equipo.
- Ubicación en un área adecuadamente ventilada del sistema de tuberías de líquidos o vapores inflamables (incluyendo válvulas, medidores o accesorios atornillados o con bridas) y en buen mantenimiento.
- Posibilidad de acumulación de vapores o líquidos inflamables en áreas que estén a nivel o por debajo de la elevación circundante del terreno.
- Localización de las válvulas de descarga de alivio de presión dentro de las áreas de la Planta.

Para los lugares *División II* de acuerdo a:

- Ubicación del sistema de tuberías de líquidos o vapores inflamables (incluyendo válvulas, medidores o accesorios atornillados o con bridas) en un área inadecuadamente ventilada y este en buen mantenimiento y no haya probabilidad de fuga.
- Ubicación del sistema que transporta líquidos o vapores inflamables en un área adecuadamente ventilada y que puede escapar el líquido o vapor de este sistema solamente durante condiciones anormales (tales como falla accidental de una empacadura o rotura de una tubería) exceptuando los sistemas de tuberías bien mantenidos.
- Lugares que se encuentren adyacentes a un lugar *División I*, o que puede el vapor llegar hasta allí por medio de zanjas, tuberías o ductos.
- Posibilidad de formación de mezclas atmosféricas de vapor hasta llegar a concentraciones inflamables por una falla o funcionamiento anormal del sistema de ventilación mecánica en lugares donde se utiliza ventilación mecánica positiva.

7.3) Extensión de la Áreas Clasificadas:

La extensión de un lugar clasificado puede ser determinado por la aplicación de las separaciones recomendadas, utilizando un adecuado criterio de análisis de riesgos de incendios.

7.4) Agrupación de las mezclas atmosféricas según el Código Eléctrico Nacional (CEN):

El equipo debe ser seleccionado, probado y aprobado para el material inflamable específico involucrado, así como para las presiones explosivas máximas y las temperaturas seguras de funcionamiento que varían muy extensamente con la composición del material inflamable.

VI.8.- PRINCIPIOS DE SEGURIDAD EN EL MANEJO DE GASES LICUADOS DE PETRÓLEO (GLP) EN PLANTAS DE LLENADO DE CILINDROS:

Estos pasos se presentan de manera tal que sea posible aplicarlo a otros gases licuados, incluyendo aquellos altamente tóxicos:

- 8.1.- Comportamiento cualitativo de la fase vapor-liquido.
- 8.2.- Aislamiento de zonas de escapes.
- 8.3.- Propiedades de los líquidos y gases peligrosos.
- 8.4.- Drenaje y ventilación adecuada.
- 8.5.- Peligros de las nubes de vapor.
- 8.6.- Control de fuentes de ignición.
- 8.7.- Peligros de incendio.
- 8.8.- Sistemas de control de los peligros a:
 - UVCE
 - BLEVE
 - JETFIRE
 - FLASHFIRE
- 7.9.- Sistema de rociadores de agua y de llovizna.
- 7.10.- Ubicación de equipos e instalaciones de prevención y extinción de incendio.
- 7.11.- Almacenamientos de los gases licuados.
- 7.12.- Prevención de escapes.
- 7.13.- Circulación y permanencia del transporte terrestre.
- 7.14.- Detectores de incendio y de escapes.
- 7.15.- Distanciamientos con las Áreas Clasificadas.

VI.9.- UBICACIÓN DE LA PLANTA

9.1. La ubicación de las plantas de llenado de cilindros con respecto a terceros deberá determinarse mediante análisis de riesgo para escenarios realísticos.

9.2. La distancia mínima de ubicación de la planta con respecto a terceros deberá determinarse de acuerdo con los niveles de exposición establecidas:

- Radiación Calórica: 5 KW/m²
- Sobrepresión: 0,3 psi
- Concentración de Vapores Inflamables: 0,50 del Limite Inferior

9.3. Las plantas ubicadas en áreas remotas se consideran que no representan riesgos a terceros. Las áreas remotas son aquellas ubicadas a una distancia mínima de 1300 metros de cualquier otra área que involucre concentración o grupos de terceras personas.

9.4. Las plantas podrán disponer de una zona de seguridad, a su alrededor, para evitar la ubicación de terceros.

VI.10.- DISTANCIAMIENTO INTERNO MÍNIMO DE SEGURIDAD:

Tabla VIII.3.- Distanciamiento Interno por Tipo de Planta (En Metros)

DESDE	A:	PLANTA TIPO 1	PLANTA TIPO 2	PLANTA TIPO 3
TANQUE	Sala de bombas y compresores	4	4	4
	Bocas de Traslago	3	6	6
	Áreas de llenado	5	10	10
	Almacenes de cilindros llenos	3	6	6
	Caseta de transformación	15	25	30
	Oficina	10	20	23
	Habitaciones, enfermería, cocina, comedores.	10	23	23
	Contenedores de líquidos inflamables	10	25	30
BOCAS DE TRASIEGO	Sala de bombas y compresores	4	4	4
	Área de llenado	3	6	6
	Almacenes de cilindros llenos	3	6	6
	Casetas de transformación	8	15	23
	Oficinas	8	15	23
	Habitaciones, enfermería, Cocina, comedores, llamas abiertas	10	20	23
SALA DE BOMBAS Y COMPRES.	Área de llenado	4	4	4
	Almacenes de cilindros llenos	5	10	10
	Casetas de transformación	8	15	15
	Oficinas	8	15	15
	Habitaciones, enfermería, Cocina, comedores, llamas abiertas	8	15	15
		10	20	20
ÁREA DE LLENADO	Bocas de trasiego	3	6	6
	Casetas de transformación	8	15	15
	Oficinas	8	10	10
	Habitaciones, llamas abiertas, enfermería, Cocina, comedores,	10	20	20
CASETA DE TRANSFORMACIÓN	Oficinas	8	15	15
	Habitaciones, enfermería, cocina, Comedores, llamas abiertas	8	15	15
TALLER DE MANTENIET. Y PINTURA	Casetas de transformación	8	15	15
	Oficinas	8	15	15
	Habitaciones, enfermería, cocina, comedores, llamas abiertas	10	20	20

