

1



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ZARAGOZA"

SEGURIDAD INDUSTRIAL EN UNA PLANTA DE GAS L.P.

# T E S I S

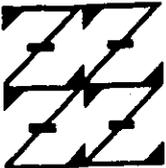
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

## INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A :

**ELIZABETH DINORAH AGUIRRE YUH**

U N A M  
F E S  
Z A R A G O Z A



LO UNIFICADO ES DE BUENA CALIDAD

ASESOR DE TESIS: I.Q. BENJAMIN RANGEL GRANADOS

MEXICO, D.F.

282501

2000



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES  
\*ZARAGOZA\*

JEFATURA DE LA CARRERA  
DE INGENIERIA QUIMICA

OFICIO: FESZ/JCIQ/231/99.

ALUMNO: ELIZABETH DINORAH AGUIRRE YUH  
*Presente.*

*En respuesta a su solicitud de asignación de jurado, la jefatura a mi cargo, ha propuesto a los siguientes sinodales:*

<i>Presidente:</i>	<i>I.Q. René de la Mora Medina</i>
<i>Vocal:</i>	<i>I.Q. Raúl Ramón Mora Hernández</i>
<i>Secretario:</i>	<i>I.Q. José Benjamín Rangel Granados</i>
<i>Suplente:</i>	<i>I.Q. Miguel Angel Varela Cedillo</i>
<i>Suplente:</i>	<i>I.Q. Ma. Del Rocio Luja Hernández</i>

*Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.*

**A T E N T A M E N T E**  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**  
**México, D. F., 25 de Octubre de 1999.**

**ING. ARTURO E. MENDEZ GUTIERREZ**  
**JEFE DE LA CARRERA**

A Dios

Gracias por todo lo bello que me has dado y dejame lograr uno de mis más grandes anhelos.

A mi madre.

Por tu gran amor, apoyo, dedicación, comprensión y fortaleza ya que gracias a esto lo hemos logrado.

A mi abuela

Por tu gran apoyo dedicación y cuidados, sin tu apoyo jamás lo habría logrado.

A Chela

Por tus cuidados ya que con esto también aportaste tu granito de arena.

A Berenice

Por que siempre has creído en mí, por tu apoyo en todo y por todo lo que hemos compartido juntas ya que con esto has contribuido a este logro.

A la familia Aguirre Cruz

Ulises, Abraham, Fernando y Esmeralda gracias por aportar su granito de arena.

A la UNAM

Por ser nuestra máxima casa de estudios y permitirme desarrollarme profesionalmente.

A la FES ZARAGOZA

Por haber sido el centro de mi desarrollo profesional y por los conocimientos adquiridos en sus aulas.

A mis maestros

Por sus enseñanzas, dedicación y entusiasmo y por su aportación a mi desarrollo profesional y personal.

Al ingeniero José Benjamin Rangel Granados.  
Por su ayuda, enseñanzas, consejos y por haberme asesorado ya que sin su asesoría no habría sido posible lograr el presente trabajo.

**A PEMEX**

**Por el apoyo y asesoría de su personal y por los datos brindados para este trabajo.**

**A mis amigos, compañeros y a toda la gente que creyó en mí y aportó algo a este trabajo.**

## INDICE

	Pág.
Introducción	1
<b>CAPITULO 1</b>	
Generalidades del gas L.P.	3
1.1 El Petróleo	3
1.2 Definición del gas L.P.	6
1.3 Procedencia del gas L.P.	7
1.4 Composición del gas L.P.	7
1.5 Odorización del gas L.P.	8
1.6 Octanaje del gas L.P.	9
1.7 Usos del gas LP	10
1.8 El gas L.P. como materia prima en la Industria Petroquímica	13
1.9 Distribución del gas LP	13
<b>CAPITULO 2</b>	
Propiedades del gas L.P.	15
2.1 Propiedades de los gases.	15
2.1.1 Reactividad.	15
2.1.2 Densidad.	15
2.1.3 Masa Molecular	17
2.1.4 Punto de fusión, ebullición. Calor latente	18
2.1.5 Punto crítico	18
2.1.6 Calor específico	19
2.1.7 Poder calorífico	20
2.1.8 Compresibilidad	22
2.1.9 Toxicidad del gas LP	23
2.1.10 Corrosión	24
2.2 Combustión de los gases	25
2.2.1 Límites de inflamabilidad	26
2.2.2 Explosión, deflagración, detonación	27
2.2.3 BLEVE	28
2.2.4 Rendimiento de la combustión	29
<b>CAPITULO 3</b>	
Procesos de obtención del gas L.P.	31
3.1 Absorción	31
3.2 Compresión con turboexpansores	33
3.3 Adsorción	34
3.4 Compresión	35
3.5 Criogénico	36
3.6 Obtención en refinería	36

## **CAPITULO 4**

Almacenamiento y distribución del gas LP	40
4.1 Almacenamiento del gas L.P.	40
4.1.1 Recipientes utilizados en el almacenamiento y distribución.	40
4.2 Distribución del gas LP	44
4.2.1 Ductos	44
4.2.2 Vagones de ferrocarril	44
4.2.3 Transporte por mar	45
4.2.4 Transporte en autotanques por carretera.	45
4.2.5 Cilindros	46
4.2.6 Procedimientos de descarga	46
4.2.7 Llenado de recipientes	47
4.3 Instalaciones fijas	48
4.3.1 Emplazamiento, Separación y agrupación	48
4.3.2 Accesorios	50

## **CAPITULO 5**

Seguridad Industrial con el gas L.P.	54
5.1 Definición de Seguridad Industrial	54
5.2 Historia de la Seguridad Industrial	54
5.3 Objetivos Especificos de la Seguridad	55
5.4 Justificación de la Seguridad	55
5.5 Seguridad Producción y Perdidas	57
5.6 Seguridad Industrial con Materiales Peligrosos	57
5.7 Accidentes	58
5.8 Riesgos Industriales Graves	59
5.9 Medidas de Seguridad para el gas L.P.	64
5.10 Planeación de la Seguridad	72
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>75</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>76</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>121</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>123</b>

## INTRODUCCION

Desde hace mucho tiempo, el hombre descubrió que podía utilizar el fuego en diversos aspectos de su vida permitiéndole subsistir de las inclemencias de la naturaleza, la humanidad ha empleado diversos combustibles, que varían desde el carbón y el petróleo, hasta los de características nucleares.

Uno de estos combustibles utilizados actualmente es el gas licuado de petróleo (gas LP). Como su nombre lo indica, proviene del petróleo, aunque también se puede del gas natural libre o asociado con el aceite, dependiendo de su origen se encontrarán diversas impurezas en el gas LP.

El gas LP es una mezcla de varios hidrocarburos, siendo típica la combinación comercial en la que predomina el butano y el propano.

Este combustible tiene diversos usos en el plano doméstico, industrial y comercial como son: estufas de gas domésticas, restaurantes, panaderías, fábricas de alimentos, cerámica, etc. Además se puede utilizar como combustible para motores de combustión interna ya que tiene la característica de ser menos contaminante que otros combustibles usados, entre ellos la gasolina.

La forma de almacenar y distribuir gas LP hasta el momento de aprovecharlo se puede resumir de la siguiente manera: de las instalaciones de Petróleos Mexicanos, se entrega el gas LP en forma líquida al distribuidor, quien por medio de autotransportes lleva el gas hasta su planta de almacenamiento. En este lugar se hace el trasiego del gas LP del autotransporte a los recipientes almacenadores del distribuidor. Posteriormente con ayuda de bombas se lleva el gas LP hasta el muelle de llenado de cilindros o recipientes portátiles, se procede a llenarlos y posteriormente a entregarlos al usuario, estos cilindros son de diferentes capacidades.

En el proceso mencionado anteriormente de almacenamiento y distribución de gas LP debido a que es un combustible altamente inflamable, se debe tener un control y seguridad estricto.

Entre los puntos que abarcan esta seguridad se encuentran: protección contra incendio, carga y descarga, protección al equipo eléctrico, etc.

Podemos decir que para ofrecer un mejor servicio al distribuir el gas LP y tener una mejor calidad del producto la distribución y almacenamiento del gas LP se debe llevar a cabo bajo un reglamento que en este caso es el Reglamento de Distribución de Gas Licuado de Petróleo.

Este reglamento nos lleva a las Normas Oficiales Mexicanas las cuales se publican en el Diario Oficial de la Federación con la finalidad de hacer el almacenamiento y distribución del gas LP más seguros.

Por lo anteriormente mencionado este trabajo se enfocara a tratar la seguridad industrial en una planta de gas LP, tratando en el primer capitulo las generalidades del gas LP, en el segundo las propiedades del gas LP, en el tercero los procesos de obtención del gas LP, en el cuarto el almacenamiento y distribución del gas LP, en el quinto la seguridad que es el tema más importante de este trabajo y por último en el sexto capitulo las conclusiones, esperando este trabajo sea el inicio de una cultura de seguridad en las plantas de gas LP.

*CAPITULO*  
*1*  
*GENERALIDADES*  
*DEL GAS L.P.*

## 1.1 EL PETRÓLEO

El petróleo es un líquido viscoso cuyo color varía entre amarillo y pardo oscuro hasta negro con reflejos verdes. Además tiene un olor característico.

El petróleo es una mezcla de hidrocarburos, compuestos que contienen en su estructura molecular carbono e hidrógeno principalmente.

El petróleo puede contener pequeñas cantidades de compuestos orgánicos que tengan nitrógeno, oxígeno y azufre.

Esta mezcla de hidrocarburos se formó originalmente de plantas y animales marinos que se encuentran en el subsuelo atrapados entre capas de rocas formando grandes yacimientos y cada yacimiento produce un petróleo particular.

El petróleo (también se llama petróleo crudo) se obtiene mediante perforaciones. Los diferentes campos petroleros extraen petróleo con composiciones que difieren entre sí. La mezcla se separa por destilación fraccionaria en una columna vertical. Las fracciones principales son:

Petróleo Diesel (gasoil en el rango de los 220 – 350 °C. Consiste principalmente en hidrocarburos  $C_{13}$ - $C_{25}$ . Se emplea en motores Diesel.

Kerosene (parafina) en el rango de los 160 – 250 °C. Consiste principalmente de hidrocarburos  $C_{11}$  y  $C_{22}$  es un combustible para la calefacción doméstica y para motores a chorro.

Gasolina en el rango de los 40 – 180 °C consiste principalmente en hidrocarburos  $C_5$  y  $C_{10}$ . Se utiliza como combustible para motores.

Gas refinado consiste en hidrocarburos gaseosos  $C_1$  –  $C_4$ .

Del residuo se obtienen aceites lubricantes y cera parafina.

El número de átomos de carbono y la forma en que están colocados dentro de las moléculas de los diferentes compuestos proporciona al petróleo diferentes propiedades físicas y químicas. Así tenemos que los hidrocarburos compuestos por uno a cuatro átomos de carbono son gaseosos, los que contienen de cinco a veinte son líquidos, y los de más de veinte son sólidos a la temperatura ambiente.

Una vez obtenidos los productos comerciales derivados del petróleo se hace llegar a los centros de consumo por medio de ductos, ferrocarriles, barcos-tanque y autotransportes.

### **1.1.1 SEPARACION DEL PETRÓLEO EN SUS FRACCIONES.**

El petróleo se puede separar en diferentes fracciones calentándolo. Así, a medida que sube la temperatura, los compuestos con menos átomos de carbono en sus moléculas (y que son gaseosos) se desprenden fácilmente; después los compuestos líquidos se vaporizan y también se separan, y así sucesivamente, se obtienen las diferentes fracciones como se ve en la figura 1.1.

Para ello, primero se calienta el crudo a 400°C para que entre vaporizado a la torre de destilación. Aquí los vapores suben a través de platos que impiden el paso de los líquidos de un nivel a otro. Al ascender por los platos los vapores se van enfriando.

Este enfriamiento da lugar a que en cada uno de los platos se vayan condensando distintas fracciones, cada una de las cuales posee una temperatura específica de licuefacción.

Los primeros vapores que se licúan son los del gasóleo pesado a 300°C aproximadamente, después el gasóleo ligero a 200°C; a continuación la kerosina a 175°C, la nafta y por último, la gasolina y los gases combustibles que salen de la torre de fraccionamiento todavía en forma de vapor a 100°C.

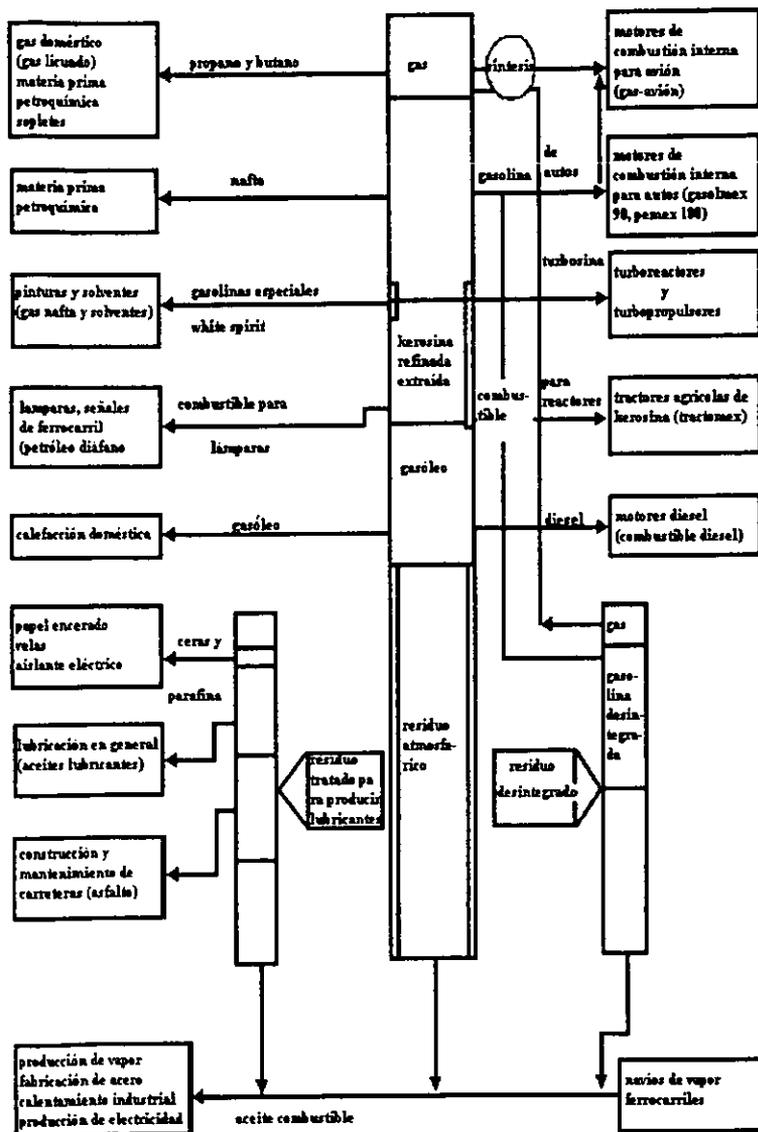
Para poder recuperar más combustibles de los residuos de la destilación primaria es necesario pasarlos por otra torre de fraccionamiento que trabaje a alto vacío, o sea a presiones inferiores a la atmosférica para evitar su descomposición térmica, ya que los hidrocarburos se destilarán a más baja temperatura.

En la torre de vacío se obtienen sólo dos fracciones una de destilados y otra de residuos.

De acuerdo al tipo de crudo que se esté procesando, la primera fracción es la que contiene los hidrocarburos que constituyen los aceites lubricantes y las parafinas, y los residuos son los que tienen los asfaltos y el combustóleo pesado.

El cuadro 1.1 nos describe aproximadamente el número de átomos de carbono que contienen las diferentes fracciones antes mencionadas.

Figura 1.1.  
Principales fracciones del crudo



Fuente Petroquímica sociedad Chow Pangtay Susana Fondo de Cultura Económica.

Cuadro 1.1 mezcla de hidrocarburos obtenidos de la destilación fraccionada del petróleo.

Fracción	Num. De átomos de C por molécula
Gas incondensable	C <sub>1</sub> -C <sub>2</sub>
Gas licuado (L.P)	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>
Gasolina	C <sub>5</sub> -C <sub>9</sub>
Kerosina	C <sub>10</sub> -C <sub>14</sub>
Gasóleo	C <sub>15</sub> -C <sub>23</sub>
Lubricantes y parafinas	C <sub>20</sub> -C <sub>35</sub>
Combustible pesado	C <sub>25</sub> -C <sub>35</sub>
Asfaltos	>C <sub>39</sub>

Fuente Petroquímica sociedad Chow Pangtay Susana. Fondo de Cultura Económica año 1987.

En este cuadro incluimos los gases incondensables y el gas licuado de petróleo porque éstos se encuentran disueltos en el crudo que entra a la destilación primaria. Que se encuentran antes de precalentar el crudo de fraccionadores.

## 1.1.2 CLASIFICACIÓN DE LOS HIDROCARBUROS DEL PETRÓLEO.

Los hidrocarburos del petróleo se clasifican en tres grandes tipos.

El primer tipo está formada por los hidrocarburos acíclicos saturados llamados también parafínicos. Se les llama así porque no reaccionan fácilmente con otros compuestos. Su fórmula general es  $C_nH_{2n+2}$  (n es un número entero positivo).

Los cuatro primeros hidrocarburos de esta serie son el metano ( $C_1H_4$ ), el etano ( $C_2H_6$ ), el propano ( $C_3H_8$ ) y el butano ( $C_4H_{10}$ ), y son los principales componentes de los gases del petróleo.

Al segundo tipo pertenecen los hidrocarburos cíclicos saturados o nafténicos de fórmula general  $C_nH_{2n}$ , tales como el ciclopentano ( $C_5H_{10}$ ) y el ciclohexano ( $C_6H_{12}$ ).

El tercer tipo lo forman los hidrocarburos cíclicos no saturados, más conocidos como hidrocarburos aromáticos, cuya fórmula general es  $(C_nH_{2n-6})$ . El compuesto más simple de esta serie es el benceno ( $C_6H_6$ ), que tiene seis átomos de carbono unidos por dobles ligaduras alternadas formando un anillo.

A parte de los tres tipos antes mencionados, existen en pequeñas cantidades otros hidrocarburos tales como los acíclicos no saturados llamados también etilénicos y olefinas, de fórmula general  $C_nH_{2n}$  las diolefinas  $C_nH_{2n-2}$ , los acetilénicos  $C_nH_{2n-2}$  además de otros hidrocarburos formados por la combinación de anillos y cadenas que pueden semejarse a varios tipos precedentes.

Debido a que el gas licuado de petróleo es actualmente el combustible más utilizado y la seguridad en una planta de este combustible es el tema que ocupa nuestra atención en este trabajo, procederemos a definir el gas L.P.

## 1.2 DEFINICIÓN DE GAS LP

Gas licuado de petróleo o gas LP (en inglés Liquefied Petroleum Gas) término que se ha aplicado a toda una serie de combinaciones de ciertos hidrocarburos específicos o mezclas de estos que han sido convertidos al estado líquido bajo presión, reduciendo su temperatura o sometiéndolos a ambos procedimientos.

El gas LP. esta compuesto principalmente por cualquiera de los siguientes productos o mezclas de ellos: propano, butano (normal e isobutano) , propileno y butileno.

En México el gas LP. que se comercializa predomina en su contenido el butano y propano.

Estos gases se licúan a la temperatura ambiente normal ( $21^{\circ}\text{C}$ ) a presiones de  $8.75 \text{ kg/cm}^2$  y  $2.1 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente, y se venden en forma líquida aproximadamente a estas presiones.

La primera vez que se registro el uso del gas combustible, fue alrededor del año 900 D.C; cuando los chinos transportaron gas natural a través de tuberías de bambú y aprovecharon el gas para el alumbrado. Los descubrimientos de gas de agua o gas azul, en 1780 y del gas pobre, fueron pasos esenciales en el desarrollo de la industria del gas.

El empleo del gas LP. como combustible data de principios del siglo. Las estadísticas de los E.U. indican que este país fue el primero en utilizarlo como combustible doméstico e industrial.

Los últimos años han sido testigos del auge sin precedentes en la producción y utilización de los gases procedentes del petróleo. La insaciable demanda mundial de energía térmica en sus innumerables aplicaciones domésticas e industriales y los últimos adelantos en la síntesis química han situado en un lugar prominente la importancia económica considerable de estos gases.

### 1.3 PROCEDENCIA DEL GAS LP

Las fuentes principales del gas licuado de petróleo son:

- 1) el gas natural de los pozos de petróleo,
- 2) el gas de refinería producido en el curso de los procesos de refinación.

El gas LP. producido en la separación de hidrocarburos más densos del gas natural se encuentra primordialmente en la serie parafínica (saturada).

El gas LP. procedente de gas natural es una mezcla un tanto incierta que consta fundamentalmente de propano, isobutano y butano normal, así como de pequeños porcentajes de etano y pentano.

El gas LP. derivado del gas de refinería petrolera puede contener cantidades bajas variables de hidrocarburos olefínicos (insaturados).

La materia prima para gas LP. de refinería es mucho más variable, considerando que la composición se ve afectada enormemente por la magnitud y el tipo de las operaciones unitarias que se practican. Como puede suponerse, esta materia prima contiene no solamente los hidrocarburos de la serie de las parafinas sino también los derivados olefínicos.

Puede decirse que en México aproximadamente el 78% del gas LP. proviene del gas natural y el resto del fraccionamiento o desintegración del petróleo.

Como la mayor parte de la producción de gas líquido se emplea todavía como combustible su exacta composición química tiene menos valor que la potencia calorífica, presencia de compuestos de azufre corrosivos y características de gasificación.

### 1.4 COMPOSICION DEL GAS LP

El propano comercial se compone principalmente en hidrocarburos  $C_3$  (propano y propileno si se obtiene a partir de gases de refinería) con menos de 5% de hidrocarburos  $C_2$  y menos de 10% de hidrocarburos  $C_4$ .

El butano líquido comercial se compone principalmente de hidrocarburos  $C_4$ , saturados e insaturados, con menos de 20% de  $C_3$  y menos de 2% de hidrocarburos  $C_5$ .

El butano presenta dos formás isómeras con propiedades diferentes. En la tabla 1.1 se indican las fórmulas químicas del etano, propano y las dos formás isómeras del butano, en la tabla 1.2 se muestra un ejemplo de composiciones típicas del butano y el propano comerciales.

TABLA 1.1  
COMPONENTES PRINCIPALES DEL GAS L. P.

NOMBRE	FORMULA
Etano	$C_2H_6$
Propano	$C_3H_8$
n-Butano o Butano normal	$C_4H_{10}$
i-Butano o Isobutano	$C_4H_{10}$

Fuente Petroquímica sociedad Chow Pangtay Susana. Fondo de Cultura Económica.

Las especificaciones de estos gases generalmente incluyen límites de presión de vapor, residuos pesados y azufre total (<0.02%). Los gases se venden exentos de  $H_2S$  y de  $H_2O$ , pero debe añadirseles trazas de sulfuros orgánicos de olor desagradable a fin de facilitar la detección de pérdidas.

TABLA 1.2  
TIPOS DE COMPOSICION DE LOS G.L.P. COMERCIALES

NOMBRE	BUTANO COMERCIAL (% VOL.)	PROPANO COMERCIAL (% VOL.)
Etano	0.46	0.63
Propano	9.14	87.48
i-Butano	30.80	6.30
N-Butano	59.60	5.59
Total	100.00	100.00

Fuente Petroquímica sociedad Chow Pangtay Susana. Fondo de Cultura Económica

## 1.5 ODORIZACION

El gas L.P. tiene las características de incoloro e inodoro, y se comercializa en estas condiciones y en caso de presentarse alguna fuga en los recipientes que lo contengan no se percibirá su presencia.

Se hace más crítico si la fuga se presenta en un recinto cerrado en donde se podría tener un desastre, por la posibilidad de que se presentara alguna explosión.

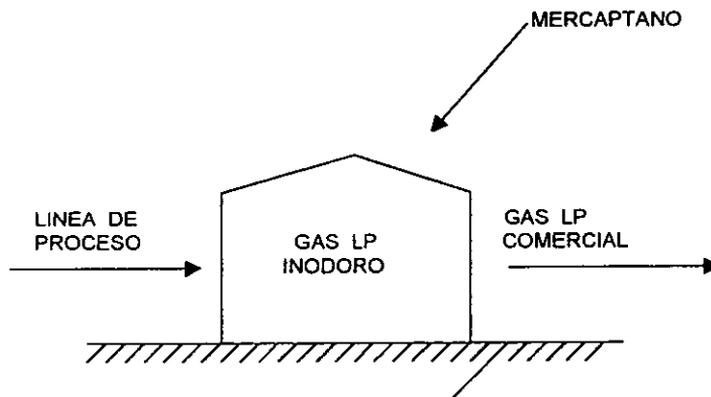
Es con esta finalidad que es agregado al gas L.P. un elemento llamado mercaptano, el cuál proporciona un olor penetrante similar a materia orgánica en descomposición, y así, de esta manera detectarse fácilmente.

El gas L.P. debe ser odorizado para ser detectable al olfato en concentraciones que sean menores que los límites inferiores de inflamabilidad.

Características importantes del odorizante son:

- Compatible con el equipo usado ordinariamente para los servicios de odorización.
- Las propiedades físicas y químicas del odorizante o mezcla de estos debe ser tal que cuando sean inyectados dentro de la corriente del gas, dichos odorizantes sean estables y persistan en estado de vapor.
- No deben ser tóxicos ni nocivos a las personas o a los equipos.
- Deben quemarse fácilmente en una flama; y los productos de esta combustión no deben ser corrosivos, ni nocivos a las personas y a los materiales expuestos a dichos productos de la combustión.
- El odorizante o la mezcla usada no deben ser solubles en agua.

La figura 1.2 muestra la odorización del gas LP.



## 1.6 OCTANAJE

El octanaje o número de octanos de un combustible, nos indica si este arde o detona dentro de un motor.

El isooctano ( $C_8H_{18}$ ) tiene propiedades combustibles excelentes, y se le asigna por conveniencia el número de octanos igual a 100.

El heptano tiene unas pésimas propiedades de combustión y se le asigna número de octanos igual a cero.

Para establecer la escala de octanos, se hace arder mezclas de isooctano y heptano en motores de prueba.

El número de octanos de una mezcla es el porcentaje de isooctano que contiene.

Por ejemplo : una gasolina de 90 octanos origina la misma cantidad de detonaciones que una mezcla que contenga el 90% de isooctano y el 10% de heptano.

En México la gasolina nova que se utiliza tiene un aditivo para mejorar su combustión y aumentar el número de octanos. Este aditivo es el tetraetilplomo [  $Pb(C_2H_5)_4$  ] sin embargo el lomo que genera en su combustión y que llega a la atmósfera contamina, y por lo tanto es perjudicial para la salud.

Así mismo, también se comercializa la gasolina Magnasin, la cual no contiene plomo y tiene un octanaje mayor, pero su costo es más alto.

El gas LP. tiene un relativo alto octanaje y actualmente es utilizado en motores de combustión interna.

Se muestra a continuación el octanaje de algunos combustibles:

Propano = 125

Butano = 91

Gasolina = 90

Gas Natural = 115

## **1.7 USOS DEL GAS L.P.**

El gas LP. es un combustible con alto poder calorífico, el cual al quemarse totalmente produce una flama muy limpia, sin dejar cenizas y humo u hollín.

Estas características lo hacen un combustible muy utilizado en la actualidad.

Las propiedades físicas del propano y del butano, permiten su fácil manejo en estado líquido, a temperatura ambiente, con presiones moderadas; por lo que el gas LP. se utiliza para satisfacer necesidades de combustibles, tanto domésticos como comerciales e industriales. Es consumido por medio de instalaciones de tipo doméstico, comercial e industrial.

Las principales aplicaciones del gas LP. que lo han convertido en uno de los combustibles de más demanda en el mundo se refieren a la calefacción doméstica, a la refrigeración rural, al secado de alimentos enlatados, tratamiento de metales; además como una fuente de energía muy importante para los motores de combustión interna y finalmente como materia prima de gran valor en la industria petroquímica.

### **1.7.1 CONSUMO DOMÉSTICO.**

La demanda de gas LP., para fines domésticos, ha tenido un constante ascenso, siendo cada día mayor el número de diferentes equipos destinados a proporcionar confort en residencias.

Algunos de ellos, son: estufas de gas, calentadores automáticos de agua, radiadores y acondicionadores de aire, secadores de ropa, ciertas clases de refrigeradores a base de ciclos de absorción, y en menor escala, generadores termoiónicos. En México, el empleo doméstico del gas LP. se ha limitado a los tres primeros equipos mencionados.

### **1.7.2 COMBUSTIBLE COMERCIAL E INDUSTRIAL.**

#### **COMBUSTIBLE COMERCIAL.**

La utilización del gas licuado se ha extendido a instalaciones comerciales tales como: restaurantes, panaderías y fábricas de alimentos, en donde, para evitar contaminaciones requieren un alto grado de pureza en los combustibles empleados; por lo que en estos casos el gas LP. ha desplazado a todos los demás derivados del carbón o del petróleo, empleados durante mucho tiempo.

#### **COMBUSTIBLE INDUSTRIAL**

Aunque el combustible industrial en fase gaseosa, es por excelencia gas natural, compuesto en un 96% de metano, algunas pequeñas industrias artesanales, que clasificarse dentro del rango comercial y las cuales por su localización no es posible surtir de gas natural, emplean gas L.P. en hornos y secadores; asimismo, en otros tipos de pequeñas industrias, tal como en las renovadoras de llantas, se le utiliza para producir el vapor requerido en sus procesos.

La industria textil lo utiliza en el soflamado, satinado, secado de encajes y en el acondicionamiento de atmósferas para tejidos de seda.

La industria de la cerámica utiliza el propano para calentar sus hornos de túnel los cuales requieren que el combustible produzca un volumen pequeño de gases de combustión y que la velocidad de la flama sea lenta y uniforme.

La industria del vidrio consume gas LP. en diversas aplicaciones que incluyen el calentamiento de transportes y mesas de volteo; la producción de llamas luminosas para calentar los pozos vertederos, acabado de fuego, fusión de vidrio en tanques para teñido donde el azufre o cenizas de otros combustibles afectarían los colores.