VIII.11.- DISTANCIAS MÍNIMAS DE PROTECCIÓN DESDE LA CERCA PERIMETRAL MAS CERCANA (METROS):

HASTA:	CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO: 7,6 M³ A 114 M³ PLANTA TIPO I	CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO: 114 M³ A 500 M³ PLANTA TIPO 2	CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO: MAS DE 500 M³ PLANTA TIPO 3
TANQUE	15	25	25
BOCAS DE TRASIEGO	12	20	20
SALA DE BOMBAS Y COMPRESORES	12	20	20
ÁREA DE LLENADO	12	20	20

VIII.- 12.- DISTANCIA MÍNIMA ENTRE TANQUES SUPERFICIALES (METROS):

Tabla VIII.4.- Distanciamiento entre Tanques Superficiales

HORIZONTALES	<p>$\frac{1}{4}$ de la suma de los diámetros de los tanques adyacentes, pero no menor de 1,5 m.</p> <p>Cuando existan grupos de hasta 6 (seis) tanques, la distancia mínima entre los grupos será de 8 m.</p>
ESFERAS	El diámetro de la esfera mayor en ningún caso será menor 15 m.

VI.13.- REQUERIMIENTOS DE FABRICACIÓN DE TANQUES ESTACIONARIOS DE GLP CON CAPACIDAD MAYOR DE 4000 GAL (15,14 M³):

13.1. Los Tanques fabricados en Talleres, deberán ser diseñados, construidos y probados en concordancia con el código ASME "Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, Rules for Construction of Unfired Pressure Vessels" o se encuentren en concordancia con las normas y reglamentos de la autoridad bajo el cual los Tanques son instalados, con la condición de que se adapten a tales reglas del código ASME "Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII".

Excepción: No aplicará los puntos UG-125 hasta UG-136 del código ASME "Boiler and Pressure Vessel".

13.2. Cada Tanque Estacionario deberá ser soportado para prevenir la concentración de carga excesiva sobre la parte apoyada de los casquetes o cabezales.

13.3. Los Tanques Horizontales deberán ser montado o asentado tanto como le permita la expansión y contracción, no solamente los tanques, sino también las conexiones de tubería. Solamente dos asientos deberán ser usados.

13.4. Deberá estar provisto de un medio adecuado para prevenir la corrosión sobre la porción del tanque que está en contacto con las fundaciones o asientos.

13.5. La presión de diseño deberá ser interpretada como la presión hacia la parte superior del cabezal, con asignación hecha por la presión incrementada sobre las secciones más bajas del casquete; y a la presión en la parte inferior del cabezal esperada por la presión estática del producto.

13.6. Deben estar provistos de los siguientes equipos mínimos aprobados:

Tabla VIII.5.- Sistemas y Equipos Mínimos Aprobados para uso en los Recipientes

Recipientes Usados	Capacidad de Agua en gal (m3)	Aprobación Aplica a:
Cilindros	Hasta 120 (0.454) (1000 lb, 454 kg)	Válvulas y conectores del recipiente Ensamblaje de la multiválvula "Manifold". Reguladores y equipos de alivio de presión.
Recipientes ASME	2000 (7.6) o menos	Sistema del Recipiente* incluyendo regulador, o Ensamblaje del recipiente* y regulador separadamente.
Recipientes ASME	Mayor a 2000 (7.6)	Válvulas del recipiente. Válvulas de exceso de flujo, Válvulas de no-retroceso de flujo o medios alternativos de proveer esta protección tales como válvulas internas automáticas o manual controladas a distancia. Dispositivos de medición del recipiente. Reguladores y equipos de alivio de presión del recipiente.

*Donde sea necesario modificar o reparar tales sistemas o ensamblaje en el campo para proveer diferentes presiones de operación, cambios desde la retirada de vapor a líquido, o el típico, tales cambios deberán ser permitidos a ser hechos por el uso de los componentes aprobados.

VI.14.- PROTECCIÓN ESPECIAL PARA TANQUES ESTACIONARIOS:

14.1. La ubicación y arreglo de las estructuras de protección deberán minimizar las “bolsas” de escapes de gas, interferencias con la aplicación de enfriamiento de agua por el Cuerpo de Bomberos, redirección de las llamas contra los Tanques de Almacenamiento e impedir el ingreso de personal a la Planta en una emergencia.

14.2. Los Tanques de GLP deberán estar orientados tal, que sus ejes longitudinales no apunten hacia otros tanques de GLP, hacia Tanques de Gas Natural Licuado y/o a Tanques que almacenen líquidos inflamables en la misma propiedad o adyacente estos.

14.3. Si se usan aislantes, estos deben ser capaz de limitar la temperatura del tanque a no mayor de 427 °C (800 °F) por un mínimo de 50 minutos, como esté determinado por los ensayos con aislamiento aplicado a laminas de aceros y sometido a pruebas de llama en gran parte del área de dicha lamina. El sistema aislante deberá ser inherentemente resistente al clima y a la acción de los chorros de las mangueras.

14.4. Para tanques con capacidad de 60.000 gal (227 m³) o menos de capacidad de agua, un análisis competente de riesgo de incendio podría indicar que las capas de aislamiento aplicado son, totalmente, la solución más práctica como protección especial.

14.5. Material combustible suelto o amontonado, vegetación alta o seca no será permitido alrededor de los 7.6 m (25 ft) de alguno de los Tanques.

VI.15.- REQUERIMIENTOS DE LAS VÁLVULAS DE CIERRE REMOTO DE LOS TANQUES ESTACIONARIOS:

15.1. Las válvulas de cierre de emergencia deberán estar autorizadas e incluir todos los siguientes modos de cierre:

- (a) Cierre automático a través de actuación térmica (fuego) (donde los elementos fusibles usados deberán tener un punto de fusión que no exceda los 121°C (250°F).
- (b) Cierre remoto manual desde dos o mas ubicaciones .
- (c) Cierre manual hacia un lugar instalado.