El gas LP. ha tenido muy amplia aplicación en las granjas y en la agricultura, utilizándolo como combustible, tanto en las instalaciones propias de ellas como en los equipos empleados para preservar los campos de las hierbas y acondicionar canales de riego; asimismo, para la defoliación del algodón, control de los insectos y el gorgojo en la alfalfa, para suministrar calefacción artificial en los huertos y el ganado, etc.

Por otra parte, las condiciones de contaminación atmosférica, que se tienen actualmente en la ciudad de México y su area metropolitana, causada entre otras cosas por la alta concentración de industrias y a millones de vehículos automotores que circulan en mencionado lugar y tomando en cuenta la alta explosón demográfica, surge como alternativa, la utilización de gas LP. en motores de combustión interna.

A continuación se muestran las ventajas que tiene el gas LP. en comparación con la gasolina.

- El gas LP. es mundialmente más barato que la gasolina.
- Su combustión es completa y limpia, un motor con gas LP. dura hasta tres veces más que uno con gasolina.
- Las emisiones nocivas se reducen hasta un 85%.
- La operación de flotillas se eficiente al disminuir los tiempos muertos por carga de combustible, simultáneamente incrementando el control del mismo.
- La seguridad del usuario aumenta, al tener un combustible de ciclo cerrado (volcaduras) y contenido bajo presión (incendios).

Lo anterior ha provocado que empresas refresqueras, de alimentos, etc; las cuales cuentan con grandes flotillas de reparto, decidan usar el gas LP. como combustible.

## **1.8 EL GAS L.P. COMO MATERIA PRIMA EN LA INDUSTRIA PETROQUÍMICA.**

Dada su baja energía de formación, el propano se desintegra con relativa facilidad, a presiones y temperaturas moderadas, produciendo etileno, propileno e hidrógeno.

El etileno y el propileno a su vez, son materias primas muy importantes en la elaboración de otros productos, tales como el polietileno, alcohol isopropílico, detergentes sintéticos, etc. (véase figura 1.3.)

El butano, por medio de la deshidrogenación catalítica, es la más económica fuente de obtención de los butilenos y del butadieno, que constituye la principal materia prima de los hules sintéticos.

Por otro lado la oxidación controlada del butano permite la fabricación de los productos siguientes: ácido acético, acetaldehído, alcohol metílico, ácido propiónico, ácido butírico, alcohol propílico, alcohol butílico o butanol y alcohol isobutílico (véase figura 1.4).

De lo anterior se deduce que una rama muy importante de la industria petroquímica, se basa en el empleo de los constituyentes del gas licuado (propano y butano).

## **1.9 DISTRIBUCION DEL GAS LP**

El uso de gas LP, como combustible ha registrado una aceptación definitiva en el ámbito doméstico, comercial e industrial, debido a las grandes comodidades que proporciona y que lo han caracterizado como un combustible ideal en todo el mundo.

En México la demanda de éste, se incrementó durante la década de los setentas en un 225.6% desplazando a energéticos como el carbón de leña y petróleo en un 10.9 y 16.9%, respectivamente, los que son usados solamente por la población de muy bajos recursos económicos.

El volumen de ventas por parte de Petróleos Mexicanos a distribuidores, durante los últimos cinco años, se muestran en la tabla 1.3, 1.4, 1.5 y 1.6

Tabla 1.3 Producción de gas LP en miles de barriles diarios

1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
205	216	242	249	243	254	267	257	249	215	225

Tabla 1.4 Precio del gas LP en (\$/kg)

1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
0.334	0.357	0.425	0.446	0.600	0.807	0.986	1.400	2.430	3.130	3.280

Tabla 1.5 Ventas internas de gas LP (millones de pesos excluye IVA)

1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
1367.0	1439.5	1103.3	1399.8	2146.4	3225.2	4728.9	6599.6	9178.2	14004.1	16389.9

Tabla 1.6 Ventas de gas LP en miles de barriles diarios

1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
178.2	186.8	197.3	215.2	237.0	248.7	255.3	255.3	265.3	274.4	287.3

Fig. 1.3  
 PRINCIPALES DERIVADOS DEL PETRÓLEO

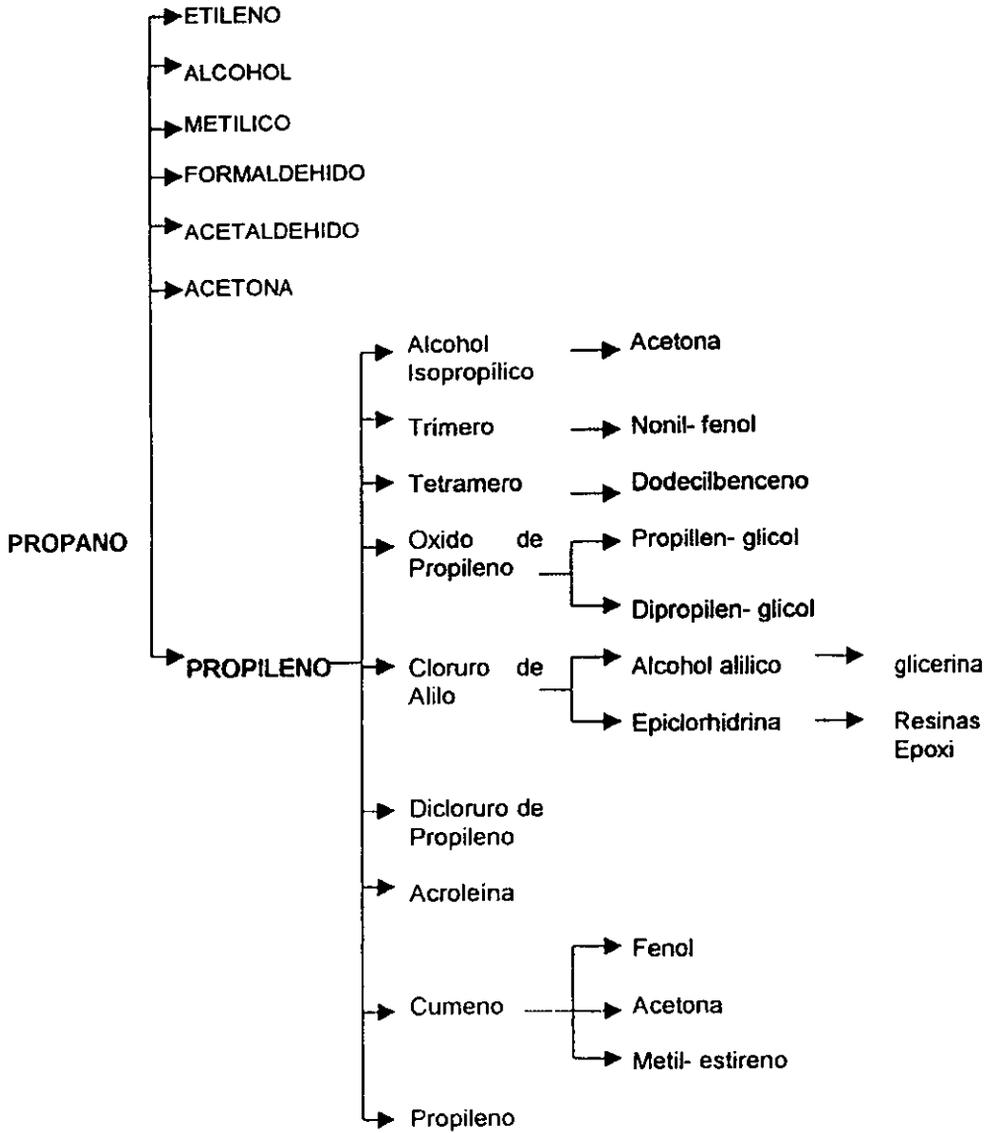
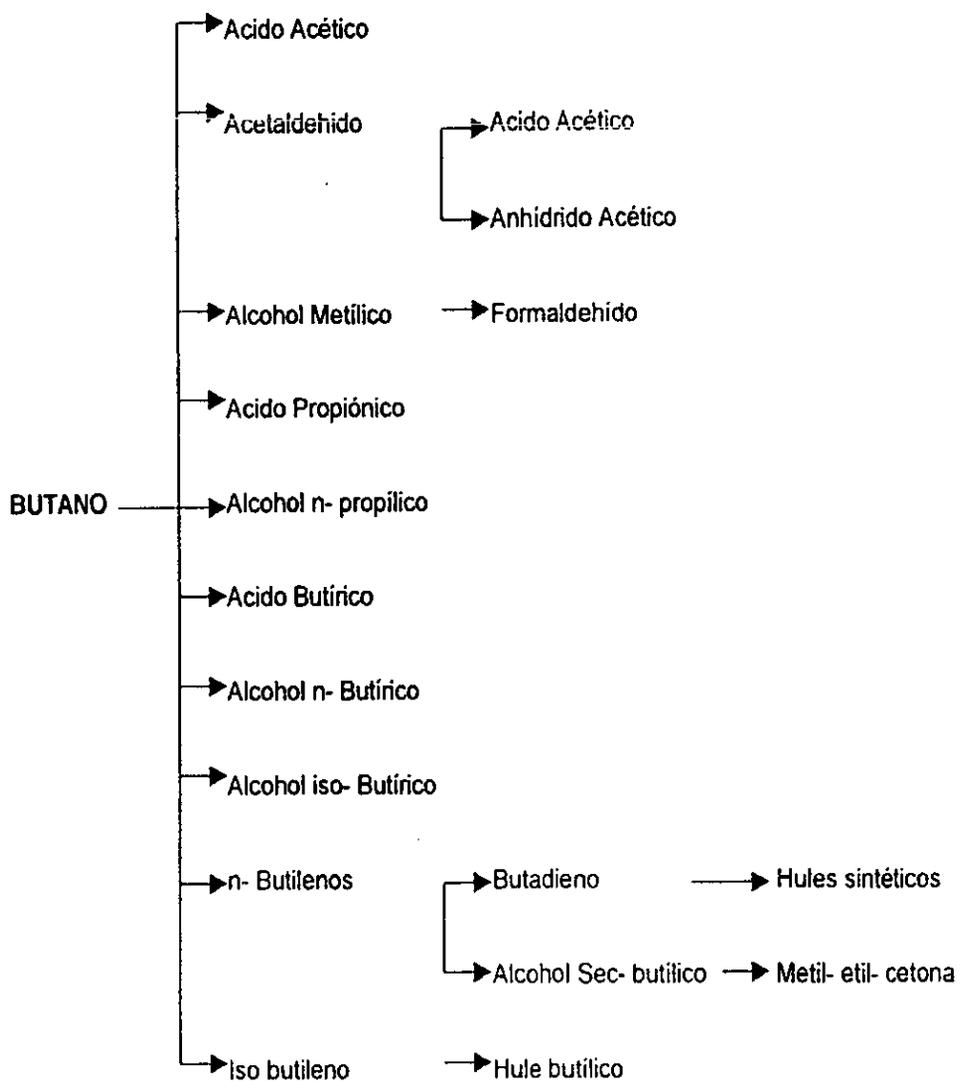


Fig. 1.4  
PRINCIPALES DERIVADOS PETROQUÍMICOS DEL BUTANO



*CAPITULO*  
*2*  
*PROPIEDADES*  
*DEL GAS L.P.*

## 2.1 PROPIEDADES DE LOS GASES.

Los diferentes gases se caracterizan por diversas propiedades que los hacen aptos para usos muy variados; entre estas propiedades se pueden indicar las siguientes:

### 2.1.1 REACTIVIDAD.

Hay gases que son combustibles, o sea capaces de arder (acetileno, butano, gas natural, hidrógeno, etc.); otros son comburentes o sea, necesarios para la combustión de otras sustancias o para algunas reacciones de oxidación (oxígeno, aire, cloro, etc.) o bien pueden ser inertes, o sea, que ni arden ni favorecen la oxidación o combustión de otras sustancias (nitrógeno, anhídrido carbónico, gases nobles, etc.). Cada uno de los gases tiene sus aplicaciones específicas.

### 2.1.2 DENSIDAD

La densidad de los sólidos y de los líquidos se expresa con relación al agua, indicando cuántas veces la sustancia es más o menos pesada que el agua; en el caso de los gases esta relación no tendría ningún sentido y por ello su densidad se expresa con respecto al aire, medidos ambos en las mismas condiciones de presión y temperatura, a esta relación se le conoce como "densidad relativa".

La densidad relativa de un gas indica las veces que un volumen del mismo pesa más o menos que el mismo volumen de aire (un metro cúbico de aire seco a 0°C y a una presión de 760 mm de mercurio, pesa 1,2929 kg). Los gases menos densos que el aire ( $\delta < 1$ ) tienden a ascender en la atmósfera, diluyéndose fácilmente en la misma.

Su fuerza ascensional se emplea en la construcción de aerostatos y dirigibles (helio, hidrógeno, etc.)

Los gases más densos que el aire ( $\delta < 1$ ) tienen tendencia a acumularse a ras del suelo y en las oquedades del terreno (anhídrido carbónico, butano, etc.) aunque con el tiempo terminan también diluyéndose y disipándose en el aire.

Para una mezcla de gases, la predicción de su densidad se suele establecer, admitiendo un comportamiento ideal de la mezcla, como sumatoria de las respectivas densidades absolutas en proporción igual a su porcentaje en la mezcla.

$$P \text{ mezcla} = \sum_{i=1}^n X_i P_i$$

Siendo n: número de elementos que componen la mezcla; x: porcentaje en peso del elemento i en la mezcla; P<sub>i</sub>: densidad absoluto del elemento i.

Se define como densidad absoluta de una sustancia gaseosa a la masa que tiene una unidad de volumen de la sustancia.

Para el calculo de la densidad de un gas se utiliza la fórmula de Boyle Mariotte:  $PV = NRT$ , siendo  $P =$  presión del gas ( $N/m^2$ ),  $V =$  volumen ocupado por el gas ( $m^3$ );  $N =$  número de moles;  $R =$  constante del gas;  $T =$  temperatura del gas ( $^{\circ}K$ ).

Tomando en cuenta que  $N =$  masa/masa molecular, desarrollando la fórmula anterior dividiendo ambos lados de la igualdad por la masa de gas, se obtiene:

$$\frac{P}{P} = \frac{RT}{M} \quad ; \quad P = \frac{PxM}{RT}$$

Siendo  $P =$  densidad ( $Kg/m^3$ ) y  $M =$  masa molecular.

En la tabla 2.1 y 2.2 se indican las densidades absolutas y relativas de diferentes gases obtenidos en condiciones normales ( $P = 1.01325 \text{ bar}$ ,  $T = 273^{\circ}K$ ).

Tabla 2.1 PROPIEDADES DE DIFERENTES GASES.

Gas	Fórmula	Densidad relativa (aire=1)	DENSIDAD (0°C ; 1.01325 bar) $Kg/m^3(n)$	DENSIDAD (15°C; 1.01325bar) $Kg/m^3(n)$
Propano	$C_3H_8$	1.5624	1.9674	1.8650
n-butano	$C_4H_{10}$	2.0067	2.6932	2.4582
Iso-butano	$C_4H_{10}$	2.0067	2.6932	2.4582

Fuente: Manual del gas y sus aplicaciones. SEDIGAS Segunda edición Barcelona

Tabla 2.2 DENSIDADES DE GASES COMBUSTIBLES.

GASES COMBUSTIBLES	Densidad $Kg/m^3$	Volumen específico $m^3/Kg$	Densidad relativa
Propano comercial	2.095	0.477	1.620
Butano comercial	2.625	0.381	2.030
Propano metalúrgico	2.030	0.493	1.570

Fuente: Manual del gas y sus aplicaciones. SEDIGAS Segunda edición Barcelona

La densidad de los gases tiene mucha importancia en el caso de fugas accidentales no sólo por lo ya indicado de su ascensión en la atmósfera (hidrógeno, gas natural, etc.) o su tendencia a acumularse en los puntos bajos (propano, butano, etc.)

Si no porque menor sea la densidad del gas su difusión y dilución en el aire será más rápida.

### 2.1.3 MASA MOLECULAR.

La masa molecular de una sustancia es la masa de una molécula de dicha sustancia, en unidades de masa atómica. La unidad de masa atómica es  $\frac{1}{12}$  de la masa de la molécula de oxígeno.

Un mol ( o masa molecular-gramo) de cualquier sustancia es la cantidad de materia de la misma cuya masa es igual a la masa molecular expresada en gramos.

Un volumen de 22.4 litros de un gas ideal (en general los gases combustibles se suelen comportar como si fueran ideales), medido a una temperatura de 0°C (273°k) y 1.01325 bar equivale a 1 mol del gas, sea cual sea dicho gas ideal.

Así por ejemplo, 22.4 litros de oxígeno a 0°C y 1.01325 bar pesarán 32g (considerando como gas ideal); 1mol de  $O_2$  pesa 32g.

La masa molecular se puede obtener mediante la suma de las masas atómicas de los átomos que constituyen la molécula.

Ejemplo

$CH_4$  metano; la molécula de metano esta compuesta por un átomo de carbono (masa atómica=12) y 4 átomos de hidrógeno (masa atómica =1) Pm  
( $CH_4$ ) = 12+4x1=16.

$CH_4$

En la tabla 2.3 se indican las masas moleculares de algunos gases combustibles.

Tabla 2.3 MASA MOLECULARES DE ALGUNOS GASES.

Nombre	Fórmula	MASA MOLECULAR
Propano	$C_3H_8$	44.0962
Butano	$C_4H_{10}$	58.1230

Fuente: Manual del gas y sus aplicaciones SÉDIGAS Segunda edición Barcelona.

## 2.1.4 PUNTO DE FUSIÓN Y EBULLICIÓN. CALOR LATENTE.

El punto de fusión es la temperatura a la que un sólido pasa al estado líquido a la presión de 1 atm (1.01325 bar). También se conoce como temperatura de fusión normal.

El punto de ebullición o temperatura de ebullición normal es la temperatura a la que ocurre el cambio de estado de líquido a gas, bajo la presión de 1 atm.

También se define como la temperatura a la cual la presión de vapor del líquido es igual a 1 atm.

Las moléculas de un líquido están en continuo movimiento, lo que hace que algunas atraviesen la superficie del mismo (proceso de evaporación), comportándose como moléculas gaseosas, que ejercen su correspondiente presión. Esta presión es la presión de vapor. Cuando esta presión es igual a la atmosférica se produce el proceso de ebullición

El fenómeno de cambio de estado de una sustancia lleva acompañado una absorción o desprendimiento de energía.

Así el calor latente de vaporización se define como la energía (en forma de calor) que absorbe una unidad de masa, al pasar del estado líquido al gaseoso.

En la tabla 2.4 se muestra el punto de fusión, ebullición y el calor latente de vaporización (a la temperatura de ebullición normal) de diversos gases.

Tabla 2.4 punto de fusión, ebullición y calor latente de vaporización de algunos gases.

Gás	Punto de fusión (°k)	Punto de ebullición (°k)	de Calor latente de vaporización a la temperatura de ebullición normal cal/mol.
$C_3H_8$	85.5	231.1	4487
$n - C_4H_{10}$	134.8	272.7	5352
$i - C_4H_{10}$	113.6	261.3	5090

Fuente Manual del gas y sus aplicaciones. SEDIGAS Segunda edición Barcelona.

## 2.1.5 PUNTO CRITICO.

El punto crítico se determina por dos parámetros:

\*Presión crítica.

\*Temperatura crítica.

El punto crítico es el punto final de la línea de equilibrio líquido-gas en un diagrama de fases el cual se muestra en la figura 2.1. Este punto determina un estado a partir del cual no hay distinción entre líquido y gas. A una presión y temperatura mayores que las críticas la transición de líquido a gas (y viceversa) se produce sin cambio aparente de estado.

La tabla 2.5 muestra los valores de la presión y temperatura crítica para diferentes gases.

Tabla 2.5 presión y temperatura críticas de algunos gases

Gas	Pc (bar)	Tc (°K)
$C_3H_8$	37.0	425.2
$n-C_4H_{10}$	37.0	425.2
$i-C_4H_{10}$	35.5	408.1

Fuente: Manual del gas y sus aplicaciones SEDIGAS. Segunda edición. Barcelona

### 2.1.6 CALOR ESPECÍFICO (Cp).

Es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un compuesto en 1°C por unidad de masa o volumen (caso de gases).

El vapor del calor específico depende de la naturaleza del compuesto y de la temperatura a la que se encuentra, por lo que cuando se da un valor del Cp se debe indicar el intervalo de temperaturas en el que ese valor es válido.

En la tabla 2.6 se indica el calor específico de algunos gases.

Tabla 2.6 CALOR ESPECIFICO MEDIO ENTRE 0°C Y 200°C.

Gas	Cp (Kj/m <sup>3</sup> )
$C_3H_8$	3760
$C_4H_{10}$	4752

Fuente: Manual del gas y sus aplicaciones SEDIGAS Segunda edición Barcelona

## 2.1.7 PODER CALORÍFICO.

En el caso que nos ocupa, de el gas L.P, interesa conocer su potencia calorífica, o sea la cantidad de calor que pueda suministrar la combustión de un metro cúbico de gas o de un kilogramo del mismo, a la presión de 1.013 bar, tomando los elementos de la combustión y los productos de la misma a igual temperatura (temperatura ambiente). El poder calorífico o potencia calorífica de un gas se suele expresar en  $Kcal/m^3$  o en  $Kj/m^3$ .

El poder calorífico de un gas se llama superior (PCS) cuando el agua resultante de la combustión se supone líquida (condensada) en los productos de la combustión se supone en estado de vapor con los demás productos de la combustión.

Normalmente, se indica la potencia calorífica superior (PCS), mientras que la inferior (PCI) que corresponde a no recuperar el calor latente del vapor de agua, formado en la combustión, se utiliza únicamente en los cálculos técnicos de aplicaciones específicas.

Por lo tanto, la diferencia entre el PCS y PCI es igual por definición al calor de condensación del vapor de agua resultante de la combustión del combustible.

La relación PCI/PCS depende de la proporción de los elementos carbono e hidrógeno en el gas combustible. Para los gases combustibles más usuales el valor de PCI/PCS ronda el valor de 0.9.

En la tabla 2.7 se indican los poderes caloríficos superior e inferior de algunos gases.

En los gases combustibles que se comercializan, debido a que están compuestos por diferentes gases, el poder calorífico se calcula como la suma de los poderes caloríficos de cada componente por su composición en tanto por uno.

Tabla 2.7 Poderes caloríficos de gases puros.

Gas	FÓRMULA	PODER CALORÍFICO		En masa $Kj/Kg$	
		En volumen $Kj/m^3$		Superior	Inferior
		Superior	Inferior		
Propano	$C_3H_8$	99.049	91.195	50.345	46.353
n-butano	$C_4H_{10}$	128.363	118.546	49.500	45.714
i-butano	$C_4H_{10}$	127.990	118.356	49.356	45.570

Fuente iso 6976

$$Pc = \sum_{i=1}^n XiPci$$

Siendo  $X_i$  = tanto por ciento del componente  $i$ ,  $P_{ci}$ , poder calorífico del componente  $c$   $n$ = número de elementos que componen la mezcla.

En la tabla 2.8 se muestran los poderes caloríficos de algunos gases.

		PCS		PCI	
		$Kj/m^3$	$Kcal/m^3$	$Kj/m^3$	$Kcal/m^3$
GLP	Butano comercial	125.400	30.000	116.204	27.800
	Propano comercial	104.082	24.900	95.722	22.900
	Propano metalúrgico	102.263	24.465	94.008	22.490
Gas	Berméo	42.290	10.100	38.270	9.140
Natural	Argelia	42.200	10.080	38.020	9.080

Datos proporcionados por ENAGAS y otros

Algunas propiedades tomadas de varias fuentes son las dadas en la tabla 2.9

Tabla 2.9 propiedades de los gases.

	Propano	n-Butano	i-Butano
Constante Dieléctrica	1.61 (0°C)	1.875 (20°C)	
Punto de fusión °C	-188	-138.4	-159.6
Índice de Refracción	1.2899 (20°C)	1.3543 (13°C)	

Fuente: Liquefied Petroleum Gases William A. F. Lom W.L. Gran Bretaña 1982

Temperatura de inflamación: Se entiende como "Temperatura de inflamación" la temperatura a la cual se inflama una mezcla estequiométrica de gas-aire sin necesidad de concurso de una llama. Las temperaturas de inflamación de algunos gases son:

Propano	468°C
Butano	410°C

Temperatura teórica de combustión: La "temperatura teórica de combustión" es la máxima temperatura que se puede alcanzar teóricamente en la combustión perfecta de un gas, sin recuperación del calor para precalentar el aire y el gas para los gases propano y butano estas temperaturas son:

Propano	1.964°C
Butano	1.968°C

## 2.1.8 COMPRESIBILIDAD

Como ya se ha indicado, los gases, al contrario de la que ocurre con los sólidos y los líquidos, son compresibles. Esta propiedad tiene interés para su transporte y almacenamiento. Al poderlos comprimir y, por tanto al disminuir su volumen, se reducen los costos, tanto si se transporta mediante botellas como a través de tuberías.

No todos los gases se comportan igual cuando se comprimen, esta diferencia de comportamiento depende de una temperatura característica de cada gas llamada "temperatura crítica" de acuerdo con la cual se pueden clasificar los gases en varios grupos, a saber:

-Gases que tienen una temperatura crítica muy baja (aire, oxígeno, metano, gas natural, etc.), estos se pueden comprimir a cualquier presión manteniendo constante la temperatura, sin que ocurra nada más que su reducción de volumen.

-Gases cuya temperatura crítica es superior a la temperatura ambiente (propano, butano, anhídrido carbónico, etc.). Cuando estos gases se comprimen, se condensa en forma líquida y de esta forma se transportan en botellas o cisternas de acero. Por este procedimiento se consiguen reducciones de volumen del orden de las 300 veces, aunque con presiones muy inferiores. A temperatura ambiente (25°C) estas presiones son aproximadamente, las siguientes:

Propano (según composición)	8.9Kg/cm <sup>2</sup> (9 bar)
Butano (según composición)	1.9Kg/cm <sup>2</sup> (1.95 bar)

Los recipientes que transportan gases licuados de este tipo no deben llenarse en exceso ya que en el caso de un aumento de temperatura, no sólo aumentaría la presión, sino que, por su efecto, parte de la fase gas condensaría en forma líquida pudiendo llegar a desaparecer toda la fase gaseosa, a partir de cuyo momento cualquier nueva subida de temperatura dilataría el líquido y al ser éste incomprensible afectaría directamente al recipiente. Si dicho recipiente no dispone de válvula de seguridad que alivie esta presión, puede llegar a estallar, como ha ocurrido en algunos accidentes.

Los gases manufacturados (gas de hulla, gas de cracking, aire propanado, etc.) están o estaban formados por mezclas de diversos componentes, algunos de los cuales tienen temperaturas críticas elevadas (propano, benceno, butano, vapores de gasolina, vapor de agua, etc.) mientras que otros presentan temperaturas críticas bajas (hidrógeno, nitrógeno, oxígeno, monóxido de carbono, etc.). Al comprimir los gases manufacturados indicados, por encima de unas presiones límite, parte de sus componentes condensan, por lo cual dichos gases no pueden transportarse a grandes distancias, como ocurre con el gas natural ni embotellarse como el butano.

Si cualquiera de los gases con una temperatura crítica baja, además de comprimirlo se enfría suficientemente, es posible licuarlo. De esta forma se

consiguen disminuciones del volumen del orden de las 600 veces, pero se necesitan para su almacenamiento, recipientes especiales que resistan las bajas temperaturas (acero inoxidable, aluminio, etc.) y suficientemente calorifugados para mantener la temperatura del líquido.

### **2.1.9 TOXICIDAD DEL GAS L.P.**

Como es sabido el contenido en volumen de oxígeno en el aire es de aproximadamente el 21% estando el 79% restante constituido fundamentalmente por nitrógeno. El hombre necesita para vivir de este 21% de oxígeno, o mejor dicho que el oxígeno se encuentre con una presión parcial de alrededor de 160 mm de mercurio.

Si la presión parcial del oxígeno disminuye, bien sea por disminución de la presión total del aire, como ocurre en el caso de ascensión a altas montañas o en aviones y globos no presurizados o bien por dilución del aire por otros gases, se producen diversos efectos fisiológicos, originados por la deficiencia de oxígeno (anoxia), que pueden ir desde el incremento del ritmo y profundidad de la respiración (disnea) acompañada de mareos, dolores de cabeza y aumento de ritmo cardiaco (mal de montaña), hasta la muerte por asfixia que se produce para presiones parciales de oxígeno inferiores a 92 mm de mercurio equivalentes a la presión atmosférica normal a un contenido de 12% en volumen.

Los efectos fisiológicos derivados de la falta de oxígeno empiezan a ser notables cuando se respira una atmósfera con menos del 16% de oxígeno, lo que significa la dilución del aire con un 24% de otro gas desprovisto de oxígeno (propano, butano, gas natural, nitrógeno, anhídrido carbónico, etc.).

Aparte del efecto asfixiante muchos gases tienen efectos tóxicos o dañinos, así, por ejemplo, los hidrocarburos saturados tienen un cierto carácter anestésico, por actuar como depresores del sistema nervioso central. Su poder anestésico es función del número de carbonos de su molécula, de tal forma que el metano es inocuo mientras que el butano puede producir somnolencia y los vapores de gasolina son francamente narcóticos. Los únicos gases combustibles verdaderamente tóxicos son los que contienen monóxido de carbono, que son a su vez los obtenidos del carbón (gas de hulla, gas de agua, gas pobre, etc.) o a partir del cracking de naftas o reforming del gas natural.

Cualquier combustible que contenga carbono en su molécula, aunque no sea tóxico pero que arda con defecto de oxígeno o de una forma incorrecta, produce monóxido de carbono por lo que sus humos pueden originar intoxicaciones, debido a que el monóxido de carbono se combina muy fuertemente con la hemoglobina de la sangre, bloqueándola o impidiendo su actuación como transportadora de oxígeno.

## 2.1.10 CORROSION

La corrosión de un metal es simplemente la oxidación de los átomos del mismo : pérdida de electrones de la última capa atómica, transformándose en cationes o iones positivos. Estos cationes pueden abandonar la superficie del metal por causas diversas que dan lugar a los correspondientes tipos de corrosión, llegándose a la paulatina disolución o destrucción generalizada y volviendo al estado inicial del mineral natural con que se fabrica dicho material.

Los depósitos y tuberías metálicos que estén enterrados o sumergidos en un medio externo que actúa de electrolito corren el riesgo de sufrir corrosión.

Las características del electrolito (el terreno) que influyen sobre la corrosión son las siguientes:

- Densidad, aunque con pequeña influencia. Con valor menor de  $1.5 \text{ g/cm}^3$ , que son tierras ligeras, la agresividad es mínima.
- Aireación. Con buena aireación la agresividad es mínima pero hay agresividad importante si existe aireación diferencial con el terreno circundante.
- Composición química. Los sulfatos y cloruros son perjudiciales, mientras que los carbonatos son beneficiosos.
- Microorganismos. Algunas bacterias pueden transformar los sulfatos en sulfuros ferrosos, corroyendo el material.
- Resistividad. La corriente que circula por el terreno depende de la resistencia propia del mismo.

La resistencia eléctrica se expresa en ohmios ( $\Omega$ ). A mayor resistividad, menor peligro de corrosión y viceversa, según se puede deducir de la ley de Ohm,  $I = V/R$ . Ya que interesa que  $I$  sea lo más pequeña posible, la corrosión es proporcional al flujo de aniones en el electrolito, y por tanto a la intensidad.

En la tabla 2.10 se puede establecer la siguiente escala:

Tabla 2.10

Grado de corrosión de un terreno de acuerdo a su resistividad

<b>Resistividad (<math>\Omega \cdot \text{m}</math>)</b>	<b>Agresividad</b>
Hasta 10	Extraordinaria
10 a 20	Muy fuerte
20 a 100	De fuerte a normal
100 a 200	Moderada
Más de 200	Prácticamente no corrosivo

Fuente: Manual del gas y sus aplicaciones. SEDIGAS. Segunda edición. Barcelona

El gas L. P. tiene ciertas trazas de azufre en forma de  $H_2S$  el cual a un nivel de aproximadamente 2 p.p.m. puede empezar a corroer el cobre, otras causas de corrosión para las tuberías y depósitos metálicos causadas por el gas L.P. son los residuos de amoníaco, oxígeno y nitrógeno (entradas de aire) y por sodio (del paso de endulzamiento cáustico).

Para proteger a las tuberías o depósitos enterrados de la corrosión podemos recurrir a rodear el elemento enterrado de una materia aislante puede ser una resina, cinta plástica, etc. En concreto para tuberías se emplea normalmente cinta plástica.

Las características de esta cinta plástica son:

- Adhesión firme.
- Buen aislamiento eléctrico.
- Resistencia mecánica.
- Resistencia a cambios relativamente grandes de temperatura.
- Resistencia a hongos y bacterias.
- Facilidad de aplicación.

Para tuberías que no están enterradas como las que tenemos en las plantas de gas L.P. se pueden proteger las tuberías de la corrosión únicamente pintándolas con pintura que le brinde una mayor protección y con el color adecuado que nos marque el código de colores para tuberías .

## **2.2. COMBUSTION DE LOS GASES**

La combustión de los gases, es una reacción química entre dos sustancias llamadas "combustible", la que se oxida, y "comburente", la oxidante. El comburente más generalizado es el aire. En la combustión se produce un desprendimiento de energía en forma de luz y calor (llama) y unos productos volátiles llamados humos.

Los combustibles gaseosos se emplean tanto en la industria como en aplicaciones domésticas, por su capacidad de producir fácilmente energía calorífica, en el punto deseado, con una gran posibilidad de regulación y con buenos rendimientos. Sin embargo esta misma facilidad de combustión hace que cualquier fuga incontrolada pueda inflamarse, bien sea creando un foco de incendio o bien produciendo una deflagración.

Por lo tanto el estudio de la combustión de los gases debe realizarse tanto desde el punto de vista del rendimiento como desde el de la seguridad.

### 2.2.1. LIMITES DE INFLAMABILIDAD.

No todas las mezclas de un gas combustible en aire son aptas para arder ya que para que una mezcla pueda mantener la combustión, precisa alcanzar su temperatura de inflamación y ello no es posible cuando la mezcla es demasiado pobre o demasiado rica, debido a que el calor desprendido por la combustión de la pequeña parte de la mezcla capaz de reaccionar, se emplea inútilmente en calentar el conjunto de gases que lo rodean, sin llegar a su temperatura de inflamación.

Para cada gas, de acuerdo con lo anterior, se pueden definir dos mezclas límites, en las cuales el calor generado en la combustión permite justamente elevar la temperatura de la mezcla hasta su temperatura de inflamación. Por debajo y por encima de estas composiciones no es posible mantener la combustión. Las composiciones correspondientes a estas mezclas se designan como "límite inferior de inflamabilidad" y como "límite superior de inflamabilidad". Las composiciones comprendidas entre ambos límites se conocen como dominio de inflamabilidad. En la tabla 2.10 se indican los límites de inflamación de algunos gases.

La velocidad de propagación de la llama es prácticamente nula para las mezclas estequiométricas, o sea en las que el contenido en oxígeno de la mezcla es exactamente el necesario para conseguir la combustión completa del gas. Para cada gas se puede definir la "máxima velocidad inicial de propagación de la llama" como la velocidad a la cual se inicia la deflagración de una mezcla estequiométrica. Dado que para esta mezcla el desprendimiento de calor es muy superior al preciso para mantener la combustión, el proceso se va acelerando y la velocidad en un momento dado será función de muchas variables, por lo que normalmente sólo se define la velocidad inicial. En la figura 2.2 se presentan las velocidades iniciales de propagación de la llama correspondientes a diferentes mezclas de varios gases combustibles, y en la tabla 2.11 los valores correspondientes a las mezclas estequiométricas.

Al aumentar la temperatura o la presión, a las que se encuentra la mezcla gas-aire, se amplía en ambos sentidos el intervalo de inflamabilidad, o sea que el límite inferior disminuye y el superior aumenta. En las mismas circunstancias las velocidades de propagación de la llama aumentan, esto explica el desarrollo acelerado de las deflagraciones.

Figura 2.2  
Velocidades de propagación de la llama.

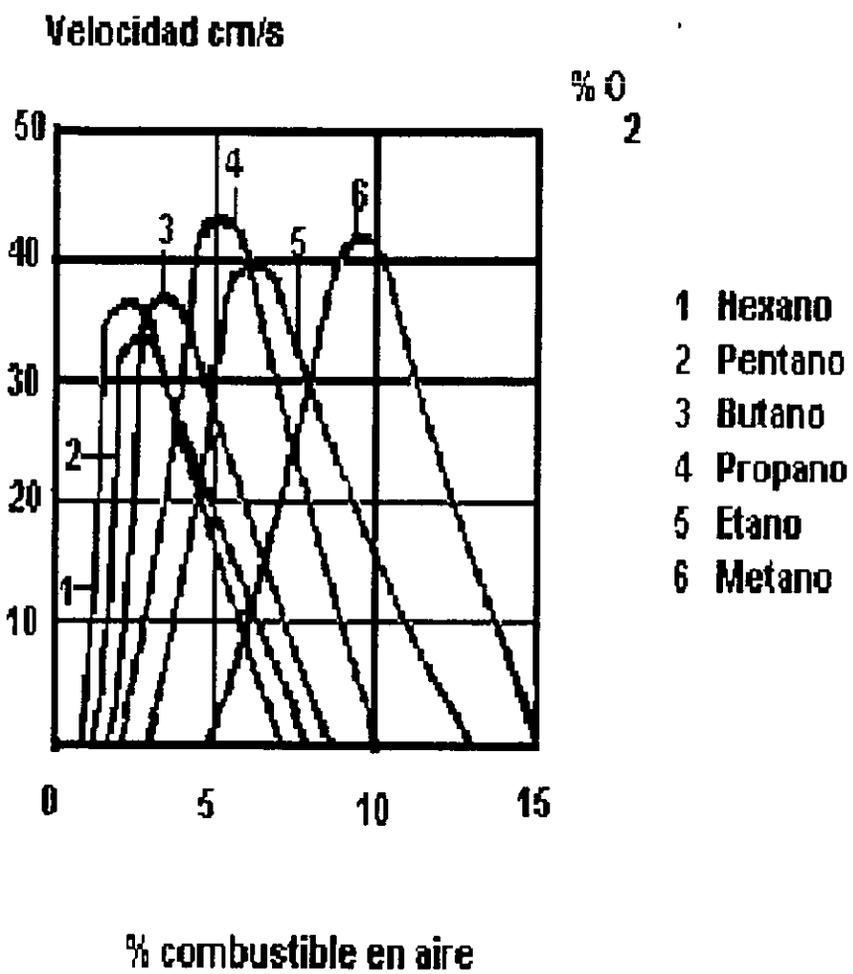


Tabla 2.11

Límite de inflamabilidad y velocidad de propagación de la llama para diversos gases.

Gas	Límite inferior de inflamabilidad	Límite superior de inflamabilidad	Máxima velocidad inicial de la llama
Hidrógeno	4.0%	75.0%	218 cm/s
Propano	2.2%	9.5%	32 cm/s
Butano n	1.9%	8.5%	33 cm/s
Gas natural	4.7%	13.7%	35 cm/s
Gas ciudad 1980	5.8%	45.6%	70 cm/s

Fuente: SEDIGAS "Formación de agentes de seguridad exteriores" 1994

## 2.2.2. EXPLOSION, DEFLAGRACION, DETONACION.

En el sentido más amplio la explosión es el efecto producido por una expansión violenta y rápida de gases. Las explosiones pueden producirse a partir de:

- Cambios químicos tales como la detonación de un explosivo o la combustión de una mezcla de aire y gas inflamable, generalmente en forma de deflagración.
- Cambios físicos o mecánicos tales como la rotura o estallido de una caldera o recipiente a presión.
- Cambios en la estructura interna de los átomos (bomba atómica).

La deflagración es la combustión de una mezcla gas- aire que se desarrolla de una forma acelerada y que viene acompañada de un frente de llama y de un aumento de la presión. La presión alcanzada depende de la resistencia presentada por las paredes del local; así por ejemplo, en una deflagración al aire libre, prácticamente no se produce un aumento de presión, mientras que en un local con las paredes totalmente resistentes se puede llegar como máximo, teóricamente, a unos 7.2 bar (7.3 Kg./cm<sup>2</sup>).

El fenómeno de la deflagración se desarrolla a una velocidad subsónica (del orden de algunos metros por segundo). Por el contrario la detonación es una combustión supersónica. Prácticamente instantánea de toda la masa gaseosa. En la detonación, la inflamación de la mezcla se origina a través de la compresión adiabática, o sea sin emisión del calor generado. Dicha compresión es producida por la onda de choque. Sin que intervenga el frente de llama.

La deflagración de mezclas gaseosas con composiciones comprendidas entre su límite inferior de inflamabilidad y su mezcla estequiométrica, se produce normalmente con una llama azulada, sin producción de humos visibles y la temperatura alcanzada será tanto más elevada cuanto más cerca se encuentre la mezcla de la composición estequiométrica. Si la mezcla esta comprendida entre su composición estequiométrica y su límite superior de inflamabilidad, la deflagración se producirá con una llama más o menos amarillo rojiza, con producción de humos negruzcos y la temperatura alcanzada será cada vez menor conforme composición de la mezcla se aleje de la estequiométrica.

Los gases quemados residuales podrán a su vez arder en presencia de una nueva cantidad complementaria de aire.

La detonación produce daños muchos más elevados que la deflagración, ya que al ser supersónica puede llegar a romper elementos resistentes, mientras que los débiles pueden permanecer intactos. Para que tenga lugar una detonación en una mezcla de propano, butano o gas natural con aire, es preciso que la deflagración inicial alcance una aceleración fuera de lo normal. En condiciones normales las únicas mezclas de gases con aire que pueden originar una detonación son las del acetileno o las del hidrógeno y no en todas las ocasiones, ya que las mezclas deben estar en proporciones más cercanas a las óptimas para su combustión que en el caso de las deflagraciones.

Las condiciones precisas para que los gases L.P o el gas natural denoten son tan inverosímiles (composición prácticamente estequiométrica para la mezcla gas-aire y recorrido del frente de llama superior a 200 m, o una detonación como foco de ignición) que prácticamente se considera que no pueden detonar

### **2.2.3. BLEVE**

La palabra "BLEVE" esta formada por las siglas o letras iniciales de la frase inglesa "boiling liquid expanding vapor explosión" cuyo significado en español es. "Expansión explosiva de los vapores de un líquido en ebullición". Se trata de un termino relativamente reciente, ya que fue utilizado por primera vez en 1957 en los E.U. para definir una determinada clase de explosiones cuyas causas y efectos no habían sido bien explicados hasta entonces por las energías puestas normalmente en juego en una explosión normal. Para poder comprender el efecto BLEVE, es necesario recordar algunos conceptos físicos relacionados con el cambio de estado de liquido a vapor y el calor latente preciso para el mismo.

Normalmente cuando una sustancia alcanza la temperatura constante del cambio de fase de liquido a vapor denominada "temperatura de ebullición" hierve; sin embargo, en ciertas condiciones esa temperatura se rebasa sin que se produzca

el cambio de fase, de forma que el líquido se pueda encontrar sobre calentado por encima de la temperatura a la cual correspondiera haber pasado a la fase vapor. Generalmente esto ocurre cuando el líquido se encuentra sometido a presión dentro de un recipiente. Se trata de una situación inestable que se rompe bruscamente cuando cambian las condiciones que la mantenían.

Cuando un recipiente conteniendo gas licuado o un líquido sobre calentado sufre un descenso brusco de presión por rotura del mismo, producida bien sea a causa de un defecto de la chapa o de una soldadura, o bien por un recalentamiento del depósito que debilite su resistencia, una parte del líquido pasa bruscamente a vapor ya que se dispone en sí mismo del calor latente preciso para su vaporización.

Cuando la cisterna o el recipiente se rompe en dos o más fragmentos, el líquido que queda retenido en las zonas cóncavas de los mismos, al vaporizarse en forma rápida debido al BLEVE, produce el efecto de un cohete, pudiendo impulsar dichos fragmentos a grandes distancias.

Al efecto de estallido físico que se produce con un BLEVE, hay que añadir el efecto térmico cuando el líquido que lo produce es combustible y éste se inflama al romperse el depósito, como puede serlo el LPG. Esta forma de BLEVE, acompañada de una gran bola de fuego, es la más conocida, pero hay otras clases de BLEVE que no van acompañadas de fuego, como es el caso que puede producirse por estallido de un recipiente conteniendo cloro líquido o de una caldera de producción de vapor de agua.

De acuerdo con lo indicado se deduce que para que se produzca un BLEVE se precisa que:

- Se trate de un líquido.
- Debe estar sobre calentado, a temperatura superior a la de su ebullición a la presión atmosférica.
- Se produzca una súbita bajada de la presión del recipiente por rotura del mismo.

#### **2.2.4 RENDIMIENTO DE LA COMBUSTION.**

Tres son las causas de las que depende el mayor o menor rendimiento de una combustión:

- Del exceso o defecto de aire respecto a l teórico de la combustión o mezcla estequiométrica.
- De la correcta combustión que depende de la forma y tamaño de las llamas o sea del contacto íntimo aire – gas.

- De la mejor o peor transferencia de calor entre las llamas y los humos con las sustancias a calentar.

Las dos primeras causas están íntimamente ligadas con la producción de humos tóxicos y por tanto con la posibilidad de que se originen accidentes.

En el proceso de combustión de un gas los productos obtenidos son de naturaleza distinta según las proporciones relativas de aire y gas de tal forma que:

- En la combustión completa, sin exceso de aire, los productos de la combustión son: anhídrido carbónico, nitrógeno y vapor de agua.
- En la combustión completa, con exceso de aire, los productos de la combustión estarán formados por: anhídrido carbónico, nitrógeno, vapor de agua y el oxígeno sobrante.
- En la combustión incompleta por falta de aire los productos de la combustión serán: anhídrido carbónico, nitrógeno, vapor de agua y productos inquemados o parcialmente oxidados, entre los cuales se encuentran principalmente aldehídos, cetonas y en especial monóxido de carbono, que es un gas extraordinariamente tóxico.

Sin embargo en los casos reales, debido a la falta de homogeneidad de la mezcla, la combustión no es totalmente perfecta, por lo que el resultado de una combustión, en la práctica, proporciona a la vez todos los productos que se han indicado para los casos ideales anteriores, incluso trabajando con un exceso de aire.

Para que la combustión de un gas sea lo más completa posible es preciso que se produzca un contacto íntimo entre el gas y el aire, esto se consigue indistintamente por varios procedimientos a saber:

- ↘ Dando a la llama una forma aplanada (mariposa).
- ↘ Subdividiendo la llama en varias llamas más pequeñas (cocinas, calentadores de agua, calderas, etc.).
- ↘ Produciendo una turbulencia que favorezca la mezcla gas – aire (quemadores industriales).

Aparte de los anteriores métodos, que son constructivos, para conseguir que la combustión sea la más correcta posible es necesario mantener los quemadores limpios y adecuadamente regulados y los conductos de evacuación de los humos libres de obstrucciones.

*CAPITULO*  
*3*  
*PROCESOS DE*  
*OBTENCIÓN*  
*DEL GAS L.P.*

El gas licuado de petróleo (gas LP) es un producto versátil que es extraído del gas natural o derivados de la refinación del petróleo crudo.

Los productos que constituyan el gas LP nunca se encuentran libres en la naturaleza, por lo que es necesario obtenerlos por medio de diferentes procesos en los cuales normalmente es considerado como producto secundario.

El gas LP es recuperado del gas natural por procesamiento esencialmente libre de hidrocarburos insaturados como el propileno y el butileno; en cambio el producto de las refinarias contiene cantidades variables de dichas olefinas. Una gran cantidad del propileno y butileno son recuperados en las refinarias para ser utilizados en la producción de plástico y caucho sintético, así como componentes de gasolina de alto octanaje.

El gas LP es recuperado del gas natural principalmente por seis métodos: absorción, compresión con turbo expansores, adsorción, compresión, criogénico y como subproducto de las plantas de refinación.

### **3.1 ABSORCIÓN**

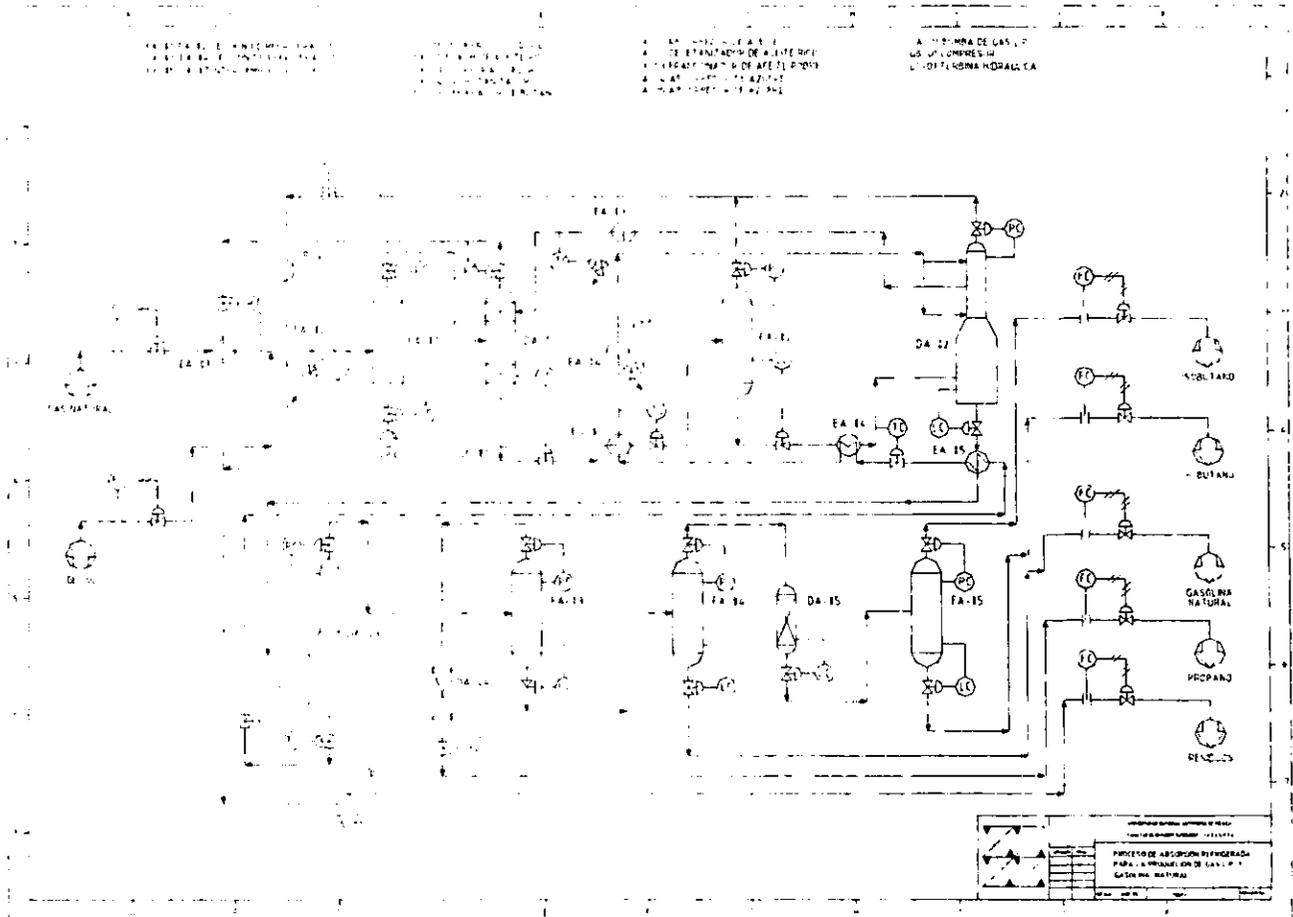
El proceso de absorción es usado para la recuperación de gas LP y gasolina natural, generalmente se usa el proceso de absorción con aceite, el cual proporciona mejores rendimientos si la temperatura de absorción es baja (aproximadamente  $-45^{\circ}\text{C}$ ), con un aceite de bajo peso molecular y calentar el aceite de absorción para separar el producto; el diagrama de flujo de dicho proceso se presenta en la figura 3.1

El gas natural que se alimenta intercambia calor (EA - 01) con el gas residual del domo del absorbedor, etilén-glicol es inyectado como anticongelante y adicionalmente la corriente es enfriada por refrigeración externa (EA - 02) a  $-37^{\circ}\text{C}$  el gas enfriado entra a un separador de glicol donde se separa (EA - 01) el glicol y el agua del gas natural como fase líquida

El glicol es sometido a destilación separando el agua para ser recirculada, el gas y algunos hidrocarburos condensados presentes pasan a la fase del absorbedor (DA - 01) poniéndose en contacto con el aceite de absorción que entra por lo alto del absorbedor a  $-37^{\circ}\text{C}$ .

Aproximadamente 85% del propano y esencialmente hidrocarburos de alto punto de ebullición son absorbidos en el aceite, el gas residual del domo del absorbedor que esta a  $-34^{\circ}\text{C}$  intercambia calor (EA - 01) con el gas de entrada, el cual tiene una temperatura de  $4^{\circ}\text{C}$  y  $42.24 \text{ Kg/cm}^2$  ( $599 \text{ lb/in}^2$ ) y pasando a una bomba (GA

Fig. 3.1



1. GASES DE LA FORTALEZA  
 2. GASES DE LA FORTALEZA  
 3. GASES DE LA FORTALEZA

4. GASES DE LA FORTALEZA  
 5. GASES DE LA FORTALEZA  
 6. GASES DE LA FORTALEZA  
 7. GASES DE LA FORTALEZA

8. GASES DE LA FORTALEZA  
 9. GASES DE LA FORTALEZA  
 10. GASES DE LA FORTALEZA  
 11. GASES DE LA FORTALEZA

12. GASES DE LA FORTALEZA  
 13. GASES DE LA FORTALEZA  
 14. GASES DE LA FORTALEZA  
 15. GASES DE LA FORTALEZA

PROYECTO DE ABSORCIÓN REFRIGERADA  
 PARA LA PRODUCCIÓN DE GAS R-12  
 CON GAS NATURAL

- 01) donde la presión es incrementada hasta igualarla con la línea de alimentación de gas natural.

El "aceite rico" del absorbedor se expande en una turbina hidráulica (GC - 01) proporcionando energía a esta, el fluido de la turbina es falseado en un tanque para flash (FA - 02) de aceite rico a 21.12 Kg/cm<sup>2</sup> (300 lb/in<sup>2</sup>) y -32 °C, los vapores del flash son comprimidos (GB - 01) a la misma presión de la alimentación para ser recirculados.

La fase aceitosa pasa del tanque flash a otro intercambiador (EA - 04) y de ahí a un desetanizador de aceite (DA - 02).

El etano y los gases pesados separados en el desetanizador son comprimidos (GB - 01) y usados para producir petroquímicos o es adicionado a la corriente de gas residual.

Los fondos contienen el aceite de absorción, propano absorbido e hidrocarburos pesados que son alimentados a un fraccionador (DA - 03) de aceite pobre.

El gas LP y los componentes del gas natural son removidos como producto por el domo, el aceite de absorción es removido por los fondos como producto denominándose en este momento "aceite pobre".

El aceite pobre pasa por una serie de intercambiadores de calor (EA - 04, EA - 05) y refrigerado para llevarlo a una temperatura de -37°C; una porción de aceite pobre es usado como reflujo para la sección del desetanizador (DA - 02) de aceite rico, más del aceite pobre es presaturado en la sección del domo del desetanizador, donde es enfriado hasta los -37°C y retornando a la parte superior del absorbedor para completar el ciclo del aceite.

El producto obtenido del aceite pobre en el fraccionador (DA - 03) consiste de propano e hidrocarburos pesados que entran a una torre despropanizadora (DA - 03), el producto del domo es tratado para remover el azufre y el agua ; los fondos de la despropanizadora contienen butano e hidrocarburos de alto punto de ebullición que se alimentan a la torre desbutanizadora, (DA - 04).

La gasolina natural es obtenida por los fondos como producto, por el domo se obtiene una mezcla de butanos los cuales son tratados para remover el azufre y el agua, después alimentados a un separador (FA - 05) de butanos obteniendo el n-butano por los fondos y el isobutano por domo.

### **3.2 COMPRESIÓN CON TURBO EXPANSORES.**

En años recientes se ha incrementado notablemente la demanda de etano para ser utilizado como materia prima en petroquímica, por lo que se han construido plantas para recuperar etano del gas natural entre  $-75$  y  $-93^{\circ}\text{C}$ .

La combinación de refrigeración externa y la refrigeración expansión – flash de líquido con ciclos de turbo expansión son empleados para obtener las bajas temperaturas deseadas y lograr una alta recuperación de etano.

La figura 3.2 muestra un diagrama de un ciclo de expansión con refrigeración externa.

El gas debe estar seco, por lo que es sometido a una deshidratación por tamices moleculares o lechos de alúmina hasta una concentración de 0.1 ppm de agua, la corriente se divide en dos por una válvula de control de tres pasos, aproximadamente el 60% del gas de alimentación es enfriado por intercambio de calor (EA – 01, EA – 03), con el gas residual de baja presión de la torre desmetanizadora (DA – 01) y por refrigeración externa (EA – 02) con propano.

El complemento de la alimentación del gas es refrigerada por intercambio de calor con los fondos del reboiler (EA – 05) del desmetanizador y la bomba de calor (EA – 04); una cantidad significativa del bajo nivel de refrigeración de los líquidos de la desmetanizadora (DA – 01) y la corriente fría de gas residual son recuperados en la corriente de alimentación.

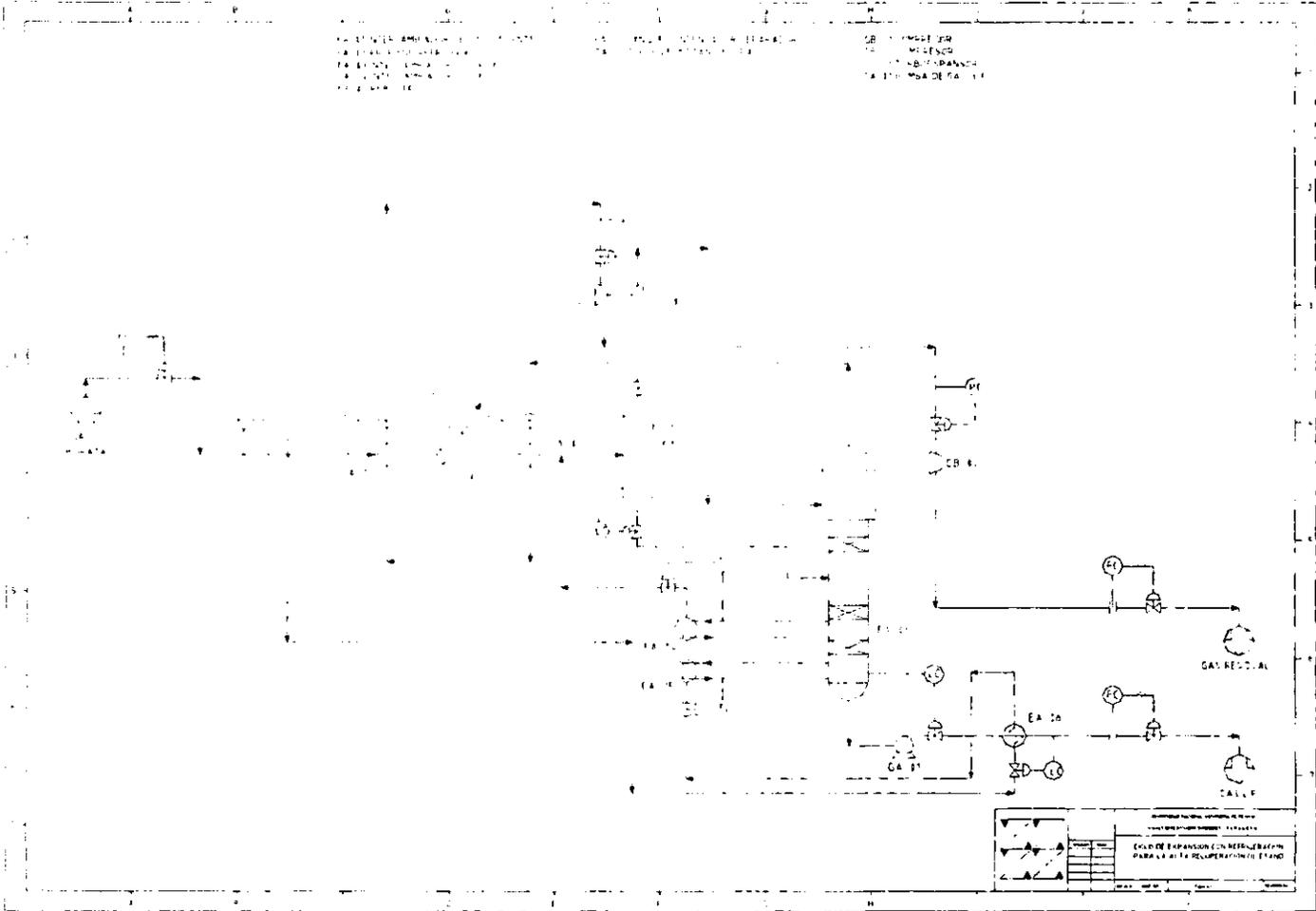
Las dos porciones de la alimentación son combinadas y se alimentan a un separador de alta presión (FA – 01), donde el líquido es separado del vapor y alimentado a una sección intermedia de la desmetanizadora (DA – 01) mediante una válvula de control de nivel; la disminución de la presión causada por la válvula de control de nivel, provoca que el líquido se flashee disminuyendo la temperatura de esta corriente.