15.2. La capacidad de cierre remoto, incluyendo el suministro de energía para los equipos de transferencia y todas las válvulas primarias (Cierre interno y de emergencia) deberán estar provistas de lo siguiente:

- (a) Una estación de cierre remoto deberá ser instalada dentro de los 4,6 m (15 ft) de los puntos de transferencia.
- (b) Al menos una estación de cierre remoto adicional deberá estar instalada a no menos de 7,6 m (25 ft) ni mas de 31 m (100 ft) del punto de transferencia.
- (c) Las estaciones de cierre remoto de emergencia deberán ser identificadas como tales por un aviso incorporado con las palabras “**Propano**” y “**Cierre de Emergencia**” en letras mayúsculas de no menos de 51 mm (2 in.) de altura, sobre un fondo de contraste de color con las letras. Este aviso deberá ser visible desde los puntos de transferencia.

SUMARIO DE NORMAS TÉCNICAS Y LEGALES APLICABLES

“NORMAS COVENIN”

N°	EDICIÓN	TITULO
200	1999	Código Eléctrico Nacional. 6 ^{ta} Revisión
253	1990	Codificación para la Identificación de Tuberías que conduzcan fluidos
649	1997	Cilindros para Gases Licuados de Petróleo (GLP)
758	1989	Estación Manual de Alarma
823	1997	Sistema de Protección Contra Incendio en Edificaciones por construir. Parte 2: Industrial
904	1998	Productos Derivados del Petróleo. Gases Licuados del Petróleo (GLP)
1040	1979	Extintores Portátiles. Generalidades
1041	1999	Tablero central de detección y alarma de incendio
1176	1980	Detectores. Generalidades
1213	1998	Extintores portátiles. Inspección y mantenimiento
1331	1987	Extinción de Incendios en Edificaciones. Sistema Fijo de Extinción con Agua con Medio de Impulsión Propio
1376	1998	Sistema Fijo de Extinción con Agua: Rociadores
1377	1979	Sistema Automático de Detección de Incendios. Componentes
1382	1979	Detector de calor puntual
1420	1980	Detector óptico de humo (fotoeléctrico)
1443	1979	Detectores de humo por ionización
1446	1979	Terminología. Material de Prevención y Extinción de Incendio
1534	1996	Petróleo Crudo y sus Derivados. Definiciones
1660	1980	Sistema Fijo de Extinción con Agua Pulverizada. Generalidades
2226	1990	Guía para la Elaboración de Planes para el Control de Emergencias
2266	1988	Guía de los Aspectos Generales a ser considerados en la Inspección de las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo
3454	1999	Cilindros para Gases Licuados de Petróleo. Revisión Periódica y Mantenimiento
3568	2000	Gas Natural. Características de Calidad. Parte 2. Gas de Uso General para Sistemas de Transporte Troncales de Libre Acceso
3574	2000	Mecánica. Gases Licuados de Petróleo (GLP). Operación de Llenado de Cilindros
3661	2001	Gestión de Riesgos, Emergencias y Desastres. Definición de Términos

“NORMAS NFPA”

N°	EDICIÓN	TÍTULO
1	1997	Fire Prevention Code
10	1999	Standard for Portable Fire Extinguishers
13	1999	Standard for the Installation for Sprinkler Systems
15	1996	Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection
20	1999	Standard for Installation of Stationary Pumps for Fire Protection
22	1998	Standard for Water Tanks for Private Fire Protection
25	1998	Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems
58	1998	Liquefied Petroleum Code
59	1998	Standard for the Storage and Handling of Liquefied Petroleum Gases at Utility Gas Plant
54	1999	ANSI Z223.1-1999 National Fuel Gas Code
70	1999	National Electrical Code
72	1999	National Fire Alarm Code®
497	1997	Recommended Practice for Classification of Flammable Liquids, Gases or Vapor and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas
550	1995	Guide to the Fire Safety Concepts Tree
704	1996	Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response
750	1996	Standard on Water Mist Fire Protection Systems

“NORMAS API”

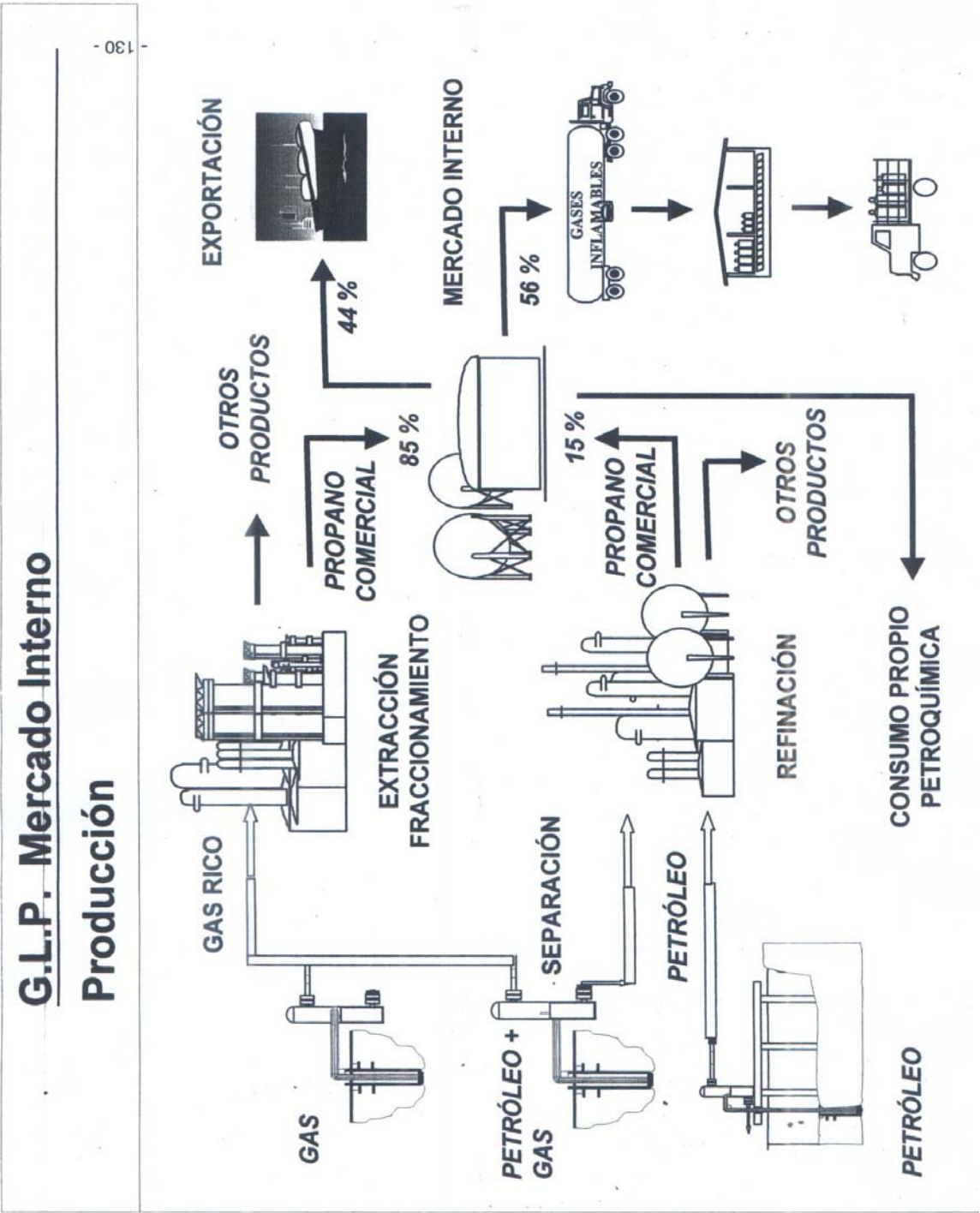
N°	EDICIÓN	TÍTULO
2510	6 th -1995	Design and Construction of LPG Installation
2510A	2 th -1996	Fire Protection Considerations for LPG Storage Facilities