La presión de la corriente de vapor es reducida al accionar el turbo expansor (GC – 01) y así lograr un enfriamiento aún mayor mediante una expansión de Joule – Thompson, la corriente de salida del turbo expansor (GC – 01) es alimentado al domo de la desmetanizadora (DA – 01) donde la separación del líquido se lleva a cabo; el vapor es utilizado como fluido líquido para intercambiar calor (EA – 01, EA – 03) y el líquido es utilizado como reflujo en la desmetanizadora (DA – 01).

Esencialmente, el metano es obtenido en el domo de la desmetanizadora (DA – 01), como producto de los fondos se obtiene etano y componentes pesados.

El trabajo generado por la expansión del gas en el turbo expansor (GC – 01), es utilizado para comprimir (GB – 01), el gas residual después de haber intercambiado calor con el gas de alimentación (EA – 01), una recompresión (GB – 02) y se envía a una tubería de gas natural para ser llevada fuera de la planta.

Fig. 3.2



Una recuperación de casi el 99% de propano puede ser esperada cuando el etano recuperado está en 65% de exceso; recuperación entre 90 y 95% de etano han sido alcanzados con el proceso de expansión. El producto del líquido de la desmetanizadora (DA – 01), puede contener 50% en volumen líquido de etano y normalmente es entregado por tubería a la unidad central de fraccionamiento para la separación en diversos productos.

### 3.3 ADSORCIÓN

Este proceso ha sido utilizado para recuperar hidrocarburos más pesados que el etano a partir del gas natural.

Las tendencias más recientes están dirigidas al procesamiento del gas natural que tiene cantidades más pequeñas de hidrocarburos condensables, esto ha conducido a incrementar el interés en el proceso de adsorción para recuperar estos hidrocarburos. Aunque el proceso de adsorción tiene aplicaciones para la recuperación de pentanos e hidrocarburos más pesados a partir de gas pobre, el porcentaje de recuperación de los componentes del gas LP en esas plantas a menudo es bajo comparado con la recuperación normal de este en las modernas plantas de adsorción de aceite; un diagrama de flujo para una planta de adsorción de ciclo rápido es mostrado en la figura 3.3.

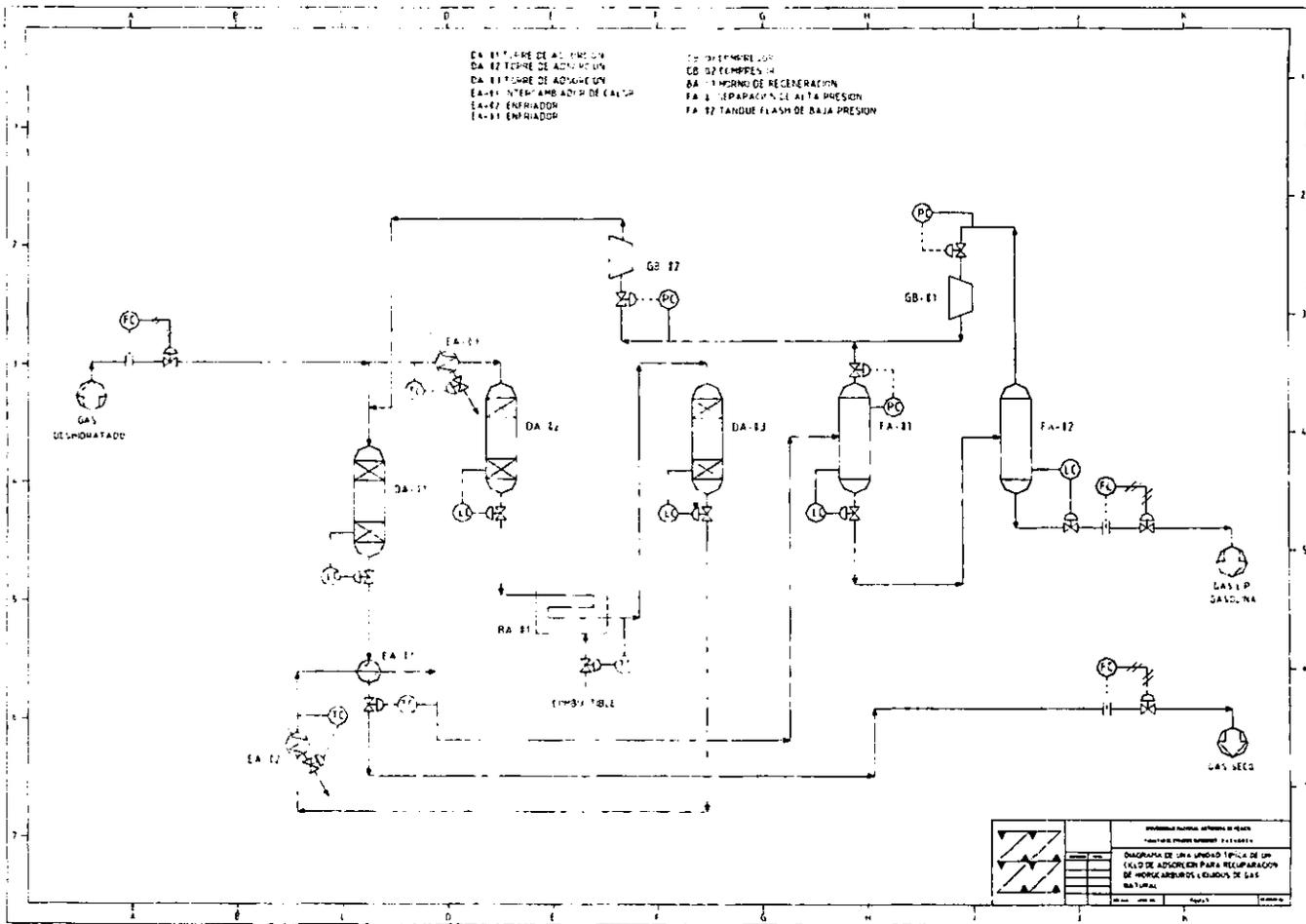
El carbón activado, la alúmina y sílica gel son utilizados como adsorbentes, el aislamiento interno en las torres de adsorción permite que el ciclo sea realizado en menor tiempo, el ciclo completo del proceso consiste de tres fases: regeneración, enfriamiento y adsorción, requiriendo de aproximadamente una hora.

En la figura 3.3 el gas de entrada es dividido, la porción más grande fluye directamente hacia el lecho en el ciclo de adsorción (DA – 01) y la parte más pequeña sufre un enfriamiento (EA – 03) y luego pasa al ciclo de regeneración (DA – 02).

El gas de salida del ciclo de enfriamiento es calentado entre 260 y 315 °C en un horno (BA – 01) antes de que sea inyectado al ciclo de regeneración; el efluente proveniente del ciclo de regeneración contiene los hidrocarburos condensables, los cuales han sido extraídos del adsorbente y estos son removidos en el separador (FA – 01) de alta presión, después de que el gas que está dejando el ciclo de regeneración es enfriado (EA – 01, EA – 02).

El líquido del separador de alta presión es falseado (FA – 02) para remover los hidrocarburos ligeros, el vapor del flash es comprimido (GB – 01) y mezclado con el vapor proveniente del separador (FA – 01) de alta presión. La presión sobre la corriente del gas comprimido (GB – 02) es aumentada a la presión del gas de entrada y el gas es reciclado hacia la alimentación del ciclo de adsorción; el líquido del flash de baja presión, el cual contiene gas LP y componentes líquidos de

Fig. 3.3



gasolina natural, sería procesado posteriormente en una serie de torres de destilación para producir propano, butano y gasolina natural.

La producción de propano y butano, comparados con los líquidos de gasolina natural, es menor por el proceso de adsorción que el que normalmente es obtenido por el proceso de absorción con aceite para el mismo gas; debido a que la eficiencia de la adsorción se incrementa con la disminución en la temperatura, se debe operar a la temperatura más baja que sea económicamente factible.

### **3.4 COMPRESIÓN**

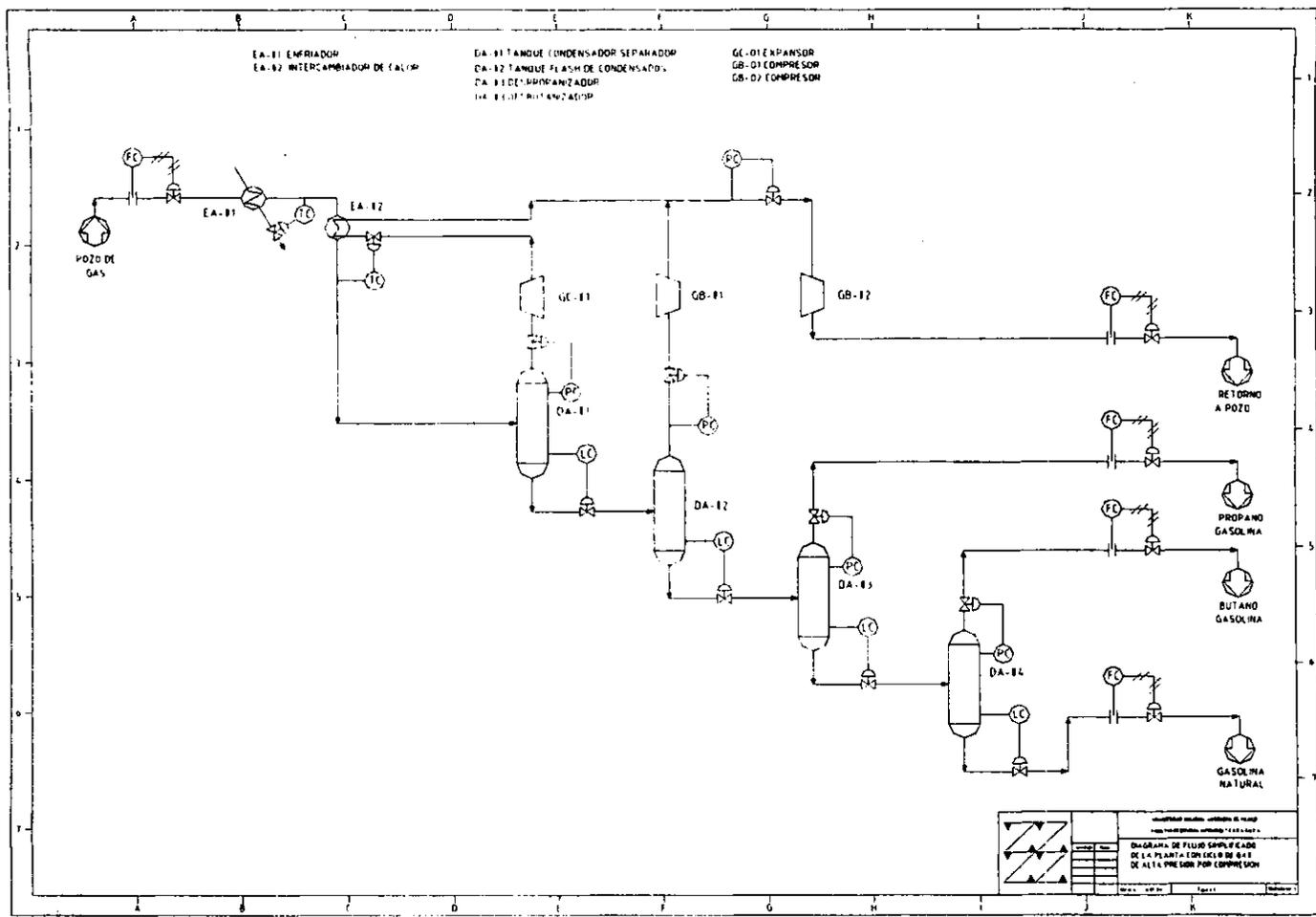
Es el más simple y el menos efectivo de los métodos, fue el primer método utilizado para la recuperación de hidrocarburos líquidos a partir de gasolina, pero ahora es usado solamente en casos aislados. Las aplicaciones más significativas del proceso de compresión son para plantas de recirculación de gas, donde los líquidos de la gasolina natural son extraídos y el gas remanente es retornado hacia el área de formación, la figura 3.4 muestra un diagrama de flujo del proceso.

La presión utilizada para producir gas en los pozos está dentro del rango de 7 y 105.6 Kg/cm<sup>2</sup>, la temperatura del gas de entrada es reducida por enfriamiento (EA – 01) con agua y por intercambio de calor (EA – 02) con el gas que sale de la expansión, como resultado del enfriamiento se forma una fase líquida de gas natural la cual contiene componentes del gas LP.

El líquido pasa hacia un tren de destilación (DA – 01, 02, 03, 04) simple en el cual los componentes más volátiles son extraídos por el domo y los residuos son de gasolina natural; la fase gaseosa del tanque flash (FA – 02) es comprimida (GB – 01) y recirculada hacia el área de formación.

Los vapores condensables son también recuperados de un tanque de gas de alta presión por condensación, en este proceso el fluido de alta presión proveniente del tanque produce una fase líquida en expansión isotérmica. Mientras la presión disminuye isotérmicamente, la cantidad de la fase líquida se incrementa hasta un máximo y entonces disminuye hasta desaparecer la producción de líquidos de gas natural provenientes de pozos de alta presión; los fluidos son expandidos para producir la calidad óptima del líquido; la fase líquida es entonces separada del gas para su posterior procesamiento y la fase gaseosa es utilizada como materia prima para otro de los procesos de recuperación.

Fig. 3.4



	Elaborado en: <b>Caracas</b> Fecha: <b>1980</b>
	TITULO: <b>DIAGRAMA DE FLUJO COMPLETO DE LA PLANTA DE GASOLINA DE ALTA PRESION POR COMPRESION</b>

### 3.5 CRIOGÉNICO

Este se obtiene a partir de gas natural a gran presión en plantas criogénicas, en la figura 3.5 se muestra un diagrama de flujo de este proceso.

El gas entra a la planta a  $47.9 \text{ Kg/cm}^2$  y  $35^\circ\text{C}$ , pasa a través de un tanque separador (FA – 01) asegurando que no pase agua líquida o hidrocarburos a los deshidratadores (DA – 01), en donde es secado hasta tener un punto de rocía debajo de  $-733^\circ\text{C}$ , pasando por un tren de enfriamiento (EA – 01, EA – 05) que emplea propileno hasta obtener una temperatura de  $1722^\circ\text{C}$  y  $4366 \text{ Kg/cm}^2$  de presión fluyendo a un separador de alta presión (FA – 02) para remover líquidos condensados. El gas del separador de alta presión es expandido por medio de un turbo expansor (GC – 02) A  $15.5 \text{ Kg/cm}^2$ .

El turbo expansor es una turbina generalmente del tipo de flujo radial de reacción para lograr el máximo de eficiencia posible de acuerdo a los requerimientos causados por las bajas temperaturas; la expansión baja la temperatura a  $-88.33^\circ\text{C}$  y produce una licuefacción parcial con una recuperación cercana de 2400 HP, esta mezcla de dos fases es enviada a la sección superior de una torre desmetanizadora (DA – 04). Los líquidos del tanque separador (FA – 02) son enviados a un tanque flash (FA – 03) en donde baja la temperatura a  $-77.44^\circ\text{C}$  y a una presión de  $15.5 \text{ Kg/cm}^2$  y de este a la torre desmetanizadora (DA – 04).

Los vapores del domo de la desmetanizadora y la corriente del gas residual fluyen hacia el tren de enfriamiento (EA – 01, EA – 05) para enfriar el gas deshidratado.

Luego del intercambio de calor, el gas residual es comprimido de  $13.8$  a  $17.11 \text{ Kg/cm}^2$  por un compresor centrífugo (GB – 01) accionado por una turbina de vapor o gas para lo cual sale a  $49.3 \text{ Kg/cm}^2$  y  $1581^\circ\text{C}$ , se emplea para suministrar el calor requerido del rehervidor (EA – 06) de la desmetanizadora, posteriormente es enfriado con intercambiadores de aire (EC – 01) hasta  $49^\circ\text{C}$  y  $48 \text{ Kg/cm}^2$  para reintegrarlo al gasoducto; el producto desmetanizado fluye a un tanque de balance (FA – 04) donde es bombeado (GA – 01) a una torre fraccionadora (DA – 03) para separar propano, butano y gasolinas como productos principales.

### 3.6 OBTENCIÓN EN REFINERÍA

En adición a las fuentes de suministro del gas LP los procesos de refinería juegan un gran papel, el objetivo principal de esta es obtener productos comercialmente aprovechables como gasolina, keroseno, lubricantes, etc mediante una serie de procesos.

En la tabla 3.1 se enlistan los procesos en los cuales se obtiene un rendimiento de gas LP como subproducto.

Fig. 3.5

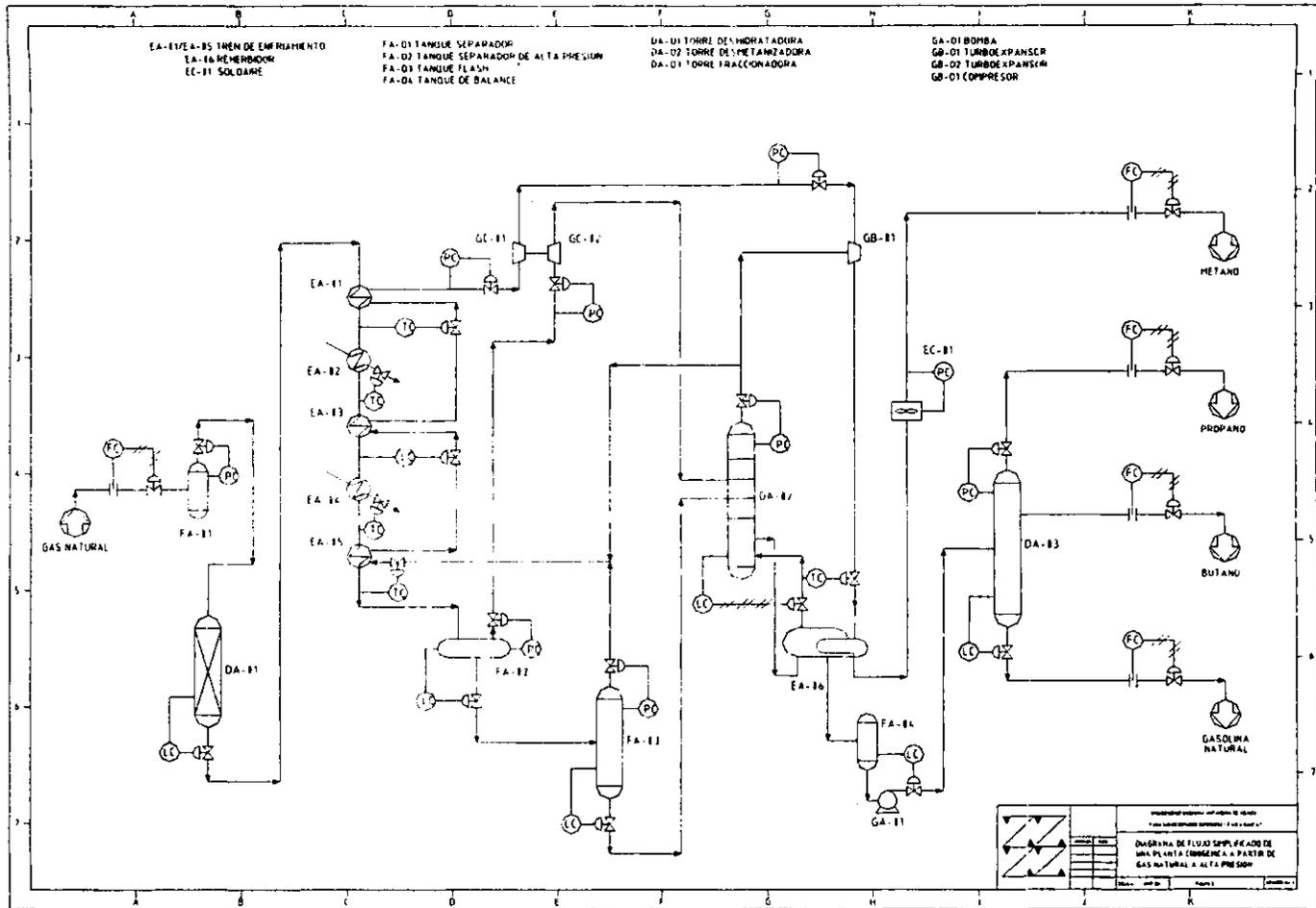


Tabla 3.1  
Procesos de refinería para obtener gas LP

Proceso	Alimentación	Producto principal	Rendimiento de gas LP % en peso sobre la alimentación
Reformación Catalítica	Nafta ligera Virgen	Aromáticos, gasolinas y Mezclas de hidrocarburos	5 – 10 %
Cracking Catalítico	Gas oil	Etileno, propileno (para petroquímica)	15 – 20 %
Cracking al vapor	Gas oil o nafta	Etileno, propileno	23 – 30 %
Polimerización Alquilación	Butenos gases insaturados	Gasolina	10 – 15 %
Cracking Térmico	Gas oil Fuel oil	Gasolina	10 – 20 %
Birompimiento Con Coquización	Residuos pesados de gas oil	Coke	5 – 10 %

Generalmente las refinerías operan con uno o dos de los procesos anteriormente enlistados, los rendimientos obtenidos varían, pero regularmente se encuentran dentro del rango señalado.

Los procesos más importantes son la reformación catalítica y el cracking catalítico.

### 3.6.1 REFORMACIÓN CATALÍTICA

El propósito de la reformación es el rearmado o reformación de la estructura molecular de los hidrocarburos con el fin de producir a partir de naftas, combustibles para motores, aromáticos, benceno, tolueno y fracciones seleccionadas de nafta, adicionalmente es la fuente de conversión más común de gas LP.

La alimentación es nafta virgen obtenida del fraccionamiento del petróleo crudo. el proceso de reformación con lecho fijo es utilizado para convertir hidrocarburos

nafténicos y parafínicos presentes en la nafta a compuestos aromáticos por reacciones de ciclización y deshidrogenación que ocurren simultáneamente.

Los compuestos de azufre que envenenan el catalizador son removidos en un paso preliminar de lavado con agua (hidrofining) en este la nafta y el hidrógeno

que contiene el gas de refinería es pasado sobre un catalizador de cobalto o nickel- molibdato a una temperatura aproximada de 410 °C y presión elevada.

Los compuestos de azufre son convertidos a sulfuro de hidrógeno, este es removido con otros gases ligeros por flasheo antes de entrar la nafta a la serie de reactores que utiliza un catalizador de platino que es regenerado periódicamente.

El gas LP que está presente en los productos de reformación es separado del producto principal (pentanos más pesados). Su contenido es aproximadamente del 2% en volumen de hidrocarburos insaturados (propano / butano) producidos durante las reacciones de rompimiento del cracking que son completamente dulces (no contienen compuestos de azufre), pudiendo ser unido a la tubería de la corriente que se dirige a las torres lavadoras de gas LP.

En algunas refinerías en las que sólo se incluye la destilación atmosférica y la reformación catalítica existen dos corrientes gemelas de gas LP de la destilación y las unidades de reformación que son apropiadamente purificadas para separar como productos al propano y el butano en una torre despropanizadora. La corriente de butano pasa enseguida a una torre superfraccionadora conocida como desisobutanizadora donde es separado el isobutano y por los fondos los butanos, normalmente estos productos son usados como intermediarios químicos.

### **3.6.2 CRACKING CATALÍTICO**

El cracking es una serie de reacciones mediante el cual las grandes moléculas de petróleo son descompuestas en otras más pequeñas de bajo punto de ebullición, creando olefinas ligeras como propileno y butileno que son usados como alimentación para la producción de petroquímicos. El isobutano es necesario en las reacciones del proceso de alquilación; el gran volumen de gases olefinicos que se producen en el cracking catalítico impone el empleo de extensos sistemas de recuperación y separación de gases, así como la conversión de estos últimos productos de mercado, tales como gasolina, caucho sintético, gases de petróleo, etc.

Los craqueos catalíticos son instalados con reformaciones catalíticas e integrados a las refinerías de petróleo con el propósito de corte en los destilados medios y producción de gasolina para motores y gases insaturados que son intermediarios para futuros procesamientos químicos. La alimentación normalmente es gas oil pesado, la carga es craqueada a una alta temperatura en la presencia de un catalizador de sílica-alumina.

Las más grandes y modernas instalaciones de cracking se basan sobre el principio del fluido catalítico, siendo la característica principal el que la materia prima y el catalizador son alimentados continuamente a un reactor de torre y al mismo tiempo el catalizador agotado es regenerado por tratamiento con aire caliente; el

efluente que sale del reactor es fraccionado en un separador primario para obtener ligeros, destilados medios y fracciones pesadas.

El gas LP junto con metano, etano y gasolina craqueada catalíticamente son obtenidos por el domo y separados en una torre de absorción siendo convertido en una corriente de gas no condensable (metano, etileno y etano) y una fracción absorbida que consiste de gas LP y gasolina, pasando a una torre desbutanizadora para separar la gasolina y el gas LP.

Los componentes que son removidos de la corriente de gas LP son propileno y butenos por un fraccionamiento adicional o por métodos químicos.

La alimentación a la planta de cracking catalítico no es limpia y por consiguiente el gas LP producido contiene mercaptanos y otros compuestos de azufre que deben ser removidos.

El gas LP obtenido algunas veces es alimentado a una planta de polimerización en donde los componentes insaturados reaccionan sobre un catalizador ácido (fosfórico o hidrofúrico), para producir gasolina polimérica, el gas que no reacciona o el gas alimentado en exceso es lavado cáusticamente, contribuyendo a la producción de gas LP a partir de la refinería.

Una variante del cracking catalítico fluido es el hidrocracking donde nafta, gas oil, ligeros y pesados son alimentados con gas hidrógeno.

**CAPITULO**  
**4**  
**ALMACENAMIENTO**  
**Y**  
**DISTRIBUCIÓN**  
**DEL**  
**GAS LP**

## **4.1 ALMACENAMIENTO DEL GAS LP.**

Haciendo referencia al momento del descubrimiento del gas LP y su utilidad se observa la necesidad de almacenarlo en recipientes cerrados de especificaciones especiales debido a que su alta volatilidad no permite tenerle confinado por los métodos tradicionales para almacenar líquidos volátiles como la nafta, de tal manera que se pudiera realizar un aprovechamiento integral de forma controlada y eficaz.

Se conoce como planta de almacenamiento a un sistema fijo y permanente para almacenar gas licuado de petróleo, que mediante instalaciones apropiadas efectúa el trasiego de éste, tanto a recipientes como a autotanques.

En México el gas LP; producido por PEMEX en sus refinerías, debe ser transportado por diversos medios a terminales y plantas de almacenamiento.

En estas instalaciones el gas LP es almacenado en recipientes diseñados para contener exclusivamente gas LP para posteriormente por medio de bombas sea llevado a recipientes denominados portátiles.

También en ese lugar son llenados los autotanques (pipas de reparto) las cuales posteriormente surtirán ese combustible a los recipientes estacionarios ubicados en hogares, comercios e industrias para su posterior aprovechamiento.

Es posible en esas instalaciones contar con una línea para llenado de recipientes montados en vehículos automotores los cuales utilizan el gas LP como combustible.

### **4.1.1 RECIPIENTES UTILIZADOS EN EL ALMACENAMIENTO , Y DISTRIBUCIÓN DEL GAS LP.**

Los recipientes usados en el almacenamiento y distribución del gas LP se clasifican en cuatro grupos:

- Grupo No. 1 Recipientes almacenadores, destinados a plantas de distribución y a estaciones de gas para vehículos.
- Grupo No. 2 Recipientes para uso doméstico, comercial e industrial, que a su vez se divide en :
  - a) Recipientes manuales, como los que se utilizan en encendedores, lamparas, sopletes, etc.
  - b) Recipientes portátiles.
  - c) Recipientes estacionarios.
- Grupo No. 3 Recipientes para el transporte de gas LP (autotanques).
- Grupo No. 4 Recipientes para montarse en vehículos que consumen gas LP como combustible de automotores.

## **RECIPIENTE PORTÁTIL.**

Es un envase metálico, que se usa para contener gas LP que por su peso y dimensiones puede manejarse manualmente.

Cuenta con una válvula y debe trabajar a una presión de  $14 \text{ Kg}_f / \text{cm}^2$ , existen tres tipos :

1. Recipiente portátil común: Este recipiente se muestra en la figura 4.1 donde se señala la localización de la válvula, la cual tiene la función de llenado, servicio y seguridad , la capacidad de estos es de 45, 30, 20 y 10 kilogramos.
2. Recipiente portátil semi-capsulado: Es aquel envase constituido por dos piezas semicapsuladas soldadas circunferencialmente, cuello protector, brida y base de sustentación. Sus capacidades de gas LP son de 45, 30, 20, 10, 6 y 4 kilogramos.
3. Recipiente portátil especial: Es aquel envase no contemplado en los anteriores y su capacidad queda sujeta a autorización.

## **RECIPIENTE ESTACIONARIO**

Estos recipientes son para uso doméstico, comercial e industrial, tienen la característica que por su volumen, forma y peso, son llenados y aprovechado este combustible en el mismo lugar, por medio de instalaciones adecuadas.

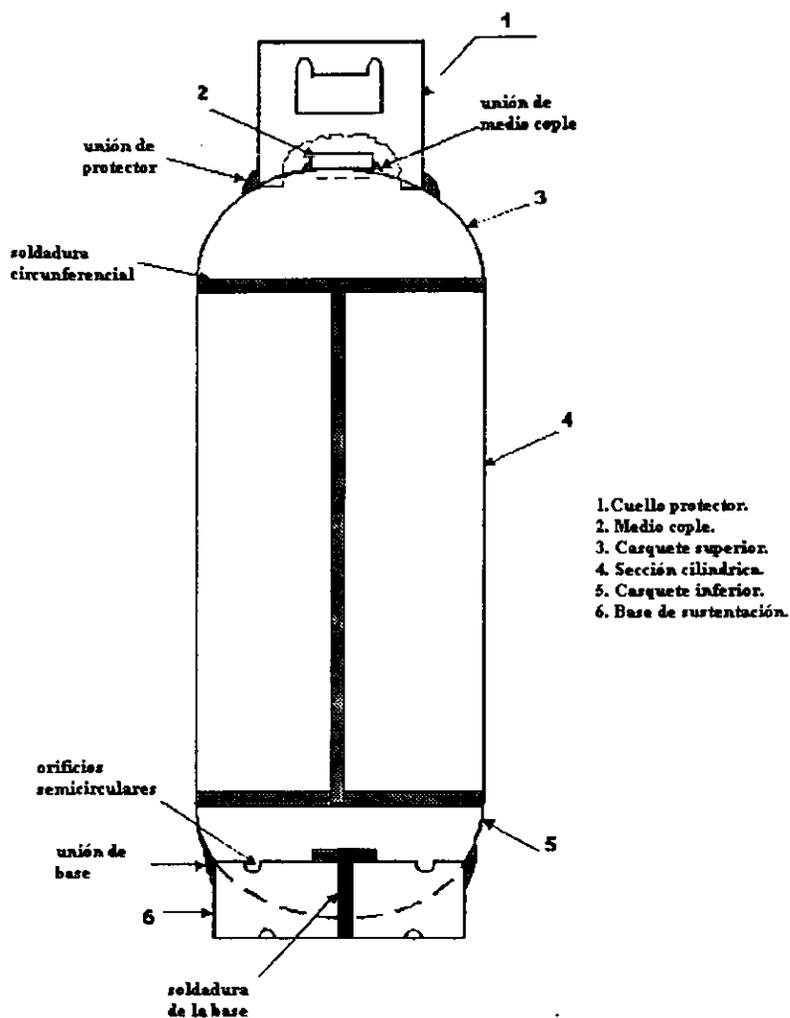
Cuentan con diversos accesorios de control y seguridad, encontrándose en el mercado capacidades de 300 a 5000 litros de agua.

Se fabrican con una presión de diseño de  $14 \text{ Kg}_f/\text{cm}^2$  ; ver figura 4.2.

Los accesorios de control y seguridad son :

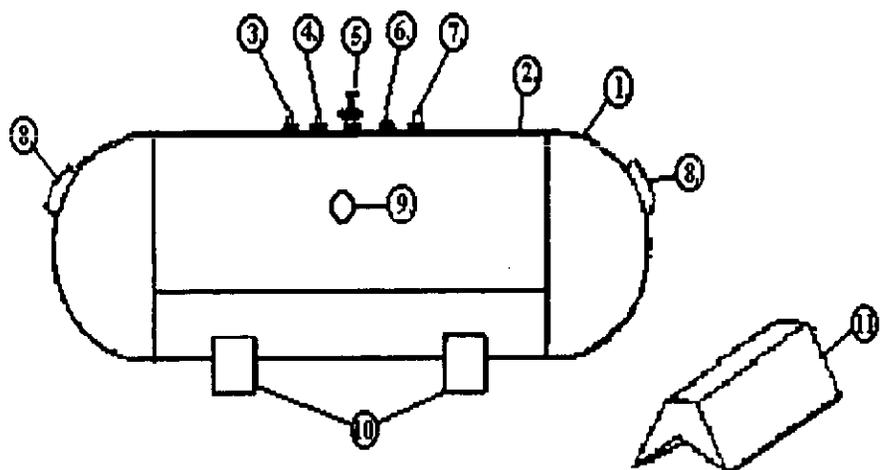
- a. Válvula de seguridad: Diseñada para aliviar la presión en estos recipientes, su diseño de acción instantánea asegura un mínimo de pérdida de gas. Opera cuando se tiene un aumento en la presión interior debido a un sobrellenado y cuando aumenta la presión interna debido a un sobrecalentamiento.
- b. Válvula de llenado: Diseñada para que la carga de combustible sea de manera rápida y eficiente, ya que logra la caída de presión más baja posible. Cuentan con doble válvula de no retroceso, las que cierran inmediatamente cuando se detiene el flujo, permitiendo la desconexión de la línea de llenado.
- c. Válvula de servicio: Se utiliza para el abastecimiento de gas LP en fase vapor, y cuentan con un tubo deflector, que tiene como función principal, la de indicar el nivel máximo de llenado del tanque.

FIGURA 4.1 Recipiente Portátil



Fuente: Dirección General de Normas

FIGURA 4.2 Recipiente Estacionario



- 1.- Cabeza.
- 2.- Cuerpo Cilíndrico.
- 3.- Válvula de Exceso de Flujo y No Retroceso.
- 4.- Válvula de Llenado.
- 5.- Válvula de Servicio.
- 6.- Válvula de Seguridad.
- 7.- Válvula de Retorno de Vapores.
- 8.- Orejas.
- 9.- Medidor Magnético de Nivel de Líquidos.
- 10.- Patas.
- 11.- Protector de Válvulas.

Fuente: Dirección General de Normas

## **RECIPIENTES PARA PLANTAS DE ALMACENAMIENTO.**

Estos recipientes son fabricados con una presión de diseño de  $14 \text{ Kg/cm}^2$ , se instalan sobre bases de concreto y, se consiguen en capacidades de hasta 250,000 litros de agua. Ver figura 4.3.

Características de accesorios de control y seguridad son descritos a continuación:

- **Termómetro:** indica la temperatura del gas LP en el recipiente.
- **Aditamento múltiple:** Este dispositivo nos permite proteger con válvulas de seguridad los recipientes a presión. Consta de un mecanismo de seguridad, que constituye el seguro necesario para evitar algún siniestro de grandes proporciones.
- **Manómetro :** indica la presión del gas LP dentro del recipiente.
- **Medidores o indicadores de nivel:** Los medidores o indicadores de nivel son dispositivos mecánicos de acción manual o automática, e indican la relación porcentual entre el volumen de llenado total de un recipiente y el nivel en que se encuentra la fase líquida del fluido almacenado. Existen indicadores de nivel de tipo flotador con carátula de transmisión magnética y los de tubo giratorio.
- **Válvulas de seguridad:** Sirven para descargar gas a la atmósfera cuando la presión dentro del recipiente es mayor que la resistencia de sus resortes, y se localizan en la zona de vapor del fluido almacenado.
- **Válvulas de exceso de flujo:** actúan cerrando automáticamente, cuando la descarga o salida por esta válvula es mayor que la capacidad establecida.
- **Válvulas de máximo llenado:** nos permiten saber cuando el recipiente ha sido llenado a un porcentaje determinado, y así suspender el llenado del mismo.

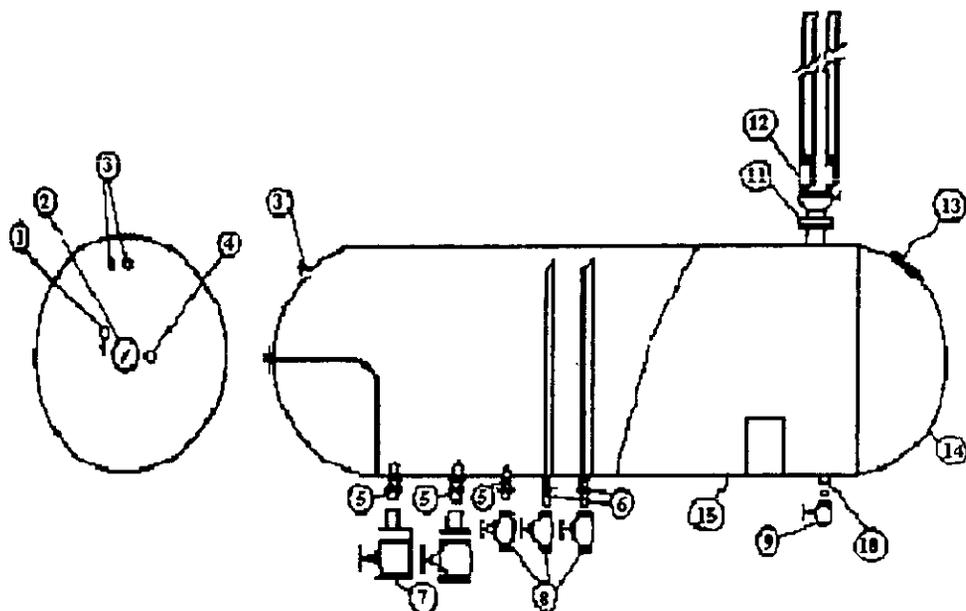
## **RECIPIENTES PARA TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DEL GAS LP.**

Los recipientes para transporte y distribución de gas LP son instalados de forma permanente en vehículos, teniendo una capacidad máxima de 55,000 litros de agua. Ver figura 4.4 y 4.5.

Existen dos tipos:

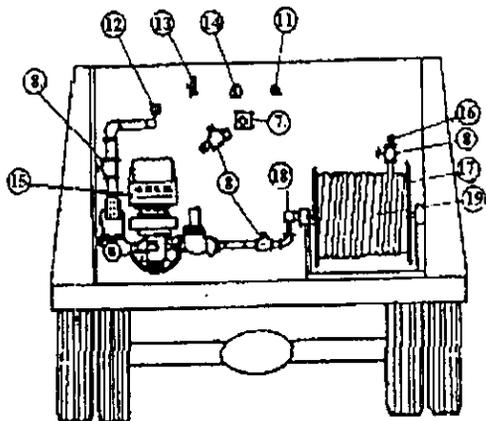
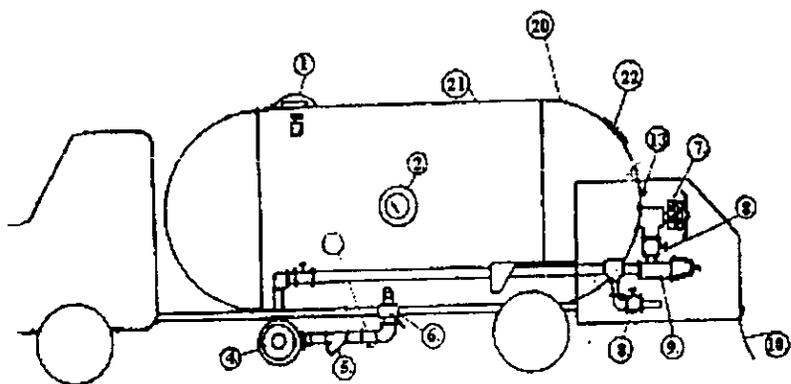
- 1.- Recipientes de auto-tanques.
- 2.- Recipientes de autotransportes (semiremolques).

Figura 4.3 Recipiente para almacenamiento



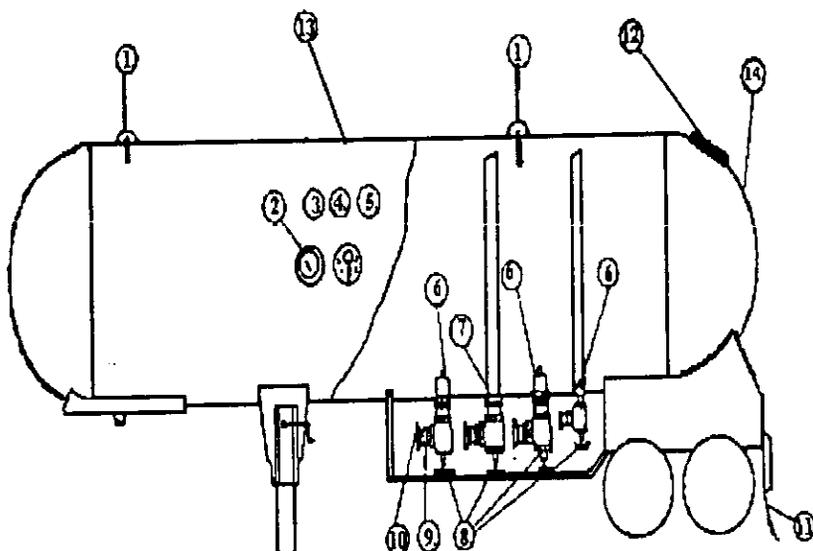
- 1.- Manómetro.
- 2.- Indicador rotatorio.
- 3.- Válvula de Máximo llenado.
- 4.- Termómetro.
- 5.- Válvula de exceso de gasto de líquido.
- 6.- Válvula de exceso de gasto de vapor.
- 7.- Válvula bridada.
- 8.- Válvula recta roscada.
- 9.- Válvula recta roscada.
- 10.- Dren
- 11.- Aditamento múltiple.
- 12.- Válvula de seguridad.
- 13.- Registro hombre.
- 14.- Cabeza.
- 15.- Cuerpo cilíndrico.

FIGURA 4.4 Autotanque.



- 1.- Válvula de Seguridad.
- 2.- Indicador Rotatorio.
- 3.- Válvula de Cierre Rápido.
- 4.- Bomba.
- 5.- Colador.
- 6.- Válvula Flow Matic.
- 7.- Válvula de Llenado Doble Check.
- 8.- Válvula de Globo Roscada.
- 9.- Bypass.
- 10.- Cinta Estática.
- 11.- Válvula de Máximo Llenado.
- 12.- Válvula de Retorno de Vapor.
- 13.- Manómetro.
- 14.- Termómetro.
- 15.- Medidor de Líquido.
- 16.- Acoplador ACME.
- 17.- Carrete Eléctrico.
- 18.- Junta Giratoria.
- 19.- Manguera.
- 20.- Cabeza.
- 21.- Cuerpo Cilíndrico.
- 22.- Entrada Hombre.

FIGURA 4.5 Semiremolque



- 1.- Válvula de seguridad.
- 2.- Indicador rotatorio.
- 3.- Válvula de máximo llenado.
- 4.- Termómetro.
- 5.- Manómetro.
- 6.- Válvula de exceso de gasto.
- 7.- Válvula de no retroceso.
- 8.- Válvula de globo angular.
- 9.- Tapón ACME
- 10.- Adaptador NPT-ACME
- 11.- Cinta estática.
- 12.- Registro hombre.
- 13.- Cuerpo cilíndrico.
- 14.- Cabeza.

Las características de estos recipientes son:

- a) La presión de diseño es de  $14 \text{ Kg}_f / \text{cm}^2$ .
- b) Deben estar dotados de un número suficiente de rompeolas, para evitar el golpe de ariete del líquido sobre la pared interna del recipiente, cuando el vehículo se encuentre en movimiento o sujeto a desaceleraciones repentinas.
- c) El espesor mínimo de fabricación para cabezas y cuerpo debe ser de  $6\text{mm} \pm 0.25 \text{ mm}$ , independientemente del resultado obtenido por la aplicación de la fórmula de cálculo de diseño.
- d) Deben ser instalados sobre una base, de tal forma que estos puedan ser sujetos al chasis del autotanque o a los ejes del semiremolque para evitar que el recipiente sufra desplazamiento durante el movimiento del vehículo.

Los accesorios de control y seguridad de estos recipientes se describen en forma general como:

- a) Válvula de exceso de flujo: Es un aditamento de protección contra accidentes causados por pérdidas excesivas del producto, debidas a roturas en mangueras o fracturas en las tuberías. Se diseñan para que cierren con aquellos gastos que excedan los flujos normales establecidos, se utilizan en las salidas de fase líquida y de vapor.
- b) Válvula de máximo llenado: Permite saber cuando el llenado de un recipiente ha llegado a un porcentaje determinado y de esta manera suspender el mismo.
- c) Termómetro: Indica la temperatura del fluido en el interior del recipiente.
- d) Manómetro: Sirve para conocer la presión del fluido en el interior del recipiente.

Para el surtido del producto al cliente los vehículos de distribución cuentan con:

- a) Bomba: Se utiliza en los autotanques para transferencia de sus depósitos a recipientes estacionarios, normalmente están conectadas a la toma de fuerza auxiliar de la caja de velocidades del autotanques.
- b) Medidor de líquido: Los autotanques cuentan con un medidor de consumo donde se registra la cantidad servida al cliente así mismo acumulan la cantidad de gas despachado. Algunos modelos tienen acoplado un impresor de boletas donde se imprime la factura del servicio efectuado al cliente.
- c) Carrete eléctrico: Este carrete sirve para alojar la manguera para el surtido del gas LP a recipientes estacionarios. Es accionado por motor, con instalación eléctrica a prueba de explosión

## **4.2 DISTRIBUCION DEL GAS L.P.**

Se entiende por distribución de gas licuado de petróleo las operaciones de suministro efectuados con gas vendido por Petróleos Mexicanos y contratistas directamente a particulares para su consumo inmediato, o con el importado por contratistas a particulares.

La distribución de gas licuado de petróleo para usos domésticos industriales y comerciales constituye un servicio público sujeto a reglamentos y disposiciones relativas.

La distribución de gas. L.P. por empresas particulares requerirá autorización de la secretaria de Energía, y permiso cuando se haga por Petróleos Mexicanos.

Existen distintos medios de distribución de gas LP los cuales son:

### **4.2.1 DUCTOS**

Los ductos son usados para transferir grandes cantidades de gas LP de la refinería a una segunda planta principal de suministro situada en un área altamente industrializada o a una organización de clientes semejantes a una empresa de gas o planta potencial.

### **4.2.2 VAGONES DE FERROCARRIL.**

Para cantidades de gas LP muy pequeñas, el método preferido de transportación es por ferrocarril.

El tren carga unas 500 ton. de producto o más y esta compuesto por vagones cada uno llevando cerca de 50 ton. de butano o 40 de propano. El reparto puede ser hecho directamente de la refinería o de la planta de distribución dentro de las vías muertas ubicadas en los terrenos de los usuarios.

Universalmente los vagones son recipientes a presión.

Muy poco gas LP se escapa a la atmósfera cuando el vagón es conectado, con lo cual se minimiza el riesgo de vapor inflamable. En suma en un lugar lejano se mide el nivel, el vagón usualmente transporta un contenido cuyo nivel aumenta del centro hacia el final.

Los vagones americanos son térmicamente aislados pero esta no es una practica común en otra parte.

En los E.U. las prácticas han sido fuera de las recomendaciones para la prevención de algunos desafortunados accidentes que envuelven los vagones de gas LP. en este país.

#### **4.2.3 TRANSPORTE POR MAR.**

El propano y butano son convenientemente transportados entre refinerías costeras y clientes con facilidades en el muelle de sacar la carga por mar. Los recipientes de almacenamiento en tanques costeros son usualmente del tipo de presión fluctuando en unidades de capacidad arriba de  $1000\text{m}^3$  (500 ton). Los barcos que van por el océano pueden transportar un total de carga de mas de  $40,000\text{m}^3$  (20,000 ton) de gas LP en condiciones de refrigeración, por ejemplo a temperaturas debajo de  $-50^\circ\text{C}$ . Inconvenientemente quizás los mismos recipientes frecuentemente transportan diferentes gases licuados, como son butano, propano, amoniaco, butadieno y propileno en viajes consecutivos. Por lo tanto esto es un riesgo de contaminación de un producto con otro a menos que procedimientos efectivos de drenado y purgado sean adaptados entre operaciones de carga.

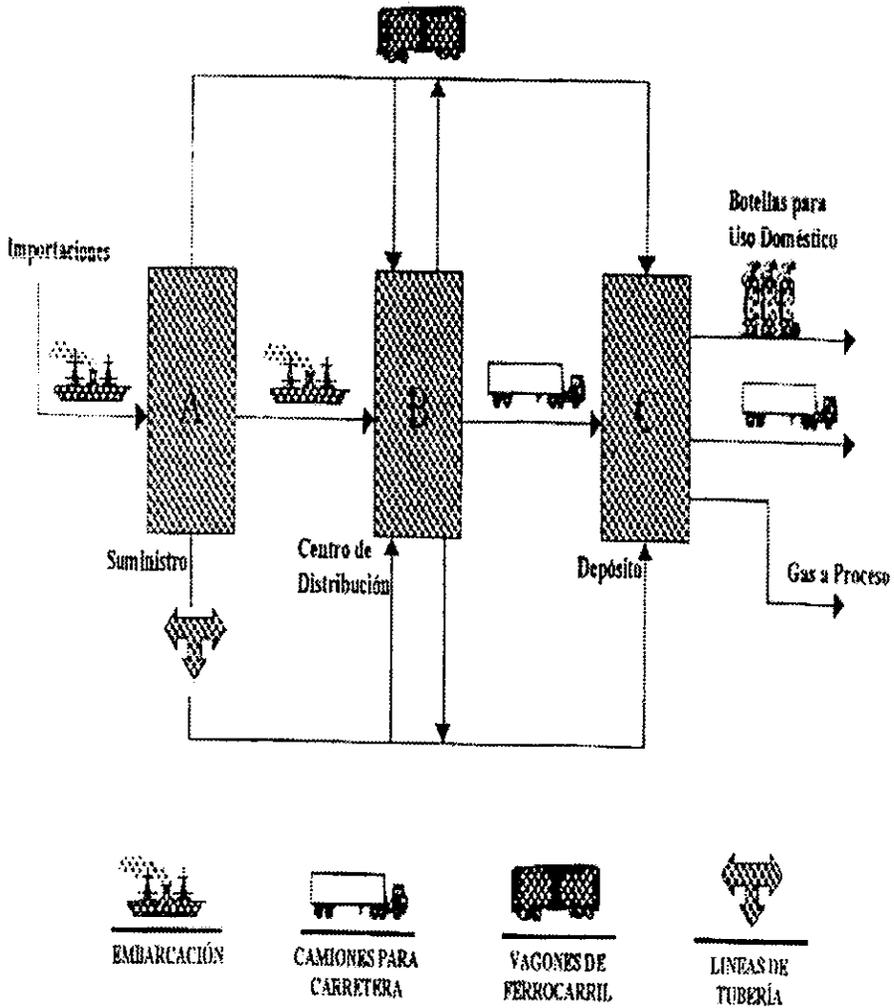
#### **4.2.4. TRANSPORTE EN AUTO-TANQUES POR CARRETERA.**

Este es el más popular método de trasladar cantidades relativamente pequeñas de gas LP en recipientes a presión del distribuidor o depósitos secundarios de abastecimiento a los clientes de la localidad (ver figura 4.6). La mayor parte de estos camiones son equipados con bombas de descarga para ayudar con la descarga a los clientes que no abastecen con facilidades de descarga. Algunos llevan medidores volumétricos para registrar los despachos aun cuando el método más exacto es el pesar el pequeño camión en la fuente de abastecimiento antes de la entrega y al volver la creación de las concesiones para la cantidad exacta de combustible consumido en el vehículo durante el viaje.

Otros ajustes incluyen la conexión a los medidores de recirculación de vapor, presión, temperatura, nivel y válvulas de relevo, por los peligros que envuelven la transportación de un líquido inflamable en la vía publica y carretera son dispuestos por el manejo del gas LP; el cual incluye los ajustes antes mencionados.

Un sistema de transporte son los vehículos con recipientes fijados permanentemente en ellos para conducir gas LP a sus puntos de distribución.

Figura 4.6 suministro y sistemas de distribución de gas LP.



- A. Refinerías costeras.
- B. Plantas de almacenamiento en tierra o costeras.
- C. Planta de embasado o embotellado de gas o pequeño volumen para negocios o usos industriales o usos variados.

Fuente: William A.F. Lom W.L. Liquefied Petroleum Gases. Gran Bretaña 1982. 2ª. Edición John Wiley & Sons.

Los sistemas de transporte modernos constan de tipos convencionales austeros, los vehículos más largos y articulados y los vehículos pequeños deslizándose para transportar recipientes llenos (1.5 ton) de agua de capacidad los cuales pueden ser estacionados separadamente del camión en los terrenos de los clientes.

Además estos usualmente permanecen llenos durante su uso y por esto están continuamente bajo alta presión. Por ello deben ser inspeccionados diariamente para asegurar que están en buenas condiciones libres de fugas de gas y sin averías en el camino.

#### **4.2.5 CILINDROS.**

Los cilindros metálicos portátiles de baja capacidad se llevan a los usuarios para la reposición de existencias agotadas. Los cilindros vacíos se devuelven al fabricante para que los llene de nuevo. Estos recipientes pueden ser enviados por ferrocarril, camión o tren expreso.

#### **4.2.6 PROCEDIMIENTOS DE DESCARGA.**

El método usual envuelve una bomba de líquido aun cuando el propano en algunas circunstancias puede no requerir asistencia mecánica. El butano en la otra distribución en climas fríos puede necesitar ambos bomba y compresora de vapor. Si un compresor es usado para descargar el camión, vagón o barco este deberá quitar vapores del recipiente de recibo, comprimir y descargarlo en el espacio de vapor sobre el líquido en el recipiente de reparto. Esta acción crea una diferencia de presión causando que el líquido fluya de un tanque a otro. El diferencial preferido es el del orden de 5-10 lb/m<sup>2</sup> en la medida.

Las bombas de líquido deberán ser del tipo centrífugo o de desplazamiento positivo con cuerpo de acero (sin lanzaderas de hierro) el sello mecánico más bien que la glándula llena y conductores eléctricos, hidráulico y neumáticos. Los vehículos de carretera pueden usar su propia batería o motor para manejar la bomba o una bomba externa que es de las instalaciones de los usuarios. El vapor el cual es desplazado de recipiente de residuo durante el llenado debe ser regresado a la vía de balance de vapor manteniendo la distancia adecuada del tanque de suministro.

Estas son un número de precauciones las cuales deben ser empleadas siempre durante las operaciones de transferencia de gas LP primeramente, el propano nunca debe ser cargado en un recipiente diseñado para almacenar butano aunque lo opuesto es admisible. En segundo lugar una cautelosa vigilancia debe ser mantenida en el nivel del líquido en el recipiente de residuo, por eso se vigilan por encima del relleno.

Una tercera precaución aplica a la prevención del aumento de la estática.

Los camiones deben ser eléctricamente enlazados en el depósito a un punto efectivo de tierra en una instalación fija antes de que alguna operación sea llevada a cabo. Los tubos flexibles que transfieren el líquido deben tener continuidad eléctrica a través de los bordes de las conexiones.

Los distintos códigos de gas LP. incluyen las regulaciones europeas para el transporte de material peligroso por carretera (ADR Acuerdo Europeo sobre Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera) específicamente conectar a tierra entrelazadas todas las partes del tanque.

Esto también requiere la posibilidad de que el tanque sea conectado a tierra, así después de que la operación de transferencia de un producto fue llevada a cabo el tanque de un carro tanque debe ser eléctricamente conectado a la instalación.

#### 4.2.7 LLENADO DE RECIPIENTES

La cantidad máxima de gas LP ocupada dentro de un tanque será no más de 97 % del llenado de líquido propio para la expansión de el contenido con el ascenso de temperatura o a la más alta temperatura a la cual el contenido que se alcanzara en servicio sea el adecuado.

La temperatura más alta es especificada de acuerdo con la medida del recipiente así:

42.5°C para tanques que tiene una capacidad que no excede 5m<sup>3</sup> (1,100 gal. Aprox).

38.0°C para tanques que tiene una capacidad que exceden 5m<sup>3</sup> pero no excede 30m<sup>3</sup> (6,600 gal).

37.0°C para tanques que tiene una capacidad que excede 30m<sup>3</sup>, pero no excede 100m<sup>3</sup> (22,000 gal).

36.0°C para tanques que tiene una capacidad que excede 100m<sup>3</sup> (1m<sup>3</sup> =aproximadamente 0-5 toneladas de L.P.G)

La cantidad máxima de un recipiente para gas LP depende de estos tamaños y de la mayor temperatura especificada para este rango de tamaños de acuerdo con la siguiente ecuación empírica:

$$\begin{array}{l} \text{Capacidad} \\ \text{De} \\ \text{llenado} \end{array} = \frac{(0.97) \times (\text{capacidad de agua}) \times (\text{S.G. del LPG a } t^{\circ}\text{C})}{(\text{S.G. de L.P.G. a } 15.6^{\circ}\text{C} \times \text{cf})}$$

Donde S.G. es la gravedad específica del líquido,  $t^\circ$  es la temperatura más alta y  $c_f$  es el factor de corrección el cual se da por diferencia en el gas LP líquido llenado a temperatura de 15.6°C.

En la práctica el mayor volumen de llenado del recipiente será aproximadamente a 90% de el volumen total interior. Las botellas domésticas, tanques de combustible automotor, y pequeñas muestras y contenedores de un litro no son llenados a más del 80% del volumen total de capacidad, con lo cual se deja un margen adicional de seguridad para manejo y transportación.

En la capacidad de un recipiente de gas LP es importante no confundir la capacidad de agua con el peso permitido de gas LP y viceversa.

Usualmente unas 30 ton de gas LP pueden ser aceptadas para decir que serán retenidas 30 ton\* de gas LP; por ejemplo cada una de las 30 ton x 440 galones imperiales (60,000 litros) de líquido de propano o 30 x 390 galones imperiales (53,190 litros) de butano líquido. Estos volúmenes máximos de llenado representaran cerca de 90% de el volumen total interior de estos recipientes. Por lo tanto en el caso del propano la capacidad total de agua de el recipiente es 60,000 . 09 esto es aproximadamente 66,667 litros (14,650 gal) o 66.4 tonnes (65.4 ton). Igualmente si es un recipiente deben ser citadas 30 ton de agua de capacidad el llenado máximo de propano deberá ser determinado por (30 x 224 x 09) . 440 que es 13.8 ton (14.0 tonnes).

Señalando que el butano puede ser llenado dentro de una presión de valor fijado para recipientes de propano pero un recipiente de butano nunca puede ser llenado con propano. Si un tanque para 100 ton de propano es llenado con butano, el volumen de llenado será entonces el peso 100 x 440 . 390 esto es 113 ton no 100 ton.