“NORMAS DE FABRICACIÓN”

CÓDIGO	ESPECIFICACIÓN
ASME	Sección VIII División 1 ó 2 (Para Tanques)
DOT	4BW-240 (Para Cilindros)

“LEYES Y REGLAMENTACIONES”

- Ley Orgánica de Hidrocarburos Gaseosos y su Reglamento. Gaceta Oficial N° 36.793 de Fecha 23 de Septiembre de 1999.
- Ley Penal del Ambiente. Gaceta Oficial Extraordinario N° 4358 del 3 de Enero de 1992.
- Ley Orgánica del Trabajo. Gaceta Oficial Extraordinario N° 4240 de Fecha 20 de Diciembre de 1990.
- Ley de Metrología. Gaceta Oficial N° 2717 de Fecha 30 de Diciembre de 1980.
- Ley Orgánica de Prevención, Condición y Medio Ambiente de Trabajo, y su Reglamento. Gaceta Oficial Extraordinario N° 35020 de Fecha 17 de Agosto de 1992.
- Resolución N° 704. “Normas para la Ubicación, Construcción, Ampliación, Remodelación, Reubicación, Desmantelamiento y Operación de las Plantas de Llenado de Recipientes para Gases Licuados de Petróleo (GLP). Gaceta Oficial N° 26.297 de Fecha 06 de Julio de 1960.
- Resolución N° 290. “Normas para el Transporte Terrestre, Almacenamiento e Instalación de Sistemas de Gases de Petróleo Licuados”. Gaceta Oficial N° 2071 de Fecha 08 de Agosto de 1977.
- Circular 2-84. “Instructivo para la Industria del Gas Licuado de Petróleo”. Dirección de Mercado Interno del M.E.M. de Fecha 13 de Julio de 1984.