- \* 1 ton 2240 lbs
- 1 tonne=2205 lbs
- 1 ton=1.016 tonne

### **4.3. INSTALACIONES FIJAS.**

#### **4.3.1. EMPLAZAMIENTO, SEPARACIÓN Y AGRUPACIÓN.**

Los recipientes de gas LP colocados sobre el suelo deben estar emplazados al aire libre, en un lugar bien ventilado con las distancias de separación que se indican en la tabla 4.2 columna a. Los recipientes subterráneos o atrincherados deben estar emplazados de manera que la boca de inspección y la válvula de

seguridad se encuentren en un lugar bien ventilado y con las distancias de separación indicadas en la tabla 4.2.

Los recipientes de gas LP no deben estar colocados uno encima de otro. El terreno situado debajo o adyacente a conexiones con los recipientes o equipo auxiliar que contenga gas LP debe ser de hormigón o estar apisonado y no tener pozos, depresiones, sumideros ni alcantarillas.

Cuando todas las conexiones de un recipiente están unidas por una extremidad, el terreno apisonado o de hormigón puede ser necesario sólo debajo de las conexiones. El terreno comprendido dentro de la distancia de separación que se indica en la tabla 4.2 columna a, debe, en la medida de lo posible, ser llano y liso, salvo debajo del recipiente o cuando está en pendiente hacia una zona de evaporación o un colector.

Para todos los recipientes con conexiones por debajo del nivel del líquido, el terreno que se encuentra bajo el recipiente o las conexiones debe estar inclinado a fin de impedir la acumulación del líquido debajo de ellos y garantizar el paso del flujo desde el recipiente, los recipientes adyacentes o el equipo auxiliar hacia una zona segura. No es necesario afirmar u hormigonar el suelo por debajo de las conexiones que se taponan u obturan.

Las zonas de evaporación deben estar situadas por lo menos a 3m de los recipientes de gas LP. La superficie de la zona debe estar cubierta con esquirlas de piedra o materiales análogos para aumentar su espesor y favorecer la evaporación y dispersión del gas.

Los recipientes no deben estar emplazados en lugares que se sepa pueden ser inundados.

Los recipientes de almacenamiento de gas LP deben estar instalados a 6m por lo menos del muro de protección de cualquier cisterna que contenga un líquido inflamable con una temperatura de inflamabilidad comprendida entre un recipiente de almacenamiento de gas LP y la parte superior del muro de protección de cualquier cisterna que contenga un líquido inflamable puede ser 3m (véase tabla 4.3).

El número de recipientes de almacenamiento de gas LP emplazados sobre el suelo en grupo no debe exceder de seis, a reserva de que la capacidad total máxima de un grupo no supere la indicada en la tabla 4.2.

Cualquier recipiente de un grupo debe estar situado a 7.5 m o a la distancia de separación indicada en la columna C de la tabla 4.2, si ésta es mayor del recipiente más próximo de otro grupo, a menos que se construya un muro corta fuegos entre los dos grupos.

Tabla 4.2 Emplazamiento y espaciamento de los recipientes.

Capacidad máxima de agua					Distancias mínimas de separación					
De un único recipiente de un grupo			De todos los recipientes de un grupo		Recipientes colocados sobre el suelo			Recipientes enterrados o atrincherados.		
Litros	Galones	Capacidad mínima de GLP (toneladas)	Litros	Galones	De los edificios los límites la delimitación de la propiedad o una fuente fija de ignición	Con muro contra fuegos	Entre recipientes	De los edificios etc. 0	Entre recipientes	Entre recipientes
150 a 500	28 a 100	0.05 a 0.25	1500	330	m.(ft) 2.5 (8)	m 0.3*	M 1	m 2.5	m 0.3	m 0.3
>500 2500	a 500	a 0.25 a 1.1	7500	1650	3 (10)	1.5	1	3	1	1.5
>2500 9000	a 500 2000	a 1.1 a 4	27500	6000	7.5 (25)	4	1	7.5	3	1.5
9000 135000	a 2000 30000	a 4 a 60	450000	100000	15(50)	7.5	15	7.5	3	1.5
>1350000	75000	60 a 150	10125000	225000	22.5 (75)	11	1/4 de la suma del diámetro o de dos recipientes adyacentes	11	3	#
>337500	>75000	>150	2250000	500000	30 (100)	15		15	3	#

Fuente: control de riesgos de accidentes mayores. OTI 1990.

### 4.3.2. ACCESORIOS.

Todos los accesorios deben ser adecuados para el uso con gas LP a temperaturas y presiones que es probable se den en el servicio. Para reducir la probabilidad del escape de un líquido, el número de conexiones directas por debajo del nivel del líquido debe reducirse a un mínimo y, siempre que sea posible se debe prever una sola derivación, con exclusión de las tuberías de drenaje. Todas las demás conexiones deben terminar en el espacio de vapor.

## VÁLVULAS DE DESAHOGO DE LA PRESIÓN

Todos los contenedores de tierra mencionados deben estar dotados de una válvula de desahogo de la presión o de válvulas concebidas para proteger al contenedor cuando haya un riesgo de incendio.

La capacidad total del flujo de las válvulas de desahogo de la presión montadas en los contenedores subterráneos o atrincherados debe reducirse a no menos del 30 por ciento de la capacidad requerida con respecto a un tamaño equivalente de un recipiente situado sobre el suelo o cualquier otro valor que proteja de manera adecuada al contenedor.

Una válvula de aislamiento no debe fijarse entre una válvula de desahogo de la presión única y el espacio de vapor del contenedor. En lo que respecta a las válvulas de desahogo múltiples, si se prevé aislar una válvula de desahogo con fines de mantenimiento o ensayo, se deben instalar dispositivos de interbloqueo para garantizar que las válvulas restantes sigan en servicio.

Tabla 4.3 separación de las sustancias peligrosas y las operaciones de contenedores de GLP.

Sustancia	Distancia mínima de separación
Líquidos inflamables	
Temper, inflamación < 32°C	6 m al muro de protección
Temper, inflamación 32-65°C	6 m a la cisterna y 3 m a un muro de protección.
Tanque que contiene sustancias tóxicas o peligrosos	15 m o la distancia de separación columna a del cuadro 2, si ésta es mayor
Cantidad total de bombonas de de gas LP > 50 Kg	3 m de los contenedores de gas LP < capacidad 5 000 litros 7,5 m a los contenedores de gas LP > capacidad 5 000 litros
	1 m

Excepto las bombas de gas LP con válvulas de desahogo de la presión de dispersión vertical < 300 Kg

Bombonas de propano para un aumento de la presión o un suministro de emergencia con las válvulas de desahogo de la presión alejando lejos del contenedor < 300 Kg

1 m

Edificio de llenado de las bombonas 10 m de los contenedores de hasta 135 000 litros y 15 m de los contenedores más grandes.

Fuente: Control de riesgos de accidentes mayores.

## **CONEXIONES DE DRENAJE.**

Las conexiones de drenaje deben tener un diámetro inferior a 50 mm y estar dotadas de dos válvulas de cierre en serie. La extensión de la tubería entre las válvulas debe ser inferior a 0.5 m para reducir al mínimo riesgo de una obstrucción simultánea de ambas válvulas por congelación del agua que pueda contener gas LP.

La tubería que desciende de la segunda válvula no debe descargar por debajo del contenedor. La segunda válvula y la tubería deben tener un soporte y una firmeza suficiente para impedir los daños mecánicos o las rupturas por vibraciones o fuerzas de chorro. Las dos válvulas de los sistemas de drenaje deben tener un medio de operación que no se pueda retirar o trasladar fácilmente de la posición cerrada, salvo cuando se hace intencionalmente.

Ninguna tubería de drenaje debe descargar a menos de 6 m de cualquier sistema de drenaje cuando, de lo contrario, se pudiera crear un riesgo.

## **MEDIDORES DEL VOLUMEN**

Cualquier dispositivo de medición que se base en la pérdida de gas LP en la atmósfera debe tener una apertura no mayor de 1.4 mm de diámetro. Los dispositivos de medición deben indicar claramente cuándo el contenedor ha alcanzado su capacidad máxima normal. No se deben utilizar visores para medir el nivel del líquido en los contenedores de almacenamiento de gas LP, salvo en aplicaciones especiales, por ejemplo los aparatos de ensayo medidores de gas LP.

## **VALVULAS**

Todas las conexiones para líquidos y vapores de los contenedores deben estar dotadas de una válvula de cierre de preferencia ignífuga, salvo en lo que respecta a las válvulas de desahogo y cuando la conexión a través del revestimiento de la cisterna no tiene un diámetro superior a 1.4 mm.

## **BOMBAS**

Las bombas no deben estar situadas por debajo de un contenedor de gas LP. Deben estar firmemente instaladas y emplazadas. Las bombas de compresión mecánica deben disponer de un conducto de derivación o de otra protección adecuada contra la presión excesiva.

## **COMPRESORES**

Los compresores de vapor deben instalarse de preferencia al aire libre en un lugar bien ventilado situado por lo menos a 4.5 m del contenedor de gas LP, los edificios y los límites. Si se instalan en un edificio, éste debe estar construido de material no combustible, tener un tejado ligero y una buena ventilación natural, en particular en el nivel inferior.

El edificio no debe utilizarse para ningún otro fin que el de compresión y distribución del gas LP y otros gases. Los compresores deben tener también por lo menos:

- A) un conmutador de corte de alta presión o dispositivo análogo, del lado de la descarga del compresor;
- B) un medio de prevenir que el gas LP penetre en el compresor.

## **TUBERIAS**

Las tuberías deben estar adecuadamente diseñadas y construidas teniendo debidamente en cuenta que han de prestar servicio a bajas temperaturas. Los materiales empleados deben ser adecuados para su utilización con gas LP.

En general, se deben usar tuberías de acero, pero para los conductos del gas se pueden utilizar tuberías de cobre macizo. Cuando se empleen tuberías de cobre se deben tener presentes los riesgos potenciales resultantes del endurecimiento del material. No se deben utilizar tuberías de hierro fundido. Las tuberías que transportan gas propano deben construirse con materiales adecuados para ser utilizados a temperaturas de hasta 20°C. Estas tuberías pueden estar sometidas a un flujo de dos fases, por ejemplo en los sistemas de llama y apagado pueden resultar apropiadas temperaturas previstas más bajas.

***CAPITULO***  
***5***  
***SEGURIDAD***  
***INDUSTRIAL***  
***CON EL GAS***  
***LP.***

Debido a que el gas LP es un combustible muy usado y altamente inflamable se debe tener muy en cuenta su seguridad y las condiciones adecuadas para su almacenamiento y distribución, debido a que aunque no con mucha frecuencia se han registrado accidentes con este producto.

Ahora bien hay varios tipos de plantas de gas LP pero en este trabajo se tratara la seguridad de las plantas de almacenamiento y distribución debido a que estas son las que hacen el reparto a los consumidores finales.

## **5.1. DEFINICIÓN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.**

Podemos definir la seguridad como:

"Ciencia multidisciplinaria que controla lesiones y pérdidas" "La medida o la relativa exención de riesgos o peligros"

"Es el grado de exención de riesgos y peligros en un medio ambiente - casa, oficina, fabrica, mina, escuelas o sus alrededores.

Algunos riesgos son más fáciles de reducir o eliminar que otros. La seguridad es relativa nada es 100% seguro bajo algunas condiciones.

## **5.2. HISTORIA DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL**

El desarrollo industrial trajo el incremento de accidentes laborales, lo que obligó a aumentar las medidas de seguridad, las cuales se cristalizaron con el advenimiento de las conquistas laborales.

Ya en el año 400 A.C. Hipócrates recomendaba a los mineros el uso de baños higiénicos a fin de evitar la saturación del plomo. También Platón y Aristóteles estudiaron ciertas deformaciones físicas producidas por ciertas actividades ocupacionales planteando la necesidad de su prevención. Con la Revolución Francesa se establecen corporaciones de seguridad destinadas a resguardar a los artesanos, base económica de la época.

La revolución industrial marca el inicio de la seguridad industrial como consecuencia de la aparición de la fuerza del vapor y de la mecanización de la industria, lo que produjo el incremento de accidentes y enfermedades laborales. No obstante, el nacimiento de la fuerza industrial y de la seguridad industrial no fueron simultáneos debido a la degradación y a las condiciones de trabajo y de vida detestables. Es decir, en 1871 el cincuenta por ciento de los trabajadores moría antes de los veinte años, debido a los accidentes y las pésimas condiciones de trabajo.

En 1833 se realizaron las primeras inspecciones gubernamentales, pero hasta 1850 se verificaron ciertas mejoras como resultado de las recomendaciones hechas entonces. La legislación acortó la jornada, estableció un mínimo de edad para los niños trabajadores e hizo algunas mejoras en las condiciones de seguridad.

En 1883 se pone la primera piedra de la seguridad industrial moderna cuando en París se establece una empresa que asesora a los industriales. Pero es hasta este siglo que el tema de la seguridad en el trabajo alcanza su máxima expresión al crearse la Asociación Internacional de Protección de los Trabajadores. En la actualidad la OIT, Organización Internacional del Trabajo, constituye el organismo rector y guardián de los principios e inquietudes referentes a la seguridad del trabajador en todos los aspectos y niveles.

En lo referente a la actualidad cabe mencionar lo siguiente:

La seguridad en el trabajo y la defensa del elemento humano son apoyados por diferentes disposiciones legales que el estado pone a disposición del trabajador como medio de prevención de accidentes.

### **5.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA SEGURIDAD.**

El campo abarca la seguridad en su influencia benéfica sobre el personal, y los elementos físicos es amplio, en consecuencia también sobre los resultados humanos y rentables que produce su aplicación. No obstante, sus objetivos básicos y elementales son 5:

- Evitar la lesión y muerte por accidente. Cuando ocurren accidentes hay una pérdida de potencial humano y con ello una disminución de la productividad.
- Reducción de los costos operativos de producción. De esta manera se incide en la minimización de costos y la maximización de beneficios.
- Mejorar la imagen de la Empresa y, por ende, la seguridad del trabajador que así da un mayor rendimiento en el trabajo.
- Contar con un sistema estadístico que permita detectar el avance o disminución de los accidentes, y las causas de los mismos.
- Contar con los medios necesarios para montar un plan de seguridad que permita a la empresa desarrollar las medidas básicas de seguridad e higiene, contar con sus propios índices de frecuencia y de gravedad, determinar los costos e inversiones.

### **5.4. JUSTIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD.**

Para poder justificar un programa de seguridad, hacia los niveles superiores e inferiores es requisito fundamental que se empleen 4 razones fundamentales.

- 1.- Razón Humana
- 2.- Razón Económica
- 3.- Razón Social
- 4.- Razón Legal

#### **5.4.1. RAZÓN HUMANA.**

Lo que mueve al mundo para hacer o dejar de hacer algo o todo. Esto es precisamente la razón humana. Dependiendo de el daño físico que sufra el accidentado, se desencadenarán en magnitud el daño moral, económico y psicológico.

En el daño económico al accidentado se le provoca que su salario se debilite inmediatamente en un 75%.

#### **5.4.2. RAZÓN ECONÓMICA.**

Por la década de los años 30 s H.W. Henrich durante un estudio de más de 150 empresas dio a conocer al mundo de la seguridad, que los costos visibles e invisibles, ya que las pérdidas económicas registradas como tales, que generan los accidentes de dichas empresas eran inferiores a las reales descubriendo que por cada peso que se había registrado, realmente quedaban cuatro pesos de pérdida oculta.

Este estudio- aún válido en nuestros días - arrojó que:

- Los costos directos dan pérdida = \$1.00
- Los costos indirectos dan pérdida = \$4.00 - Perdidas reales son = \$5.00

Por consiguiente en particular con respecto o proyectos que entrañan el almacenamiento y uso de sustancias químicas peligrosas, conviene abordar el problema de la seguridad en el lugar mismo y fuera del lugar al decidir qué medidas de seguridad se han de aplicar.

#### **5.4.3 RAZON SOCIAL**

La razón social daña a:

La familia, provocando dolor, falta de empleo del padre, disminución de ingresos, educación, alimentación, vestido, diversiones, etc.

La empresa, provocando baja de moral, perdida de tiempo, perdida de personas valiosas aumento del pago al IMSS, pérdidas materiales, prestigio, etc.

Al país, la calidad industrial de un país, lo dan las fuentes de trabajo y la fuerza humana.

#### **5.4.4 RAZON LEGAL**

Toda empresa digna tiene como base el cumplimiento de las leyes y éstas se encuentran enmarcadas y de acuerdo a la Constitución de los Estados Unidos Mexicanos en Leyes laborales, reglamentos y normas oficiales mexicanas. El fiel cumplimiento de nuestras leyes nos conlleva al objetivo de una seguridad de excelencia.

#### **5.5 SEGURIDAD PRODUCCION Y PÉRDIDA**

Para alcanzar una producción constante y sin interrupciones, es requisito fundamental contar con 5 factores:

- Materia prima
- Equipo
- Herramienta
- Tiempo
- Personal de trabajo

Si alguno de los anteriores llega a accidentarse, al productividad bajará, quedando entendido que la productividad no es otra cosa que: " La máxima cantidad de producción en la unidad de tiempo; de la mejor calidad posible, al mínimo costo".

#### **5.6 SEGURIDAD INDUSTRIAL CON MATERIALES PELIGROSOS**

El rápido aumento del empleo de sustancias químicas peligrosas en la industria y el comercio a producido un considerable incremento del número de personas, tanto a trabajadores como ciudadanos en general, cuya vida podría estar en peligro en cualquier momento debido a un accidente ocasionado por esas sustancias. El rápido ritmo del avance de la tecnología moderna da menos posibilidades de aprender por medio de pruebas sucesivas, lo que hace cada día más necesario que el diseño y los procedimientos de explotación sean correctos desde el principio.

Sin embargo en la industria química las salvaguardias no se limitan a los talleres de la fábrica. La preocupación pública por las múltiples lesiones y muertes que causan accidentes espectaculares como una gran explosión invariablemente dan origen a peticiones de una mayor prevención y regulación en los planos nacional e internacional.

Por consiguiente en particular con respecto a proyectos que entrañan el almacenamiento y uso de sus sustancias químicas peligrosas, conviene abordar el problema de la seguridad en el lugar mismo y fuera del lugar al decidir que medidas de seguridad sean de aplicar.

## **5.7. ACCIDENTES**

Existen muchas definiciones de lo que significa un accidente pero en este caso se emplearon dos:

- Definición normativa. Accidente de trabajo es una lesión orgánica o perturbación funcional inmediata o posterior a la muerte producida repentinamente en ejercicio o con motivo del trabajo, cualquiera que sea el lugar y el día en que se presente. (Ley Federal del Trabajo).

- Es un evento o suceso no deseado no planeado, que causa daño y que puede causar lesión. (Asociación Mexicana de Higiene y Seguridad, A.C.)

Técnicamente existen dos tipos de accidentes:

- Accidente sin lesión: Es aquel accidente que estuvo a punto de producir lesión, pero por motivos circunstanciales no lo ocasionó y sólo generó pérdidas económicas.

- Accidente con lesión Es aquel accidente, que además de producir pérdidas económicas, lesionó a la (s) personas (s) este tipo de lesiones se dividen en leve e incapacitante.

### **5.7.1. CAUSAS DE LOS ACCIDENTES.**

Los accidentes pueden ocurrir por dos causas y estas son inmediatas o próximas y básicas o profundas.

Causa inmediata- Es aquella que se produce por practicas o condiciones inseguras. Podemos decir que son aquellas que se identifican o presentan a simple vista.

Dentro de las causas inmediatas o próximas, la producción del accidente es generada en 1% por las condiciones inseguras, 85% las producen las practicas inseguras y el 14% restante se generan como resultante de las dos.

Causas básicas. Son aquellas en las cuales sólo un gerente con cultura empresarial en seguridad puede entender y localizar y esas son generadas por factores de trabajo inseguro o factores personales de inseguridad.

### **5.7.2. SECUENCIA EN LA OCURRENCIA DE ACCIDENTES.**

El accidente se produce como tipo de falla dominó, donde al fallar la administración se presentan las causas básicas originando las causas inmediatas que producen el accidente generando daños y pérdidas y circunstancialmente pueden presentar la lesión.

La falla administrativa se presenta por una deficiente planeación, organización, dirección control. Donde se pueden contemplar programas inadecuados, estándares faltantes, incumplimiento de objetos y no hay medición de ejecución.

### **5.8. RIESGOS INDUSTRIALES GRAVES.**

Los daños económicos resultantes de accidentes son descomunales.

En algunos casos los accidentes son distintos por la forma en que se producen y las sustancias químicas que intervinieron en ellos y comparten una característica común con acontecimientos no controlados, constituidos por incendios, explosiones o escapes de sustancias tóxicas que ocasionan la muerte o lesiones de un gran número de personas dentro y fuera de la fábrica y causan amplios daños en los bienes y el medio ambiente o producen ambos efectos. El almacenamiento y la utilización de sustancias químicas inflamables explosivas o tóxicas que pueden causar esos desastres se suelen designar como riesgos de accidentes mayores. Por lo tanto, este riesgo potencial depende del carácter inherente de la sustancia química y de la cantidad acumulada en el lugar.

#### **5.8.1. INSTALACIONES QUE REPRESENTAN LOS RIESGOS MAYORES TÓPICOS**

Dada la diversidad y complejidad de la industria en general, no es posible circunscribir las instalaciones que representan los riesgos principales a ciertos sectores de actividad industrial. Sin embargo, la experiencia indica que las instalaciones con mayores riesgos están por lo común relacionadas con las actividades siguientes.

- A) Fábricas de productos petroquímicos y refinerías.
- B) Fábricas de productos químicos y plantas de producción de productos químicos.
- C) Almacenamiento y terminales de gas licuado de petróleo
- D) Almacenes y centros de distribución de productos químicos
- E) Grandes almacenes de fertilizantes
- F) Fabricas de explosivos

G) Fábricas en que se utiliza cloro en grandes cantidades

### **5.8.2. TIPOS Y CONSECUENCIAS DE RIESGOS INDUSTRIALES GRAVES.**

Los riesgos industriales graves suelen estar relacionados con la posibilidad de incendio explosión o dispersión de sustancias químicas tóxicas, y por lo general entrañan el escape de material de un recipiente, seguido, en el caso de sustancias volátiles, de su evaporación y dispersión

Entre los accidentes relacionados con los riesgos principales cabe mencionar los siguientes.

- Escape de material inflamable, mezcla del material con el aire, formación de una nube de vapor inflamable y arrastre de la nube hasta una fuente de ignición, lo que provocará un incendio o una explosión que afectara al lugar y posiblemente a zonas pobladas.
- Escape de material tóxico, formación de una nube de vapor tóxica y arrastre de la nube, lo que afectara directamente al lugar y posiblemente a zonas pobladas.

En el caso de fuga de materiales inflamables, el mayor peligro proviene del repentino escape masivo de líquidos volátiles o gases, que producen una gran nube de vapor inflamable y posiblemente explosivo si la nube se llega a inflamar, los efectos de la combustión dependerán de múltiples factores, entre ellos la velocidad del viento y la medida en que la nube estaba diluida con aire. Esos riesgos pueden causar un gran número de víctimas y daños al lugar donde se producen y más allá de sus fronteras. Sin embargo, incluso en accidentes graves los efectos se suelen limitar a unos pocos cientos de metros al punto donde se producen.

La fuga repentina de grandes cantidades de materiales tóxicos puede causar muertes y lesiones graves a una distancia mucho mayor. En teoría, esa fuga podría, en ciertas circunstancias climáticas, producir concentraciones letales a varios kilómetros del punto de fuga, pero el número efectivo de víctimas dependerá de la densidad demográfica en el camino que sigue la nube y la eficacia de las medidas de emergencia que se tomen, que podría incluir la evacuación.

Algunas instalaciones o grupos de instalaciones plantean ambos tipos de amenaza. Además las ondas de expansión y los proyectiles de una explosión pueden afectar a la integridad de otras plantas que contengan materiales inflamables y tóxicos, causando de ese modo una intensificación del desastre que a veces se designa con la expresión de "efecto dominó".

### 5.8.3 LAS NORMAS Y LA SEGURIDAD

Norma: es un documento oficial que especifica los requisitos mínimos de calidad que debe cumplir un producto.

La normatividad tiene por objeto que los equipos e instalaciones sean más confiables, o lo que es lo mismo, más seguras y de acuerdo a los cambios sociales, que aseguren, la salud de los trabajadores, de la comunidad y que no afecten al medio ambiente.

La normatividad permite unificar criterios, compartir experiencias y establecer bases comunes para el juicio de la aplicación de la ingeniería, por lo tanto, el ingeniero, en cualquiera de sus especialidades, debe conocerla completa y profundamente.

De esta manera las especificaciones, características de construcción y uso de equipo en cualquier proceso estará regido por cierta normatividad especificada para cada caso.

Las normas en materia de gas LP, se encuentran localizadas en la Dirección General de Normas, bajo la siguiente identificación :

NOM-004	SCFI	1993
No. Consecutivo	Dependencia	Año de emisión

Las normas oficiales mexicanas en materia de gas LP son emitidas por la secretaria de Energía y publicadas en el Diario Oficial de la federación, las normas oficiales mexicanas pueden obsoletizarse, por lo que deben ser revisadas y en su caso reformadas de acuerdo a las necesidades y avances tecnológicos que se produzcan.

Cabe mencionar que detrás de la normatividad hay un reglamento para el caso específico de gas LP reglamento es el Reglamento de Distribución de Gas Licuado de Petróleo el cual se encontrara en el Anexo 1

Haremos una breve mención de la principal normatividad empleada en el área de las plantas de proceso, que es de la cual provenimos, dejando en claro que es una mera mención que en ningún momento pretende ser completa y mucho menos limitativa.

Para el diseño y construcción de recipientes sujetos a presión, en México la base es la NOM-122-STPS-1996 que da lugar a que se emplee el Código ASME, Sección VIII División 1. Sin embargo ante la globalización y el hecho de que los licenciatarios de los procesos presentan una amplia variedad de nacionalidades, es necesario conocer el Código ASME, Sección VIII División 2, Códigos DIN, JS, BS, Holandés, Italiano, Sueco, etc, y las equivalencias entre ellos en cuanto al diseño, construcción, pruebas, etc.

El almacenamiento de gas a presión no sólo reduce su volumen sino que, en muchos casos, lo licua a la temperatura ambiente. Algunos de los gases que se encuentran en esta categoría son el dióxido de carbono, varios gases del petróleo, el cloro, el amoníaco, el dióxido de azufre y algunos tipos de freón . Los tanques de presión se instalan con frecuencia subterráneos.

El gas licuado del petróleo (gas LP) es el tema de la A.P.I standard 2510, Diseño y Construcción de Instalaciones de Gas Licuado del Petróleo en Terminales Marinas y de Oleoductos, Plantas de Gasolina Natural, Refinerías y Tanques de Patio.

La norma A.P.I proporciona una información considerable sobre la construcción y las características de seguridad de esas instalaciones. También recomienda distancias mínimas de líneas. El usuario puede desear obtener seguridad adicional mediante el incremento de esas distancias.

Los materiales para recipientes de gas licuado deben ser apropiados para las temperaturas y no quebradizos. Se pueden utilizar algunos aceros al carbono hasta temperaturas de -75°F y aceros de bajas aleaciones hasta 150°F y, a veces, 200°F. Por debajo de esas temperaturas los principales materiales que se usan son los aceros inoxidables austeníticos y el aluminio.

En el caso de las tuberías, no existe una Norma Oficial Mexicana para el diseño por lo que fundamentalmente se usan tres normas que son, ANSI B-31, ANSI B-31.8 y el código ASME, sección VIII división 1, aun cuando existen tuberías para usos muy especiales que requieren otras normas, como son las de perforación, las de aceros centrifugados, etc.

En la tabla 5.1. se dan a conocer algunas normas ANSI para tuberías.

Las plantas de proceso no solo requieren de tuberías en recipientes, por lo que nos vemos obligados de hablar de cambiadores de calor y el código TEMA las bombas centrifugas y la norma API 610, los códigos de construcciones locales, las instalaciones eléctricas y la NOM-001-SEMO-1994, el código NEMA y el NEC. En El caso de los calentadores a fuego directo se emplea la norma API 500 y para la soldadura el código ASME, sección IX.

La tecnología de materiales involucra las normas NOM, ASTM, BS, DIN, JS, etc.

En relación a la protección contra incendio, es necesario conocer las normas NFPA para diseño y construcción y además las pruebas y resultados realizados por los laboratorios certificadores para determinar, no sólo su calidad, sino también su comportamiento y máximos resultados que se pueden esperar.

Tabla 5.1 Normas ANSI para tuberías

Designación y número de estándar	Alcance y aplicación	Observaciones
Tubería de potencia N. 31.1.0	Para todas las tuberías en centrales generadoras de vapor.	Último número 1967
Tubería para gases combustibles-B31.2	Para gases combustibles de centrales generadoras de vapor y edificios industriales.	Último número de 1968
Tuberías de refinerías petroleras-B31.3	Para todos los fluidos de las refinerías petroleras y las plantas petroquímicas.	Último número: 1966, por el caso 49 del Código para uso en plantas de procesos químicos.
Tuberías de transporte de aceites-B31.4	Para productos líquidos crudos o refinados en líneas de tuberías por todo terreno.	Último número: 1971
Tuberías de refrigeración-B31.5	Para tuberías de refrigeración en unidades embaladas y edificios comerciales y públicos.	Último número: 1966, se usa en las refinerías petroleras con requisitos adicionales de pruebas de impacto.
Tuberías de plantas químicas-B31.6	Para todos los fluidos en plantas químicas	Fecha probable de publicación: 1974
Tuberías para energía nuclear-B31.7	Para fluidos cuyas pérdidas en e sistema podrían causar riesgos de radiaciones para el personal de la planta o el público en general.	Publicado en 1969: combina un diseño más detallados de inspección.
Sistemas de distribución y transmisión de gases-B31.8	Para gases en líneas de tuberías por todo el terreno así como también para líneas de distribución de las ciudades.	Último número: 1968

Fuente: Perry "Biblioteca del Ingeniero Químico" 1986

Algunas de las normas que se aplican para plantas de distribución y almacenamiento son:

- NOM-011-SEDG-1999 Recipientes para contener gas LP no expuestos a calentamiento por medios artificiales. Fabricación.
- NOM-001-SEDG-1996 Plantas de almacenamiento para gas LP Diseño y construcción.
- NOM- 002-SEDG-1999 Bodegas de distribución de gas LP en recipientes portátiles. Diseño construcción y operación.

## **5.9. MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA EL GAS LP.**

Como lo mencionamos anteriormente la seguridad en la transportación, almacenamiento, y distribución del gas LP, es de suma importancia por tratarse de un combustible que es inflamable, y que además su uso más común es el doméstico e industrial.

Entre los puntos que debe abarcar esta seguridad se encuentran: protección contra incendios, carga y descarga, protección al equipo eléctrico, mantenimiento, suministro de agua, puesta en servicio y cierre definitivo, la seguridad con accesorios, etc.

### **5.9.1. SEGURIDAD CON ACCESORIOS Y SEPARACIONES.**

Los depósitos, vaporizadores y bombas deben estar instalados dentro de una valla de seguridad. Esa valla debe ser de 1.8m de alto por lo menos y estar colocada a una distancia no inferior a 1.5m de cualquier depósito o vaporizador.

La valla de seguridad debe ser de un material que no se oponga sustancialmente a la ventilación natural de la instalación.

Los depósitos a los que el público puede tener un acceso no controlado, como los que proveen de suministro a bloques de viviendas o los modernos recintos industriales de disposición individual, deben disponer de una valla de seguridad. Para los depósitos con una capacidad de hasta 9 000 litros situados en este tipo de instalación, la valla debe estar situada por lo menos a 3m del depósito. Para los depósitos con una capacidad comprendida entre los 2 500 litros y 9 000 litros se deben tomar disposiciones destinadas a controlar la acumulación de materiales combustibles y el emplazamiento de las fuentes de ignición de la parte restante de la zona que está situada en el interior de la distancia de separación y fuera de la valla de seguridad.

### **5.9.2. PROTECCIÓN CONTRA LOS DANOS PRODUCIDOS POR EL TRANSITO.**

Debe evitarse el emplazamiento de los depósitos y sus conexiones, por ejemplo las tuberías, en zonas utilizadas para el tráfico motorizado.

Los depósitos subterráneos deben estar protegidos contra los efectos de la carga a que el tráfico somete al suelo delimitando con barreras la zona situada encima de los depósitos o dotando a éstas de cubiertas

Que soporten la carga.

Las tuberías subterráneas deben estar protegidas de manera análoga, si fuera necesario.

Los vehículos de motor de gasolina y otros vehículos sometidos al control del ocupante del emplazamiento deben apartarse por lo menos a 6m de distancia, si esta es menor, de los depósitos de gas LP. Los vehículos de motor diesel sometidos al control del ocupante pueden apartarse hasta a una distancia de hasta 3m de los depósitos, con la condición de que no obstaculicen la ventilación.

### **5.9.3. MARCADO E IDENTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN Y DE SU CONTENIDO.**

El objetivo de cualquier marcado e identificación es el siguiente:

A) Señalar el carácter de riesgo de accidente del contenido.

B) Evitar la confusión, durante el funcionamiento normal o en casos de emergencia, que podría dar origen a medidas incorrectas capaces de causar un incidente o de agravarlo.

Todas las marcas e identificaciones deben ser claras y duraderas. La información debe figurar en placas o rótulos, etc., fijados con firmeza a la parte con la que están relacionados o marcados directamente sobre ella. Las etiquetas de papel no son satisfactorias.

El estampado directo de datos sobre cualquier parte sólo se debe realizar si no menoscaba su integridad y si puede aguantar el desgaste y posiblemente una capa de pintura por encima sin dejar de ser legible.

El depósito o recipiente debe estar claramente marcado con las palabras "gas licuado de petróleo" o el nombre del material almacenado, cuando pueda haber confusión. Conviene añadir también las palabras "altamente inflamable" o un signo gráfico que se ajuste al reglamento de señales de seguridad.

Las tuberías deben estar marcadas o pintadas según el código de colores, o ambas cosas, para indicar el contenido que transportan, y si el contenido es líquido o vapor.

### **5.9.4 CLASIFICACIÓN DE ZONA CON RIESGO DE ACCIDENTE RESPECTO DEL EQUIPO ELÉCTRICO.**

El equipo eléctrico debe instalarse exclusivamente en una zona segura alejada de los depósitos y el equipo de gas LP.

Si hace falta instalar un equipo eléctrico cerca de depósitos de gas LP, ese equipo debe atenerse a las normas y distancias de separación indicadas en el cuadro 5.1. Normalmente los depósitos de gas LP no necesitan una protección contra rayos.

### **5.9.5. PRECAUCIONES CONTRA INCENDIOS.**

Consideraciones generales.

La posibilidad de que se produzca un incendio grave se puede reducir al mínimo por medio de un diseño y una disposición adecuados de la planta, ingeniería correcta, buenas prácticas de funcionamiento e instrucción y capacitación adecuadas del personal en actividades y medidas de rutina que se han de aplicar en casos de emergencia. Un diseño y una disposición correctos de la planta deben incluir la Consideración de los suministros de agua, el equipo de protección contra incendios, la lucha contra incendios, los medios de acceso a los aparatos y dispositivos para garantizar que se dé rápidamente la alarma a los bomberos de producirse un incendio. La autoridad local encargada de los bomberos puede adoptar disposiciones con equipos antiincendios de las fabricas para proporcionar asistencia, pero el cuerpo de bomberos local debe asumir el control de las operaciones al lugar del incendio. Se debe llamar a los bomberos cada vez que se produzca un incendio que pueda amenazar el almacenamiento de gas LP.

### **5.9.6. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.**

Los recipientes utilizados para almacenar gas LP. amenazados por un incendio deben mantenerse suficientemente fríos para impedir la rotura del depósito. Esta protección se puede conseguir descargando agua sobre los depósitos con un ritmo que permita mantener una capa suficiente de agua sobre la superficie de los recipientes o depósitos y los soportes.

Los depósitos se pueden también proteger contra el calor radiante enterrándolos en el suelo, atrincherándolos o por otros métodos como la aplicación de revestimientos aislantes, que proporcionan un nivel equivalente de protección al de los sistemas adecuados de inundación de agua (es decir, lanzas hidráulicas o aspersores fijos).

### **5.9.7. SUMINISTRO DE AGUA.**

En todas las instalaciones debe haber un abastecimiento suficiente de agua que se utilizará para la protección contra incendios en caso de emergencia. Para proporcionar una protección adecuada a un depósito amenazado por un incendio, el ritmo de entrada debe ser de 9.8 litros/m<sup>2</sup> /min sobre toda la superficie del depósito durante por lo menos sesenta minutos.

Debe disponerse de un drenaje adecuado para eliminar el agua utilizada en la protección contra incendios. Cuando sea necesario, se deben fijar interceptares de cierre hidráulico para impedir que el gas LP penetre en los colectores y alcantarillas de aguas pluviales.

### **5.9.8. EQUIPO DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.**

La dotación de una protección contra incendios en instalaciones fijas depende de varias consideraciones, entre las que cabe mencionar la capacidad máxima de almacenamiento de la instalación, las dimensiones de los distintos depósitos o

recipientes, el número de extracciones de las cisternas y si existe un gran riesgo de incendio en el lugar que pueda afectar a los depósitos o recipientes, por ejemplo en las plantas de llenado de bombonas de gas LP.

Las instalaciones domésticas y otras instalaciones comerciales o industriales pequeñas con depósitos de una capacidad no superior a los 2 500 litros deben estar dotadas de un abastecimiento de agua suficiente para uso de los bomberos.

### **5.9.9. EQUIPO PORTÁTIL DE LUCHA CONTRA INCENDIOS.**

En los locales se debe disponer de un equipo portátil de lucha contra incendios suficiente y adecuado. Este equipo debe elegirse y emplazarse de manera que los incendios adyacentes a los depósitos se puedan extinguir y para impedir que el fuego se disperse o ponga en peligro la instalación de gas LP. El equipo utilizado puede estar constituido por extintores de incendios o carretes de mangueras ni extintores, debido a la falta de personal capacitado para utilizarlos.

Normalmente resultarán adecuados extintores de polvo. No es preciso prever extintores de polvo en las instalaciones domésticas y en pequeñas instalaciones comerciales donde es poco probable que alguien haya sido capacitado para luchar contra incendios de gas LP.

### **5.9.10. ACCESO.**

Se debe prever el acceso a y en torno a la instalación para luchar contra los incendios, acceso que debe estar despejando en todo momento.

Instrucción y capacitación para luchar contra los incendios.

Las personas que frecuentan los locales donde se almacena gas LP, deben recibir instrucciones adecuadas y la capacitación apropiada a fin de entender las precauciones y las medidas de lucha que se han de tomar en caso de producirse un incendio o un escape de gas LP. Deben recibir instrucción y capacitación adecuadas a sus responsabilidades para los casos de emergencia. Es necesario que las personas adiestradas para luchar contra incendios de gas LP, sepan que éstos no se deben normalmente extinguir a menos que se pueda aislar la fuente de gas LP. En los locales comerciales e industriales se deben colocar anuncios visibles en los que se indiquen los procedimientos de emergencia cerca de la zona de almacenamiento de gas LP. En las instalaciones domésticas se deben facilitar instrucciones completas a los usuarios, incluidas las medidas que se han de adoptar en caso de emergencia.

Cuadro 5.1 clasificación de zonas.

FACTOR		CLASIFICACION DE LA ZONA
Depósito de almacenamiento	a) Dentro de un límite de 1.5 m en todas las direcciones desde el orificio de descarga de los indicadores fijos del nivel del líquido, indicadores de inmersión o giratorios, aperturas para llenar.	Zona 1
	b) Hasta 1.5 m por encima del nivel del suelo y dentro de los límites de las distancias establecidas para una fuente de ignición en la columna a del cuadro 2.	Zona 2
Descarga de la válvula de seguridad	a) Sin una vía directa de descarga.	No se debe instalar ningún equipo eléctrico fijo.
	b) A una distancia de 1.5 m en todas las demás direcciones desde el punto de descarga.	Zona 1
	c) A más de 1.5 m pero dentro de un límite de 4.5 m o la distancia de la separación indicada en la columna a del recuadro 2 de tratarse de recipientes con una capacidad que no exceda de 2 500 litros, en todas las direcciones desde el punto de descarga.	Zona 2
Carga y descarga de la cisterna	a) Dentro de un límite de 1.5 m en todas las direcciones desde un punto donde las conexiones se hagan con regularidad o estén desconectadas de la transferencia de un producto.	Zona 1
	b) A más distancia de 1.5 m, pero dentro de un límite de 4.5 m o a la distancia de separación indicadas en la columna a del cuadro 2 en el caso de depósitos con una capacidad que no exceda de 2 500 litros, desde el punto de conexión o desconexión.	Zona 2
Bombas, compresores y vaporizadores distintos de los de activado directo		
a) Fuera del aire libre, el nivel o por encima del nivel del suelo.		
	a) Dentro de un límite de 1.5 m en todas las direcciones	Zona 1
	b) A más de 1.5 m pero dentro de un límite de 4.5 m en todas las direcciones o a la distancia de separación indicada en la columna a del cuadro 2 en el caso de depósitos con una capacidad que no exceda de 2 500 litros.	Zona 2

Nota: Cuando existe una norma elevada de mantenimiento de las bombas y de los obturadores de las bombas en la zona situada dentro de 1.5 m en todas las direcciones desde la bomba, se puede clasificar como zona 2.

El entubamiento interior con una ventura adecuada.  
 Soso o recinto y cualquier recinto adyacente no separado por un toldo hermético.  
 Zona 1

- Notas
1. Cuando una zona se clasifica con respecto a más de un factor, debe prevalecer la clasificación más alta.
  2. Cualquier pozo, soso o depresión situado dentro de una zona 1 o de una Zona 2 debe ser considerado como una Zona 1a todos los efectos.

La expresión «al exterior, al aire libre» incluye las bombas, los compresores y los vaporizadores que están protegidos por un toldo.

Fuente: OIT "control de riesgos de accidentes mayores". 1990

## 5.9.11. INSTALACIONES DE CARGA Y DESCARGA

### Consideraciones generales

Se deben impartir instrucciones por escrito en las que se definan claramente las responsabilidades de todo el personal que participa en las actividades de carga y descarga.

Los niveles de dotación de personal para las operaciones de transferencia de LPG estarán determinados por el tamaño y la complejidad de cada instalación. Un responsable de la instalación debe verificar que la cantidad y el tipo de gas LP que están transfiriendo sean adecuados para el depósito receptor. Conviene verificar los depósitos para comprobar el nivel al que están llenos antes de proceder a su carga, y también durante la carga, sirviéndose de medidores de contenido, cuando proceda se debe utilizar un dispositivo de nivel máximo para asegurarse de que no se producirá un llenado excesivo.

El llenado excesivo puede tener consecuencias extremadamente graves, y se debe proceder a eliminar en forma inmediata y segura cualquier exceso de las cisternas o depósitos.

El punto de transferencia, donde se efectúan las conexiones y desconexiones, debe estar emplazado en un lugar bien ventilado.

Las mangueras flexibles utilizadas para trasvasar el gas LP de los camiones y vagones cisternas a depósitos fijos deben:

- Estar diseñadas y construidas de acuerdo con una norma apropiada.
- Tener un medio de identificación.
- Ser examinadas cada vez que se vayan a utilizar para detectar eventuales torceduras y desgastes. Los accesorios de la manguera se deben examinar de manera análoga.
- Ser sometidas a una prueba hidráulica cada año.
- Ser verificadas con periodicidad para comprobar su continuidad eléctrica.
- Ser conservadas de manera que la manguera no sufra daños físicos o se vea negativamente afectada por el tiempo cuando no se utiliza o cuando se esta transportando.
- Contar con medios de protección de los accesorios de sus extremos contra los daños o la entrada de material extraño.
- Cuando sea oportuno, han de estar protegidas contra los daños externos por un dispositivo de preenroscado u otro análogo.
- Ser sustituidas o reparadas cuando sufren daños o desgastes.

Las mangueras as de carga o mangueras flexibles en que el líquido pueda quedar atrapado entre válvulas de cierre deben estar protegidas contra una presión excesiva causada por la expansión térmica del contenido, por ejemplo con válvulas hidrostáticas de seguridad o por medio de su diseño.

### **5.9.12.CARGA Y DESCARGA DE LOS CAMIONES CISTERNAS.**

Para reducir al mínimo el riesgo de un movimiento accidental, la Cisterna debe situarse en un emplazamiento esencialmente nivelado durante la carga o la descarga. Las ruedas de los vehículos deben quedar calzadas o se debe utilizar cualquier otro medio para impedir el movimiento del vehículo antes de la carga y descarga. Las calzas deben retirarse sólo cuando haya quedado terminado el trasvase.

La operación de carga y descarga solo se debe realizar cuando puede hacerse con seguridad y, siempre que sea posible, se debe separar del movimiento restante del tráfico. Se debe estudiar la posibilidad de establecer un dispositivo de protección de la vía de acceso en todas las instalaciones con depósitos de una capacidad de 9 000 litros o superior.

Las mangueras no deben atravesar una vía pública ni la calzada durante la descarga a menos que no haya otro medio y siempre que la seguridad del público no se ponga en peligro. En esos casos, antes y durante la descarga se deben colocar avisos como:

- a. se está efectuando un trasvase de gas licuado de petróleo.
- b. se prohíbe fumar o llevar algo encendido u otras palabras que tengan el mismo sentido.

Cualquier electricidad estática acumulada en un camión cisterna debe descargarse a tierra. La cisterna del camión debe estar eléctricamente unida a la instalación fija, antes de que se realice ninguna operación de trasvase de LPG.

### **5.9.13.VAGONES CISTERNA DE CARGA Y DESCARGA.**

La operación de carga y descarga de los vagones cisternas debe separarse de cualquier otro tráfico ferroviario por ejemplo efectuándose en una vía muerta. el punto de trasvase debe estar emplazado en un lugar bien ventilado situado por lo menos a 15 m de los edificios, límites, fuentes de ignición y cualquier depósito de almacenamiento que forme parte de la instalación fija.

Para reducir al mínimo el peligro, la vía debe estar nivelada, los vagones cisternas que contengan gas LP no deben cambiar de vía sin control. Se deben prever barreras físicas cuando exista la posibilidad de que un vagón cisterna pueda ser dañado por vehículos motorizados.

Se debe prever una Cisterna de trabajo para asegurarse de que los vagones cisternas no se desplazan sin el conocimiento y la aprobación del personal de la planta encargado de las operaciones de trasvase del gas LP.

El suelo debajo del vagón cisterna debe estar drenado, curvado o inclinado hacia un lado para impedir cualquier derrame del líquido que quede bajo el vehículo o que salga y se acumule bajo cualquier depósito o tubería en la instalación fija o en otro vehículo ferroviario.

Se deben procurar evitar el llenado excesivo. Para ello, quizás sea necesario limitar el número de vagones Cisternas que controla un solo operador y controlar la salida.

#### **5.9.14. PUESTA EN SERVICIO Y CIERRE DEFINITIVO**

La puesta en servicio y el cierre definitivo de los depósitos de gas LP los deben realizar personas conocedoras de los procedimientos y conscientes de los peligros que el gas LP representa.

##### Puesta en servicio

Antes de llenarlo de gas LP, el depósito y sus accesorios deben ponerse a prueba para verificar que no tienen escapes y que son aptos para el uso. Un método de verificar si existen escapes consiste en presurizar el depósito con aire o gas inerte y verificar si existe alguna reducción de la presión.

Antes de la entrada en servicio, los depósitos y su equipó auxiliar deben limpiarse hasta que el contenido de oxígeno se reduzca a un nivel que no mantenga la combustión.

##### Cierre definitivo

Toda instalación que se vaya a cerrar debe aislarse de cualquier proceso, planta o depósito que contenga gas LP .

Antes de abrirlo un depósito de gas LP debe:

- a. Vacíarse de gas LP líquido en la medida de lo posible mediante el uso normal o el trasvase a otro depósito adecuado, la quema por calentamiento o la ventilación.
- b. Purgarse con un gas inerte hasta que contenga menos del 4% de gas LP y se mantenga a, o cerca de esa concentración de gas LP, es decir, hasta que no queden restos pesados que sigan desprendiendo vapores inflamables.
- c. Purgarse por desplazamiento con agua o por otro método apropiado. Se debe procurar que no queden restos pesados que puedan provocar la formación de una atmósfera inflamable cuando se introduce el aire en el depósito.

### **5.9.15. MANTENIMIENTO Y EXAMEN.**

Se debe preparar un plan de mantenimiento que incluya depósitos e instrumentos de protección, cuya forma y detalles deben reflejar las necesidades de la instalación de que se trate. Para instalaciones sencillas puede resultar adecuados los manuales sobre prestación de servicios y mantenimiento.

Se deben llevar registros apropiados con el fin de que se puedan comprobar de manera adecuada los planes de mantenimiento.

Una persona competente debe preparar o aprobar un plan para el examen de la instalación y repararlo después de cada examen. Los depósitos se deben examinar en intervalos previstos por una persona competente.

Las tuberías subterráneas que transportan líquido deben examinarse para detectar cualquier corrosión y someterse a pruebas para determinar su integridad permanente, por lo menos una vez cada diez años.

El informe sobre el examen debe especificar los datos siguientes:

- a) La presión máxima de funcionamiento seguro;
- b) La presión mínima de funcionamiento seguro;
- c) La temperatura mínima de funcionamiento seguro;
- d) La carga máxima que sea permisible (sobre los soportes);
- e) La fecha de examen siguiente

Cualquier reparación o modificación realizada debe garantizar un nivel que sea por lo menos igual al de la especificación original del diseño y de la construcción.

### **5.10. PLANEACIÓN DE LA SEGURIDAD.**

Para sentar las bases de una verdadera planeación de la seguridad se deben tomar en cuenta algunos factores indispensables.

- Estadísticas.- ¿cómo estamos, cuáles son nuestros problemas?
- Objetivo.- ¿cómo queremos estar, cuales son nuestras metas, en cuánto vamos a disminuir los accidentes?
- Programa.- ¿cuándo queremos lograrlo, en qué fechas se ejecutarán, que actividades y cuánto dura el programa?
- Actividades.- ¿cómo vamos a hacerlo, por qué vamos a hacerlo y cuantas actividades se necesitan para lograr el objetivo?
- Presupuesto.- ¿cuánto nos va a costar, cuál es nuestro costo actual, cómo se ejecuta la inversión?
- Política.- ¿qué quiere la Dirección General?

### **5.10.1. ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD.**

- Esta organización se debe de dar para abordar la siguiente:
- Quien va a efectuar actividades de seguridad
- Que actividades efectúa cada persona
- Cuáles son las responsabilidades de cada quien
- Cómo lo sabrán ellos

### **5.10.2. DIRECCIÓN DE LA SEGURIDAD**

La dirección de la seguridad es para mantener el interés durante el programa.

### **5.10.3. CONTROL DE LA SEGURIDAD**

Este nos permitirá: - Identificación de accidentes: ¿quién, porqué, dónde, en que actividad? - Estándares.- ¿cuántas y cuando se efectuarán? - Medición.- Se efectúan en cantidad y cavidad fijadas. - Evaluación.- Que correspondan a los resultados de lo planteado. - Corrección.- Si hay desviaciones imprevistas se reintentan.

Todo accidente tiene una o varias causas, si eliminamos las causas, eliminamos los accidentes, si eliminamos los daños o lesiones. El accidente interfiere a la producción, daña la calidad y aumenta el costo.

### **5.10.4. ÉL A B C DE LA SEGURIDAD**

"A" saber/conocer

Condiciones o practicas inseguras.- y esto se logra a base de sentido común, conocimiento, facilidades. Experiencias y actitud.

"B" Encontrar

Operaciones, condiciones, herramientas, equipo de protección y combate de incendios, equipo de protección personal, maquinaria, equipos, etc.

Las inspecciones son una seguridad preventiva Las investigaciones son una seguridad curativa Las estadísticas son una seguridad dirigida.

"C" Corregir

Prácticas.- Actuando, reportando, corrigiendo.

Condiciones.- 1 actuando, 2 ordenando, 3 reportando, 4 órdenes,

Un ejemplo de la planeación de la seguridad son los planes de seguridad que se llevan a cabo en PEMEX gas y petroquímica básica en las terminales de distribución el que se muestra en la tabla 5.2.

Tabla 5 2. Medidas de seguridad en los procesos en las terminales de distribución de gas licuado.

<b>T E C N O L O G Í C O S</b>	- Tecnología del proceso	<b>P E R S O N A L</b>	- Entrenamiento	<b>I N S T A L A C I O N E S</b>	- Calidad
	- Análisis de riesgos de los procesos		- Contratistas y transportistas		- seguridad en prearranques
	- Procedimientos operacionales		- Investigación de incidentes		- integridad mecánica
	- Cambios tecnológicos		- Cambio de personal		- modificaciones
			- Planes de emergencia		
	- Auditorias				

Este plan tiene por objetivo una mayor seguridad ya que PEMEX tiene la visión de ser una empresa reconocida por su compromiso y cultura organizacional de seguridad industrial y protección al medio ambiente, comparables con las mejores prácticas internacionales.

Y la misión de aplicar la normatividad y procedimientos establecidos para planear, organizar, dirigir y controlar el recibo, almacenamiento, distribución y facturación del gas LP con seguridad y eficiencia al menor costo, de acuerdo con las políticas establecidas por la dirección.

El plan de seguridad se propuso ya que la subdirección de gas licuado y petroquímica básica se a propuesto mantener como ya se había mencionado un alto estándar de seguridad en sus instalaciones y para esto hay que aplicar las normas de seguridad a procesos y materiales peligrosos de manera que los riesgos del proceso estén identificados, controlados, y mantenidos de una manera que se eviten lesiones e incidentes al personal y medio ambiente relacionados con el proceso.

Este plan de seguridad de los procesos, es aplicable a todas las terminales de distribución de gas licuado.

Con el ejemplo anterior se ve que la frase tan gastada y pronunciada de " todos somos responsables de la seguridad", es una idea mitad verdad, mitad mentira ya que sin el interés y el apoyo de los niveles administrativos y gerenciales el supervisor no encontrara ni entregará las causas de accidentes en la intensidad que debe hacerlo

Todo supervisor de línea, jefe de departamento gerente o director es responsable de que no ocurran accidentes que lesionen a las personas o dañen al equipo o propiedades que están bajo su jurisdicción, y el verdadero responsable de la seguridad es el director o gerente general.

# *CONCLUSIONES*

Con la realización del presente trabajo se puede concluir lo siguiente :

- El gas LP es un combustible cuyo uso ha ido en aumento sobre todo para su uso doméstico a pesar de que está tomando auge el gas natural en este aspecto.
- Aunque no son muy frecuentes los accidentes que ocurren con el gas LP pueden ser devastadores como fue el caso de el accidente en la planta "Regio Gas" y el ocurrido en un asentamiento irregular de Cd Netzahualcoyotl.
- Hay diversos tipos de plantas de gas LP, en el presente trabajo se enfocó nuestra atención en la seguridad en una planta de almacenamiento y distribución debido a que esta es la que se encarga de brindar servicios a los consumidores finales.
- La importancia de la normatividad y el reglamento de distribución del gas LP nos dan la base para la seguridad ya que mediante las normas se hacen las instalaciones más seguras y para que existan estas debe haber antes un reglamento.
- Al acudir a una planta de almacenamiento y distribución de gas LP ubicada en los Reyes la Paz Edo de Méx. Se pudo observar que las normas no se cumplen y las instalaciones se hacen inseguras por esta razón.
- Se recomendaría que las autoridades correspondientes hicieran mayores revisiones y se diera un mayor mantenimiento a las instalaciones de la planta con lo cual se evitarían accidentes y por lo tanto pérdidas tanto económicas como humanas.

***ANEXOS***

## **CUARTA SECCION**

---

### **SECRETARIA DE ENERGIA**

#### **REGLAMENTO de Gas Licuado de Petróleo.**

---

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.-  
Presidencia de la República.

**ERNESTO ZEDILLO PONCE DE LEÓN**, Presidente de los Estados Unidos Mexicanos, en ejercicio de la facultad que me confiere el artículo 89, fracción I, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y con fundamento en los artículos 1o. a 4o., 9o. y 13 a 16 de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo; 2o., 3o., 8o., 9o., 10 y 11 de la Ley de la Comisión Reguladora de Energía y 33 y 34 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, he tenido a bien expedir el siguiente

#### **REGLAMENTO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO**

##### **CAPÍTULO I.**

##### **DISPOSICIONES GENERALES**

##### **Artículo 1. Objeto y Ámbito de Aplicación.**

Este ordenamiento tiene por objeto regular las ventas de primera mano y los servicios de transporte, almacenamiento y distribución de Gas Licuado de Petróleo.

Las ventas de primera mano y el transporte, almacenamiento y distribución de Gas L.P., son actividades de exclusiva jurisdicción federal, de conformidad con el artículo noveno de la Ley. En consecuencia, únicamente el Gobierno Federal puede dictar las disposiciones técnicas, reglamentarias, de seguridad y de regulación que las rijan.