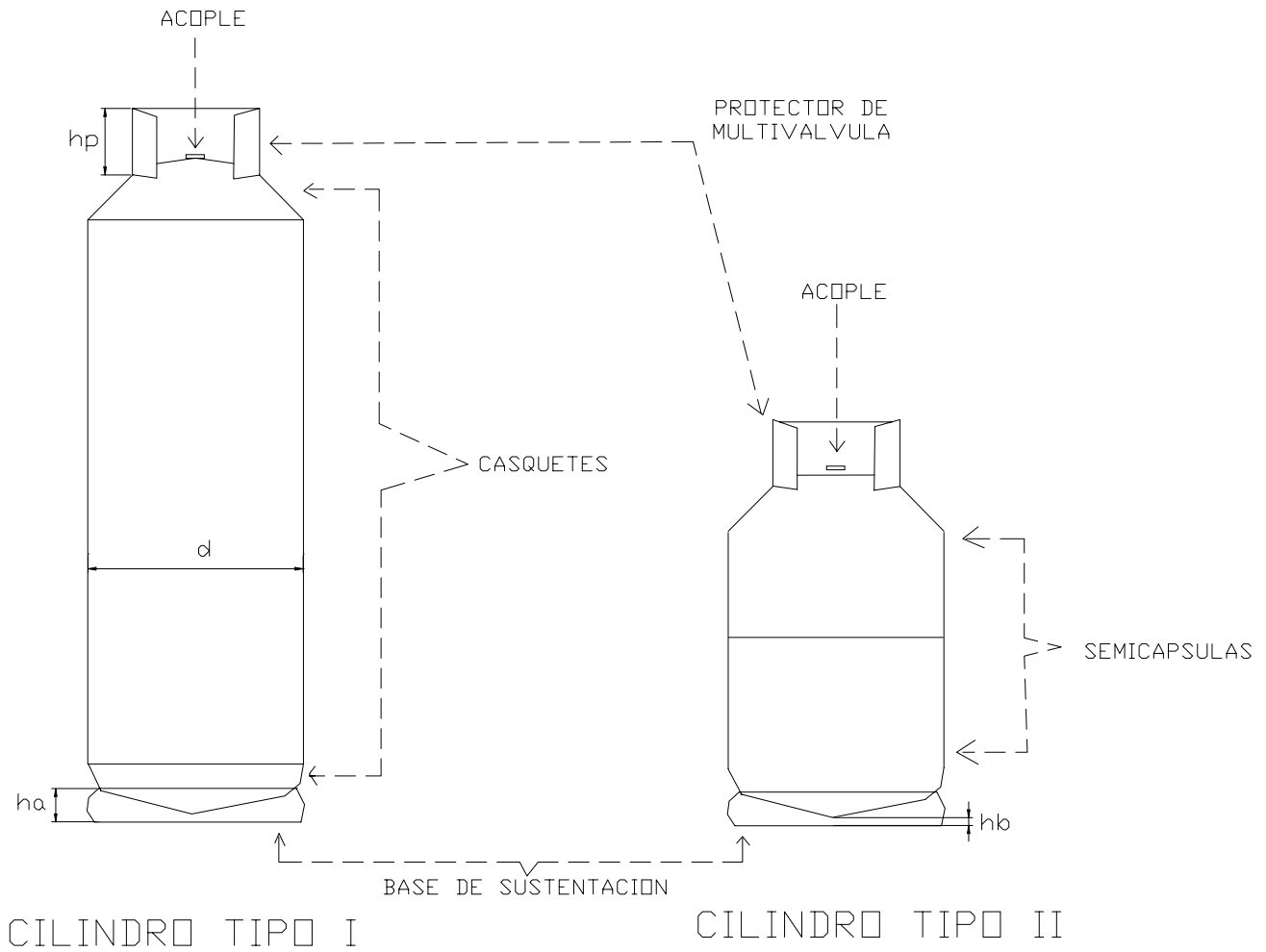
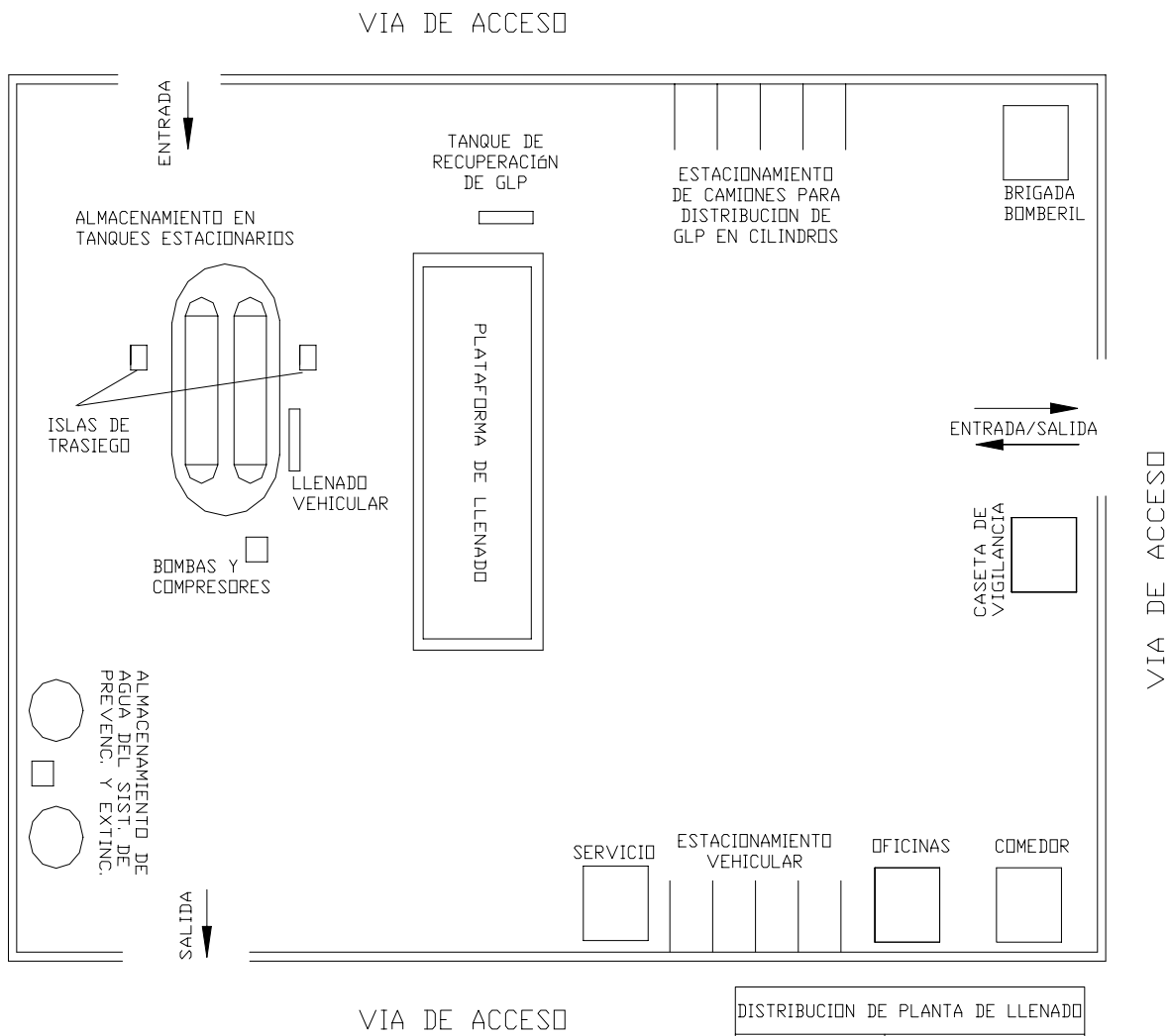


Figura N° 3. CLASIFICACION DE CILINDROS



DISTRIBUCION DE PLANTA DE LLENADO	
ESCALA: S/E	ELABORADO POR:
TIPO: ESQUEMA	ING. ARGENIS REVETE
DISEÑO TIPO UTILIZADO PARA EL DIAGNOSTICO DE SEGURIDAD	

FIG. N° 4. DISTRIBUCION DE LAS AREAS DE LA PLANTA

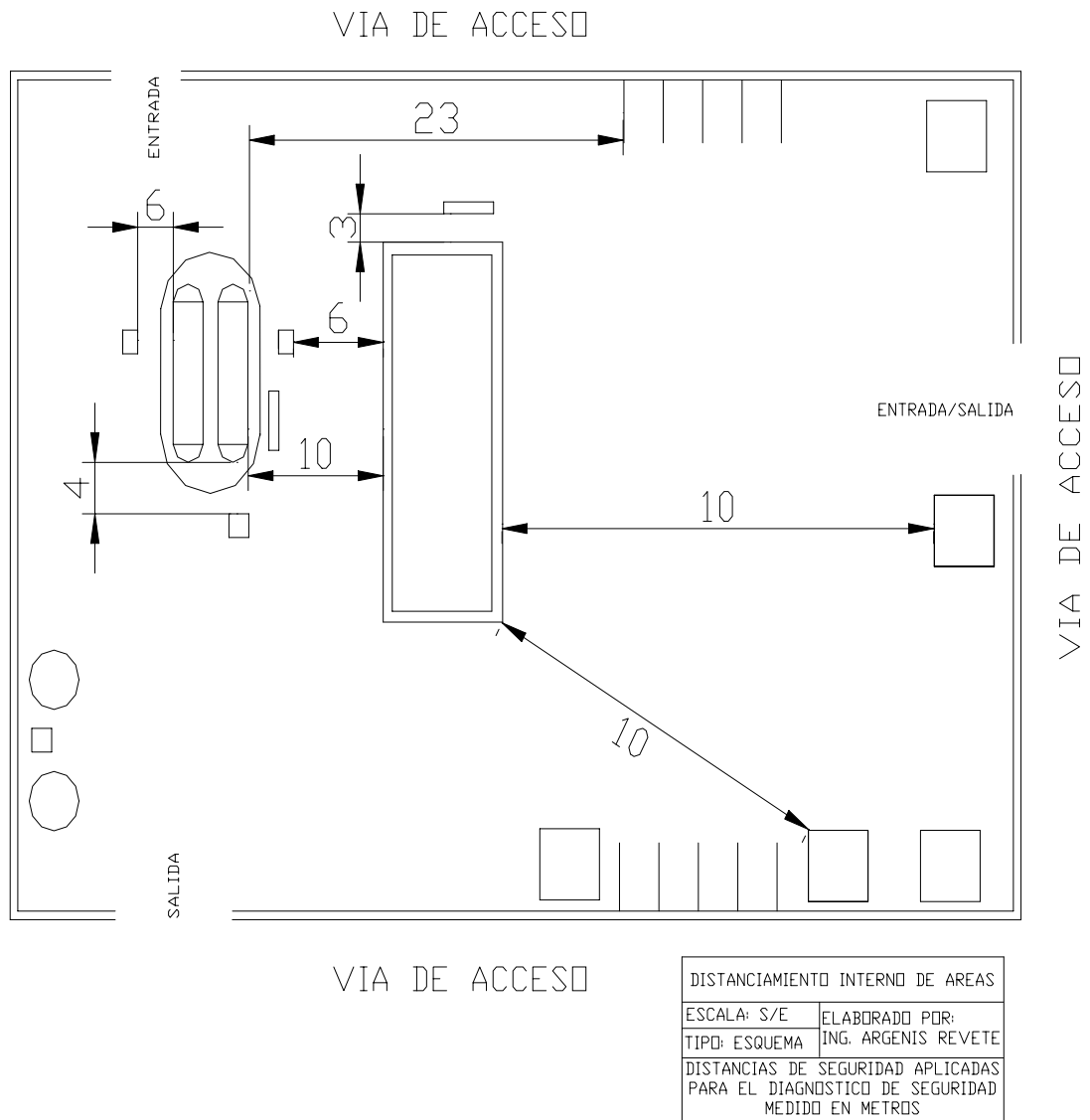


FIG. N° 5 DISTANCIAMIENTO INTERNO MINIMO DE SEGURIDAD

Nombre comercial
 Identificación *DOT
 Clasificación de riesgo *DOT
 Etiqueta de embarque
 Identificación durante su transporte

Gas Licuado del Petróleo
 UN 1075 (UN: Naciones Unidas)
 Clase 2; División 2.1
GAS INFLAMABLE
 Cartel cuadrangular en forma de rombo de 273 mm x 273 mm (10 3/4" x 10 3/4"), con el número de Naciones Unidas en el centro y la Clase de riesgo DOT en la esquina inferior.

*DOT = Department Of Transportation, USA.



UN 1075 = Número asignado por DOT y la Organización de Naciones Unidas al gas licuado del petróleo.
 2 = Clasificación de riesgo de DOT

Rombo de Clasificación de Riesgos NFPA-704³

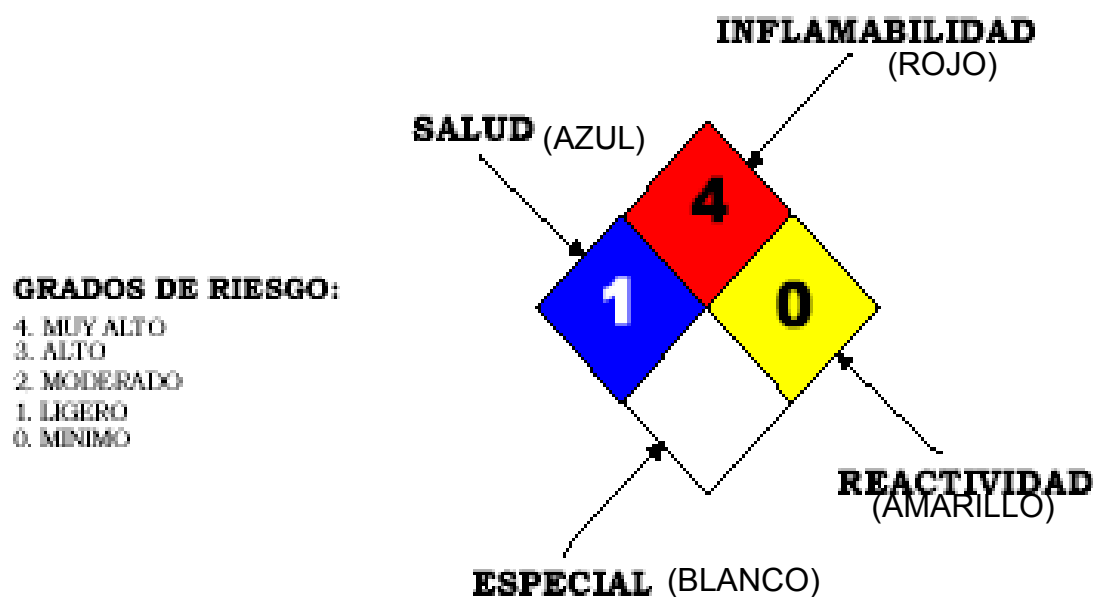


Figura N° 6 Rombos de Identificación y Riesgo para el Transporte de GLP

Tabla N° 1.- Diagrama de Eventos de Riesgo de Incendio por Áreas

ÁREA	TIPO DE EVENTO PROBABLE	TIPO DE CONTROL DE RIESGO	
		PREVENTIVO	EXTINCIÓN
BOMBAS Y COMPRESORES	<ul style="list-style-type: none"> - Escape de GLP en las conexiones de las líneas de vapor y líquido - Formación de nube de Vapor - Presencia de Llama - Explosión - Impacto vehicular - Falla en la succión y compresión del GLP - Alta presión en las bombas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Distancias de seguridad - Estación Manual de Alarma - Detector de Gas - Válvulas de cierre rápido - Avisos preventivos e instrucciones de trabajo - Protección anti-impacto - Parada de emergencia 	<ul style="list-style-type: none"> - Extintor Portátil - Hidrantes
TRASIEGO	<ul style="list-style-type: none"> - Escape de GLP en las mangueras de trasiego - Formación Nube de Vapor - Rotura de Acoples - Impacto vehicular - Electricidad estática - Obstrucción de las líneas de flujo 	<ul style="list-style-type: none"> - Distancias de seguridad - Detectores de gas - Estación Manual de Alarma - Defensa anti-impacto - Válvulas de desacople rápido (doble check) - Válvulas de alivio hidrostáticas - Aterramiento - Avisos preventivos e instrucciones de trabajo - Control de fuentes de ignición 	<ul style="list-style-type: none"> - Extintor Manual - Extintor sobre ruedas - Hidrantes
ALMACENAMIENTO TANQUES ESTACIONARIOS	<ul style="list-style-type: none"> - Escape de GLP a través de conexiones - Formación de nube de vapor - BLEVE - UVCE - Impacto vehicular - Electricidad estática 	<ul style="list-style-type: none"> - Detectores de gas - Sistemas de agua pulverizada (Rociadores) - Estación Manual de Alarma - Válvulas de cierre remoto - Aterramiento - Protección de Impacto - Avisos preventivos e instrucciones de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de Agua Pulverizada - Monitor - Hidrantes - Mangueras
ALMACENAMIENTO DE CILINDROS	<ul style="list-style-type: none"> - Escape de GLP - Formación de nube de vapor - Afectación por eventos de áreas adyacentes 	<ul style="list-style-type: none"> - Detectores de gas - Detectores de calor - Avisos preventivos e instrucciones de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> - Extintores portátiles - Hidrantes

Tabla N° 2.- Diagrama de Eventos de Riesgo de Incendio por Áreas

ÁREA	TIPO DE EVENTO PROBABLE	TIPO DE CONTROL DE RIESGO	
		PREVENTIVO	EXTINCIÓN
PLATAFORMA DE LLENADO DE CILINDROS	<ul style="list-style-type: none"> - Rotura de Acople - Escape de GLP - Electricidad estática - Escape de GLP en las mangueras de trasiego - Impacto vehicular 	<ul style="list-style-type: none"> - Estación Manual de Alarma - Detector de Gas - Válvulas de break away (doble check) - Ventilación Horizontal - Equipos anti – chispa - Protección de Impacto - Avisos preventivos e instrucciones de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> - Extintor portátil - Hidrantes - Monitor
SERVICIO	<ul style="list-style-type: none"> - Fuentes de Ignición - Incendio 	<ul style="list-style-type: none"> - Detectores de gas - Estación Manual de Alarma - Estación Manual de Alarma - Equipos de control a prueba de explosión - Avisos preventivos e instrucciones de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> - Extintores portátiles - Sistema de Rociadores Automáticos
ADMINISTRATIVA	<ul style="list-style-type: none"> - Fuente de Ignición - Incendio 	<ul style="list-style-type: none"> - Estación Manual de Alarma - Alarma contra-incendio - Detector de humo - Detectores de calor 	<ul style="list-style-type: none"> - Extintores portátiles - Sistema de Rociadores Automáticos

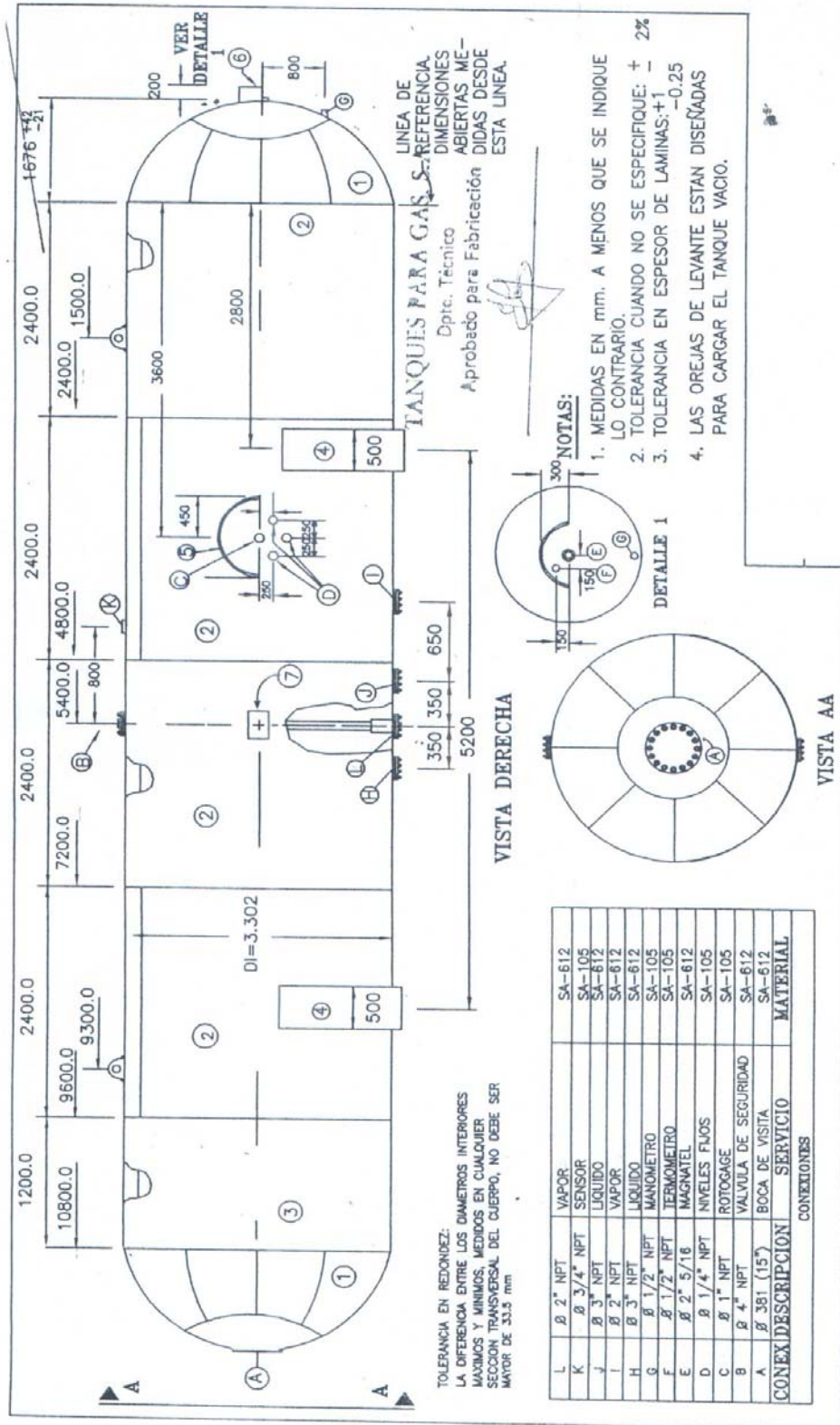
MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE CILINDROS PARA GLP

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO





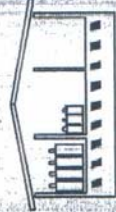





- 1) Recepción de Cilindros.
 - 1.1 Primera Inspección Visual
- 2) Preparación Cilindros para limpieza interna.
 - 2.1 Desincorporación de multiválvulas.
 - 2.2 Evaluación del acople.
 - 2.3 Venteo de cilindros.
- 3) Limpieza Interna.
- 4) Limpieza Externa.
- 5) Selección de Cilindros.
- 6) Reparación Menor.
- 7) Reparación Mayor.
 - 7.1 Cambio de Base de Sustentación y Protector Soldado.
 - 7.1.1 Corte de Base de Sustentación y Protector Soldado
 - 7.1.2 Incorporación de Base de Sustentación y Protector Soldado.
 - 7.2 Cambio de Fondo con Base de Sustentación.
 - 7.2.1 Corte de Fondo con Base de Sustentación.
 - 7.2.2 Incorporación de Base con Fondo de Sustentación.
 - 7.2.3 Aplicación de Soldadura.
- 8) Tratamiento Térmico.
- 9) Pruebas de Cilindros.
 - 9.1 Expansión Volumétrica.
 - 9.2 Rotura.
- 10) Prueba Hidrostática.
- 11) Determinación Nueva Tara.
- 12) Remarcado.
- 13) Protección de Cilindros (Pintura).

PLANILLA RESUMEN PUNTOS DE AUDITORÍA EN PLANTAS DE LLENADO**Nº REGLÓN A INSPECCIONAR**

- 01 Fecha inspección
- 02 Nombre de la empresa
- 03 Permiso MEM
- 04 Dirección de Oficina
- 05 Dirección de la Planta de Llenado
- 06 Limites del Terreno
- 07 Cerca de la Planta
- 08 Entrada
- 09 Vialidad de la Planta
- 10 Caseta de Vigilancia
- 11 Plataforma de Llenado
- 12 Sala de Pintura
- 13 Tanques de Almacenamiento de GLP (número uno)
- 14 Tanques de Almacenamiento de GLP (número dos, tres, cuatro)
- 15 Sistema de Tuberías
- 16 Boca de Trasiego, número uno.
- 16 Boca de trasiego, número dos.
- 17 Sala de Bombas y Compresores
- 18 Tanque de almacenamiento de agua (uso personal)
- 19 Oficina Jefatura de Planta.
- 20 Sistema Prevención y Extinción de Incendios
- 21 Funcionamiento del Sistema Prevención y Extinción de Incendios
- 22 Instalaciones eléctricas de iluminación
- 23 Taller mecanico dentro del limite de la planta
- 24 Distancias mínimas de protección y seguridad internas
- 25 Cumplimiento de Normas ambientales
- 26 Otras instalaciones
- 27 Personal que labora en la planta
- 28 Empresas asignada por PDVSA GAS para llenar en la planta
- 29 Horario de Trabajo
- 30 Modificaciones efectuadas a la Planta
- 31 Aspecto general de la Planta
- 32 Operatividad de la Planta
- 33 Autonomía de Manejo de Volumen



Cadena de Comercialización

PRODUCCIÓN Y ENTREGA	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO Y ENVASADO	DISTRIBUCIÓN
<p>3 REFINERÍAS </p> <p>2 PLANTAS DE DISTRIBUCIÓN </p> <p>3 PLANTAS PROCESADORAS </p>	<p>383 UNIDADES</p> <p></p>	<p>81 PLANTAS DE LLENADO </p> <p>GASES INFLAMABLES </p> <p>- BOMBONAS</p> <p>- GRANEL</p>	<p>352 DISTRIBUIDORES</p> <p>CAMIONES </p> <p>BOMBONAS </p> <p>GRANELEROS </p> <p>TANQUES FIJOS </p>
<p>PDVSA</p>	<p>SECTOR PRIVADO</p>		