##### **Artículo 2. Definiciones.**

Para los efectos de este Reglamento, se entenderá por:

- I. **Adquirente:** La persona que adquiere o solicita adquirir Gas L.P., de primera mano o que recibe o solicita recibir un servicio de Transporte, Almacenamiento o Distribución de Gas L.P.;
- II. **Almacenamiento:** La actividad de recibir y conservar Gas L.P., mediante una Planta de Almacenamiento para Depósito o Planta de Suministro;
- III. **Almacenista:** El titular de un permiso de Almacenamiento;
- IV. **Auto-tanque:** Vehículo que en su chasis tiene instalado en forma permanente uno o más recipientes con una capacidad máxima total de 25,000 litros, para contener Gas L.P., que suministra ese combustible a recipientes no portátiles en Instalaciones de Aprovechamiento y a Estaciones de Gas L.P., para Carburación a través del sistema de trasiego;
- V. **Bodega de Distribución:** Establecimiento destinado a la Distribución de Gas L.P., exclusivamente en Recipientes Portátiles, para su envío a Usuarios Finales o en su caso, para su venta directa a Usuarios Finales;

- VI. **Buque-tanque:** Embarcación con uno o varios tanques de almacenamiento fijos, que se utilice para el transporte marítimo de Gas L.P.;
- VII. **Carro-tanque:** Carro de ferrocarril con uno o varios tanques de almacenamiento fijos, que se utilice para el transporte terrestre por vía férrea de Gas L.P.;
- VIII. **Centro Procesador:** Instalación en la que se elabora Gas L.P.;
- IX. **Comisión:** La Comisión Reguladora de Energía;
- X. **Directiva:** Disposiciones administrativas de carácter general expedidas por la Comisión, tales como criterios, lineamientos y metodologías, a que deben sujetarse las ventas de primera mano y las actividades de Transporte por medio de Ductos, Distribución por Ductos y Transporte por Ductos para autoconsumo;
- XI. **Distribución:** La actividad de recibir, conducir, almacenar y entregar Gas L.P., a Usuarios Finales;
- XII. **Distribuidor:** El titular de un permiso de Distribución;
- XIII. **Ductos:** Las tuberías e instalaciones para la conducción de Gas L.P.;
- XIV. **Equipos de Aprovechamiento de Gas L.P., en vehículos automotores de combustión interna:** Los sistemas que constan de recipientes para almacenamiento, tuberías y dispositivos de seguridad para uso de Gas L.P., como combustible en motores de combustión interna;
- XV. **Estación de Gas L.P., para Carburación:** Los sistemas de almacenamiento en recipientes portátiles destinados exclusivamente a suministrar Gas L.P., para su uso en motores de combustión interna;
- XVI. **Expendio de Minitanques:** Establecimientos comerciales para vender Gas L.P., en Minitanques a Usuarios Finales;
- XVII. **Gas L.P., o Gas Licuado de Petróleo:** Combustible en cuya composición predominan los hidrocarburos butano, propano o sus mezclas;
- XVIII. **Instalaciones de Aprovechamiento:** El sistema formado por dispositivos para recibir y/o almacenar Gas L.P., regular su presión, conducirlo hasta los aparatos de consumo, dirigir y/o controlar su flujo, y en su caso, efectuar su vaporización artificial y medición, con el objeto de aprovecharlo en condiciones controladas. El sistema inicia en el punto de abasto y termina en los aparatos de consumo. Para efectos de lo anterior, por punto de abasto se entiende el punto de la Instalación de Aprovechamiento donde se recibe el Gas L.P., para su almacenamiento o la salida del medidor volumétrico que registra el consumo en las instalaciones abastecidas por Ducto;
- XIX. **Ley:** La Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo;
- XX. **Minitanque:** Recipiente Portátil para la Distribución con una capacidad de almacenamiento máxima de 15 kilogramos;
- XXI. **Permisionario:** El titular de un permiso de Almacenamiento, Transporte, Distribución, Almacenamiento mediante estaciones de Gas L.P., para carburación de autoconsumo o Transporte por Ductos para autoconsumo;

- XXII. Petróleos Mexicanos:** Petróleos Mexicanos y sus organismos subsidiarios, en los términos de su Ley Orgánica;
- XXIII. Planta de Almacenamiento para Depósito de Gas L.P.:** Depósito de un Almacenista que cuente con la infraestructura necesaria para prestar el servicio de Almacenamiento a terceros, misma que podrá incluir esferas y/o tanques de almacenamiento superficial, tanques de almacenamiento con sistema de protección termomecánica, cavernas subterráneas de almacenamiento y cualquier otro sistema de almacenamiento permitido expresamente por las Normas Oficiales Mexicanas aplicables;
- XXIV. Planta de Almacenamiento para Distribución:** Sistema fijo y permanente de un Distribuidor mediante Planta de Almacenamiento para almacenar Gas L.P., que mediante instalaciones apropiadas haga el trasiego de éste, para llenado de Recipientes Portátiles o para carga y descarga de Auto-tanques y Semirremolques o para ambos;
- XXV. Planta de Suministro:** Sistema fijo y permanente del titular de un permiso de Almacenamiento mediante Planta de Suministro, para recibir, almacenar y vender Gas L.P., al mayoreo;
- XXVI. Recipiente Portátil:** Envase metálico no expuesto a medios de calentamiento artificiales, que se utiliza para contener Gas L.P., y que por su peso y dimensiones, puede manejarse manualmente;
- XXVII. Red de Distribución:** Conjunto de equipos, reguladores y medidores para la Distribución de Gas L.P., por medio de Ductos, desde el sistema de almacenamiento del mismo hasta el medidor de los Usuarios Finales, siendo éste el punto de conexión o abasto del sistema del Distribuidor con las Instalaciones de Aprovechamiento;
- XXVIII. Secretaría:** La Secretaría de Energía;
- XXIX. Semirremolque:** Estructura móvil no autopropulsada que mantiene en forma fija y permanente un recipiente para Gas L.P., con capacidad mayor a 25,000 litros, utilizado para su transporte y que incluye los elementos necesarios para realizar maniobras de carga y descarga de ese combustible;
- XXX. Sistema de Ductos:** El conjunto de Ductos, compresores, reguladores, medidores y otras instalaciones y equipos para el Transporte por medio de Ductos o Transporte por Ducto para Autoconsumo;
- XXXI. Tanque Estacionario:** Recipiente fijo para contener Gas L.P., destinado al consumo en Instalaciones de Aprovechamiento y que cuenta con una válvula para nivel de máximo llenado;
- XXXII. Transporte:** La actividad de recibir, conducir y entregar Gas L.P., por medio de Auto-tanques, Semirremolques, Carro-tanque, Buque-tanque o Ductos;
- XXXIII. Transportista:** El titular de un permiso de Transporte;
- XXXIV. Usuario Final:** La persona que adquiere Gas L.P., para su propio consumo en Instalaciones de Aprovechamiento, en vehículos de combustión interna o en Estaciones de Gas L.P., para Carburación;
- XXXV. Vehículo de Reparto:** Vehículo utilizado para la distribución de Gas L.P., exclusivamente en Recipientes Portátiles, y

**XXXVI. Zona Geográfica:** El área delimitada para efectos de seguridad en la Distribución, misma que estará delimitada en términos de la división municipal del país y en el Distrito Federal.

### **Artículo 3. Aplicación e Interpretación.**

La aplicación e interpretación de este Reglamento para efectos administrativos, corresponde a la Secretaría conforme al artículo 16 de la Ley, salvo tratándose de ventas de primera mano, Transporte por medio de Ductos y Distribución de Gas L.P., por Ductos, que corresponde a la Comisión. Lo anterior, sin perjuicio de lo que le corresponde a la Procuraduría Federal del Consumidor en los términos de la Ley Federal de Protección al Consumidor.

### **Artículo 4. Comercio Exterior.**

La importación y exportación de Gas L.P., podrán ser efectuadas libremente en los términos de la Ley de Comercio Exterior.

Los importadores y exportadores deberán presentar a la Secretaría la información relativa a sus actividades de comercio exterior.

### **Artículo 5. Prácticas Monopólicas.**

A quienes presten los servicios de Transporte, Almacenamiento o Distribución, queda estrictamente prohibido, en todo caso, incurrir en la realización de cualesquiera de las prácticas monopólicas previstas en la Ley Federal de Competencia Económica.

Cualquier resolución firme de la Comisión Federal de Competencia que indique la violación de este precepto, será comunicada a la Secretaría o a la Comisión según corresponda para los efectos que procedan.

### **Artículo 6. Términos y Condiciones.**

Corresponde a la Secretaría y a la Comisión, en ámbito de sus atribuciones, aprobar los términos y condiciones para la prestación de los servicios de Transporte, Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.

Corresponde a la Comisión aprobar los términos y condiciones generales a que deberán sujetarse las ventas de primera mano del Gas L.P., salvo que existan condiciones de competencia efectiva en el mercado relevante a juicio de la Comisión Federal de Competencia. Si existiendo condiciones de competencia efectiva en el mercado relevante la Comisión Federal de Competencia determina que al realizar las ventas de primera mano del Gas L.P., se acude a prácticas anticompetitivas, la Comisión restablecerá en el mercado relevante los términos y condiciones a que dichas ventas deban sujetarse. La Comisión Federal de Competencia de oficio, o bien, a solicitud de la Secretaría, la Comisión, Petróleos Mexicanos o parte interesada, podrá declarar la existencia de condiciones de competencia efectiva en el mercado relevante.

### **Artículo 7. Precios y Tarifas Aplicables.**

Corresponde a la Secretaría, establecer la regulación de precios y tarifas aplicables al Transporte, Almacenamiento y Distribución de Gas L.P., en el ámbito

de sus atribuciones, cuando no existan condiciones de competencia efectiva, a juicio de la Comisión Federal de Competencia.

Corresponde a la Comisión expedir las metodologías para la determinación del precio de venta de primera mano y para el cálculo de las contraprestaciones por los servicios de Transporte por medio de Ductos y Distribución de Gas L.P., por Ductos, salvo que existan condiciones de competencia efectiva a juicio de la Comisión Federal de Competencia.

La Comisión Federal de Competencia, podrá declarar en todo momento la existencia de condiciones competitivas, ya sea de oficio o bien, a solicitud de la Secretaría, la Comisión, Petróleos Mexicanos o parte interesada.

### **Artículo 8. Información y Prospectiva.**

La Secretaría elaborará anualmente un documento de prospectiva sobre el comportamiento del mercado nacional de Gas L.P., Este documento deberá elaborarse con rigor metodológico a partir de la información más actualizada y confiable que deberán entregar Petróleos Mexicanos y los Permissionarios en los términos que determine la Secretaría, incluyendo la proveniente de la Procuraduría Federal del Consumidor. La prospectiva estará a disposición de todos los interesados.

La prospectiva deberá describir y analizar, para un periodo de diez años, las necesidades previsibles del país en materia de Gas L.P., y comprenderá:

- I. Una parte correspondiente a la evolución futura de la demanda de Gas L.P., donde se incluyan las proyecciones del consumo por regiones geográficas y a nivel total para el país;
- II. Una parte relativa a la capacidad de transporte, almacenamiento y distribución existente;
- III. Una parte concerniente a las necesidades de expansión, mantenimiento, modernización, sustitución o interconexión de capacidad;
- IV. Una parte en la que se comparen y comenten las opciones para emprender las diferentes acciones consideradas en la fracción anterior, y
- V. Una parte relativa a las acciones y programas que en materia de ahorro de energía y de su racional utilización, sean recomendadas por la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía.

## **CAPÍTULO II.**

### **VENTAS DE PRIMERA MANO**

#### **Artículo 9. Ventas de Primera Mano.**

Se considerará venta de primera mano la primera enajenación de Gas L.P., de origen nacional que realice Petróleos Mexicanos a un tercero para su entrega en territorio nacional. También se considerarán ventas de primera mano las que realice Petróleos Mexicanos a un tercero en territorio nacional con Gas L.P., importado, cuando éste haya sido mezclado con Gas L.P., de origen nacional.

La venta de primera mano comprenderá todos los actos y servicios necesarios para la contratación, enajenación y entrega del Gas L.P.

#### **Artículo 10. Lugar de las Ventas de Primera Mano.**

Las ventas de primera mano se realizarán a solicitud del Adquirente:

- I. En los Centros Procesadores de Petróleos Mexicanos, o
- II. En las Plantas de Suministro de Petróleos Mexicanos.

Petróleos Mexicanos garantizará y será responsable de la cantidad y la calidad del producto entregado en el punto de entrega correspondiente en los términos del contrato de venta de primera mano respectivo.

#### **Artículo 11. Regulación de Precios.**

Para los efectos de este Reglamento, el precio máximo del Gas L.P., objeto de las ventas de primera mano será fijado conforme a lo establecido en las directivas expedidas por la Comisión. La metodología para su cálculo deberá reflejar los costos de oportunidad y condiciones de competitividad del Gas L.P., respecto al mercado internacional y al lugar donde se realice la venta.

El precio máximo de primera mano comprenderá todos los actos y servicios necesarios para la contratación, enajenación y entrega del Gas L.P., y no afectará la facultad del Adquirente para negociar condiciones más favorables en su precio de adquisición.

Lo dispuesto en este artículo no se aplicará al precio del Gas L.P., importado, excepto cuando esté mezclado con gas nacional.

#### **Artículo 12. Desagregación.**

Quando Petróleos Mexicanos al realizar las ventas de primera mano preste otros servicios, deberá cotizar y facturar de manera desagregada el precio del Gas L.P., a la salida de las plantas de proceso, las Tarifas de Transporte y Almacenamiento así como otros servicios. La venta de primera mano y cada uno de los servicios que ofrezca deberán contratarse por separado.

Petróleos Mexicanos deberá separar la información contable y financiera relativa a las ventas de primera mano y de los demás servicios que preste.

A efecto de facilitar el control y la transparencia en la observancia de la regulación de las ventas de primera mano por parte de Petróleos Mexicanos, la Comisión expedirá Directivas a las que deberá sujetarse dicha actividad.

Petróleos Mexicanos no podrá subsidiar la prestación de un servicio mediante la venta de primera mano, ni subsidiar ésta mediante tarifas.

#### **Artículo 13. Términos y Condiciones.**

Petróleos Mexicanos presentará a la Comisión, para su aprobación, los términos y condiciones generales que regirán las ventas de primera mano, los cuales deberán sujetarse a las Directivas que al efecto expida la Comisión y ser acordes con los usos comerciales, nacionales e internacionales, observados por las empresas dedicadas a la compraventa de Gas L.P.

En ningún caso Petróleos Mexicanos realizará las prácticas indebidas a que se refiere el artículo 15 de este Reglamento.

Petróleos Mexicanos informará a la Comisión, en la forma que ésta determine, los términos de las ventas de primera mano realizadas y el contenido de los contratos, con la finalidad de que ésta verifique el cumplimiento de las

disposiciones de este capítulo y prevea su publicación. La Comisión podrá publicar dicha información, salvo aquella que esté protegida por las disposiciones legales aplicables.

#### **Artículo 14. Suspensión del suministro.**

Petróleos Mexicanos podrá suspender el suministro de Gas L.P., de primera mano a quienes no cumplan con sus obligaciones contractuales, conforme a lo establecido en los términos y condiciones aprobados por la Comisión.

#### **Artículo 15. Prácticas indebidas.**

En las ventas de primera mano Petróleos Mexicanos no deberá incurrir en prácticas indebidas que limiten, dañen o impidan el proceso de enajenación y adquisición de Gas L.P., tales como:

- I. Distinguir entre Adquirentes en razón de sujeto o situación geográfica u otorgar preferencias indebidas, que no estén justificadas o motivadas en los costos que se incurre al realizar las ventas de primera mano;
- II. Condicionar la enajenación del Gas L.P., a la adquisición de otro bien o servicio distinto o distinguible, o a la contratación por periodos o cantidades determinados;
- III. Condicionar la enajenación del Gas L.P., a que el Adquirente no lo enajene a un tercero;
- IV. Rehusarse a enajenar Gas L.P., a personas determinadas o a proporcionar servicios disponibles y normalmente ofrecidos a terceros, y
- V. Obligar a los Adquirentes a actuar en un sentido determinado o tomar represalias contra éstos.

### **CAPÍTULO III.**

#### **PERMISOS**

#### **Artículo 16. Régimen de Permisos.**

La Secretaría y la Comisión, según corresponda, otorgarán los siguientes permisos:

- I. De Transporte, el cual podrá ser:
  - a) Por medio de Auto-tanques, Semirremolques, Carro-tanques o Buque-tanques, o
  - b) Por medio de Ductos;
- II. De Almacenamiento, el cual podrá ser:
  - a) Mediante Planta de Almacenamiento para Depósito; o
  - b) Mediante Planta de Suministro;
- III. De Distribución, el cual podrá ser:
  - a) Mediante Planta de Almacenamiento para Distribución;
  - b) Para Carburación, o

- c) Por Ducto;
- IV. De Almacenamiento mediante estaciones de Gas L.P., para Carburación de Autoconsumo, y
- V. De Transporte por Ductos para Autoconsumo.

Los permisos de Transporte y Almacenamiento, serán otorgados a sociedades mercantiles. Los Permisos de Distribución, serán otorgados a personas físicas de nacionalidad mexicana o a sociedades mercantiles de nacionalidad mexicana, con cláusula de exclusión de extranjeros. Lo establecido en este párrafo es sin perjuicio de los permisos de Almacenamiento y Transporte que se otorguen a Petróleos Mexicanos, quien estará sujeto a las disposiciones de este Reglamento.

Los permisos previstos en este Reglamento implican la autorización de la autoridad que lo expide y el derecho de su titular para realizar las actividades correspondientes reguladas por este Reglamento.

Queda prohibida la realización de las actividades a las que se refiere el presente artículo sin contar con el permiso correspondiente.

Los permisos a los que se refiere este Reglamento no conferirán a su titular ningún derecho de exclusividad para la realización de las actividades correspondientes.

#### **Artículo 17. Competencia Económica.**

Los interesados en obtener los permisos a que se refiere el artículo anterior, así como los posibles cesionarios de dichos permisos a que se refiere el artículo 25 de este Reglamento, deberán dar aviso de su intención a la Comisión Federal de Competencia. Este aviso no implica una notificación de concentración.

#### **Artículo 18. Registro.**

La Secretaría y la Comisión, según corresponda, mantendrán un registro de los distintos permisos otorgados de conformidad con este Reglamento. Dicho registro estará a disposición de cualquier interesado.

#### **Artículo 19. Procedimiento de Obtención de Permisos.**

De conformidad a lo dispuesto en los artículos 13 y 14 de la Ley, y la fracción XII del artículo 3 de la Ley de la Comisión Reguladora de Energía, los interesados en obtener los permisos a que se refiere el artículo 16 de este Reglamento, deberán presentar en su solicitud lo siguiente:

- I. En todos los casos:
  - a) Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante y, en su caso, de su representante legal, así como la marca comercial con la que se identifique;
  - b) Copia certificada de identificación oficial o del instrumento jurídico donde acredite su legal existencia y las facultades de su representante legal;
  - c) El tipo de permiso que desea obtener;
  - d) Las especificaciones técnicas de las instalaciones o equipos de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, y

- e) Los dictámenes técnicos de una unidad de verificación acreditada y aprobada en la materia correspondiente, acreditando que el proyecto, instalaciones o equipos, según corresponda, cumplen con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables;
- II. Tratándose del Transporte por medio de Auto-tanques y Semirremolques, los solicitantes además de cubrir los requisitos establecidos en la fracción I anterior deberán presentar una relación de los Auto-tanques y Semirremolques que se utilizarán en la prestación del servicio. Los dictámenes a los que se refiere el inciso e) de la fracción I anterior, deberán ser presentados respecto de cada uno de los Auto-tanques y Semirremolques;
- III. Tratándose del Transporte por medio de Ductos, además de cubrir los requisitos señalados en la fracción I anterior, se deberá presentar lo siguiente:
- a) Plano básico de localización que muestre el trazo general del Ducto o Sistema de Ductos y su capacidad de Transporte;
  - b) Planos de trazo general por secciones;
  - c) Planos de detalle de instalaciones tipo;
  - d) Memorias técnico descriptivas del proyecto;
  - e) Los programas y compromisos de inversión;
  - f) La documentación que acredite su capacidad financiera;
  - g) Los documentos que acrediten la propiedad, posesión o autorización para el aprovechamiento de las instalaciones y equipo;
  - h) La propuesta de condiciones generales para la prestación del servicio, salvo que exista un modelo previamente aprobado de manera general por la Comisión;
  - i) La fecha para iniciar operaciones, especificando cada etapa de desarrollo del proyecto;
  - j) La justificación de la demanda potencial;
  - k) En su caso, los convenios de Transporte establecidos con Adquirentes específicos, y
  - l) El diagrama de flujos genéricos del Gas L.P.;
- IV. Tratándose de Almacenamiento de Gas L.P., mediante Planta para Depósito, además de cubrir los requisitos señalados en la fracción I anterior, se deberá presentar lo siguiente:
- a) Planos de los proyectos civil, mecánico, eléctrico, del sistema contraincendio y planométrico;
  - b) Memorias técnico descriptivas de los proyectos, y
  - c) Medidas de seguridad con que cuenten;
- V. Tratándose de Almacenamiento mediante Planta de Suministro además de cubrir los requisitos señalados en la fracción I anterior, se deberá presentar lo siguiente:
- a) Relación de Semirremolques y Auto-tanques que en su caso se utilizarán;
  - b) Planos de los proyectos civil, mecánico, eléctrico, sistema contraincendio y planométrico;

- c) Memorias técnico descriptivas de los proyectos, y
  - d) Medidas de seguridad con que cuenten;
- VI. Tratándose de Distribución mediante Planta de Almacenamiento para Distribución, además de cubrir los requisitos señalados en la fracción I anterior, deberá presentar lo siguiente:
- a) Relación de Semirremolques, Auto-tanques y Vehículos de Reparto, que en su caso se utilizarán;
  - b) Planos de los proyectos civil, mecánico, eléctrico, sistema contraincendio y planométrico;
  - c) Memorias técnico descriptivas de los proyectos;
  - d) Relación de las Bodegas de Distribución y Expendios de Minitanques que en su caso se utilizarán;
  - e) Zona Geográfica en la que se comprometa a prestar el servicio a que se refiere el artículo 64, fracción V, de este Reglamento, sin que ello le otorgue derecho alguno de exclusividad, y
  - f) Medidas de seguridad con que cuenten;
- VII. Tratándose de la Distribución de Gas L.P., para Carburación, además de cubrir los requisitos señalados en la fracción I anterior, en relación con la Estación de Gas L.P., para Carburación, se deberá presentar lo siguiente:
- a) Relación de los Auto-tanques que en su caso se utilizarán;
  - b) Planos de los proyectos civil, mecánico, eléctrico, sistema contraincendio y planométrico;
  - c) Memorias técnico descriptivas de los proyectos, y
  - d) Medidas de seguridad con que cuenten;
- VIII. Tratándose de Distribución de Gas L.P., por Ductos, además de cubrir los requisitos señalados en la fracción I anterior, se deberá presentar lo siguiente:
- a) Plano básico de localización que muestre el trazo general del Sistema de Ductos;
  - b) Memorias técnico descriptivas de los proyectos;
  - c) Planos de trazo general por secciones;
  - d) Planos de detalle de instalaciones tipo, y
  - e) Medidas de seguridad.

#### **Artículo 20. Procedimiento de Evaluación de la Solicitud.**

El procedimiento de evaluación de las solicitudes, se seguirá de la siguiente forma:

- I. Tratándose de los asuntos de su competencia, la Secretaría emitirá la resolución que corresponda en un plazo que no excederá de 20 días, contados a partir de la fecha de recepción de la solicitud. En el caso del Transporte por medio de Carro-tanque o Buque-tanque, la Secretaría emitirá la resolución que corresponda en

un plazo que no excederá de 10 días, contados a partir de la recepción de la solicitud.

Si la solicitud no cumple con los requisitos exigidos en la Ley y este Reglamento, se deberá prevenir al interesado para que subsane la omisión, por escrito y por una sola vez, dentro del primer tercio del plazo de respuesta.

Cuando el requerimiento de información no se realice dentro de dicho plazo, no se podrá desechar el trámite argumentando que es incompleto.

El interesado contará con un plazo de 30 días, contados a partir de la fecha en que haya surtido efectos la notificación, para cumplir con los requisitos faltantes.

Notificada la prevención, se suspenderá el plazo para que la Secretaría resuelva y se reanudará a partir del día inmediato siguiente a aquel en que el interesado conteste. En el supuesto de que no se desahogue la prevención en el término señalado, la solicitud se tendrá por no presentada.

Transcurrido el plazo de respuesta señalado en el primer párrafo de esta fracción, sin que se haya emitido resolución, se entenderá concedido el permiso, y

- II. Tratándose de los asuntos de competencia de la Comisión, si la solicitud no cumple con los requisitos exigidos en la Ley y este Reglamento, se deberá prevenir al interesado para que subsane la omisión, por escrito y por una sola vez, dentro de los quince días siguientes al de la recepción de la solicitud.

Cuando el requerimiento de información no se realice dentro de dicho plazo, no se podrá desechar el trámite argumentando que es incompleto.

El interesado contará con un plazo de 1 mes, contado a partir de la fecha en que haya surtido efectos la notificación, para cumplir con los requisitos faltantes.

En el supuesto de que no se desahogue la prevención en el plazo señalado o habiéndose desahogado no subsane la omisión correspondiente, la solicitud será desechada de plano.

La Comisión contará con un plazo de 140 días para emitir su resolución, contados a partir de que se reciba la solicitud o se desahogue la prevención, transcurrido el cual sin que se haya emitido resolución, se entenderá negado el permiso.

## **Artículo 21. Titularidad de Distintos Permisos e Integración Vertical.**

Una misma persona podrá ser titular de uno o más permisos de Transporte, Almacenamiento o Distribución.

No obstante lo establecido en el párrafo anterior, el titular de un permiso de Transporte por medio de Ductos, no podrá ser titular directa o indirectamente a través de filiales o subsidiarias de otro permiso en términos del presente Reglamento, ni tener participación alguna en la prestación de los demás servicios

a que se refiere este Reglamento. Lo anterior es aplicable a las personas que participen en el capital social de dicho Transportista.

#### **Artículo 22. Vigencia del Permiso.**

Los permisos tendrán una vigencia de 30 años, pudiéndose prorrogar por periodos de 15 años, previa solicitud del interesado.

Los permisos podrán prorrogarse conforme a lo siguiente:

- I. El permisionario presentará a la Secretaría o a la Comisión según corresponda, solicitud por escrito, por lo menos dos años antes del vencimiento del permiso de Transporte por medio de Ductos o Distribución por Ductos y tres meses antes del vencimiento en el caso de los demás permisos, y
- II. La Secretaría o la Comisión evaluará la solicitud de renovación y resolverá lo conducente en un plazo que no excederá al establecido para el otorgamiento del permiso.

#### **Artículo 23. Título del Permiso.**

Los títulos de los permisos deberán contener:

- I. En todos los casos:
  - a) Nombre, razón social o denominación y domicilio del Permisionario en el territorio nacional, así como cualquier marca comercial con la que el Permisionario se identifique;
  - b) El objeto del permiso;
  - c) La vigencia del permiso;
  - d) Cualquier otra información relacionada con el cumplimiento de este Reglamento y de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables;
  - e) Los supuestos de revocación del permiso, y
  - f) Las condiciones generales para la prestación de los servicios y en su caso, la lista de tarifas máximas;
- II. En el caso de permisos de Transporte por medio de Ductos, el título deberá contener, además de lo indicado en la fracción anterior:
  - a) El trayecto del Ducto o Sistema de Ductos;
  - b) Los puntos de recepción y entrega del Ducto o Sistema de Ductos;
  - c) La capacidad de conducción del Ducto o Sistema de Ductos;
  - d) En su caso, el programa de construcción del Ducto o Sistema de Ductos;
  - e) La descripción, ubicación y características de las instalaciones y equipos para la prestación del servicio;
  - f) Los programas y compromisos mínimos de inversión para la prestación del servicio, así como las etapas y los plazos para llevarlos a cabo;
  - g) Las fechas límites para iniciar las obras y la prestación del servicio, y

- h) A falta de Normas Oficiales Mexicanas, los métodos, procedimientos y medidas de seguridad para la operación y mantenimiento de las operaciones;
- III. En el caso de permisos de Transporte por Auto-tanques, Semirremolques, Carro-tanques y Buque-tanques, el título deberá contener, además de lo indicado en la fracción I anterior, el número, tipo, capacidad e identificación de los Auto-tanques, Semirremolques, Carro-tanques y Buque-tanques;
  - IV. En el caso de permisos para Almacenamiento mediante Plantas de Almacenamiento para Depósito el título deberá contener, además de lo indicado en la fracción I anterior, su ubicación, capacidad y descripción;
  - V. En el caso de permisos para Almacenamiento mediante Planta de Suministro, el título deberá contener, además de lo indicado en la fracción I anterior, la ubicación, capacidad y descripción de la Planta de Suministro;
  - VI. En el caso de permisos para Distribución mediante Planta de Almacenamiento para Distribución, el título deberá contener, además de lo indicado en la fracción I anterior:
    - a) La ubicación, capacidad y descripción de la Planta de Almacenamiento para Distribución;
    - b) El número, tipo, capacidad e identificación de los Semirremolques, Auto-tanques y Vehículos de Reparto, así como la ubicación de sus centrales de guarda;
    - c) El número, tipo y capacidad de las Bodegas de Distribución y Expendios de Minitanques, y
    - d) Zona Geográfica en la que está obligado a prestar el servicio a que se refiere el artículo 64, fracción V, de este Reglamento, sin que ello le otorgue derecho alguno de exclusividad;
  - VII. En el caso de permisos para Distribución de Gas L.P., para Carburación, el título deberá contener, además de lo indicado en la fracción I anterior:
    - a) La ubicación, capacidad y descripción de la Estación de Gas L.P., para Carburación, y
    - b) El número, tipo, capacidad e identificación de los Auto-tanques que en su caso se utilicen;
  - VIII. En caso de permisos para Distribución de Gas L.P., por Ducto el título deberá contener, además de lo indicado en la fracción I anterior:
    - a) La ubicación, capacidad y descripción de los tanques de almacenamiento que suministren la Red de Distribución por Ductos;
    - b) El número, tipo, capacidad e identificación de los Auto-tanques que en su caso se utilizarán;
    - c) El trayecto de los Ductos o sistemas de Ductos que conforman la Red de Distribución;
    - d) Los puntos de recepción y entrega de los Ductos;
    - e) La capacidad de conducción de los Ductos, y
    - f) En su caso, el programa de construcción de los Ductos.

La información establecida en este artículo podrá constar en el cuerpo del permiso o en anexos a éste.

Los permisos de Almacenamiento se otorgarán individualmente para cada Planta de Almacenamiento para Depósito de Gas L.P., o Planta de Suministro. Los permisos de Transporte por medio de Ducto se otorgarán individualmente por cada Ducto o Sistema de Ductos. Los permisos de Distribución se otorgarán individualmente por cada Planta de Almacenamiento para Distribución, Estación de Gas L.P., para Carburación o Red de Distribución por Ducto.

#### **Artículo 24. Condiciones Generales para la Prestación de los Servicios.**

Las condiciones generales para la prestación de los servicios regulados en este Reglamento, deberán ser aprobadas por la Secretaría o la Comisión en el ámbito de sus atribuciones, y formarán parte del Título del Permiso.

Las condiciones generales para la prestación de los servicios contendrán:

- I. Los derechos y obligaciones del Permisionario y de los Adquirentes;
- II. Los términos para el acceso al servicio y para la publicación de la información referente a su capacidad disponible y aquella no contratada, en su caso;
- III. Las tarifas máximas aplicables, en su caso, y
- IV. El procedimiento para la atención de quejas y reclamaciones.

Las condiciones generales asegurarán la calidad, eficiencia, seguridad, continuidad, regularidad y cobertura del servicio de manera que se logre la satisfacción de las necesidades de los Adquirentes.

#### **Artículo 25. Cesión de los Permisos.**

En términos de lo dispuesto en el segundo párrafo del artículo 13 de la Ley, la Secretaría o la Comisión según corresponda, autorizarán la cesión de permisos. Para tales efectos, se deberá presentar una solicitud debidamente firmada tanto por los posibles cedente y cesionario, misma que deberá estar acompañada de lo siguiente:

- I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del posible cesionario y, en su caso, de su representante legal, así como la marca comercial con la que se identifique;
- II. Copia certificada de identificación oficial o del instrumento jurídico donde acredite su legal existencia y las facultades de su representante legal, y
- III. Documento en el que el posible cesionario se compromete a cumplir en sus términos las obligaciones previstas en el permiso respectivo.

Para la evaluación de la solicitud correspondiente se estará a los plazos establecidos en el artículo 20 de este Reglamento.

Una vez obtenida la autorización a que se refiere este artículo, los interesados deberán formalizar la cesión ante notario público, y surtirá efectos dicha cesión a partir de su inscripción en el Registro a que se refiere el artículo 18 de este Reglamento.

#### **Artículo 26. Extinción del Permiso.**

Los permisos se extinguirán por:

- I. Vencimiento de la vigencia;
- II. Manifestación expresa del Permisionario;
- III. Revocación en los términos de la Ley y de este Reglamento;
- IV. Por disolución de la sociedad mercantil titular del permiso;
- V. Por causa de fuerza mayor que haga imposible la prestación del servicio, o
- VI. Por muerte en caso de personas físicas, salvo que el permiso correspondiente se transfiera por herencia o legado, y los herederos o legatarios cumplan con los requisitos señalados para el permiso de que se trate.

#### **Artículo 27. Revocación de Permisos.**

La Secretaría o la Comisión, según corresponda, podrán revocar los permisos por cualquiera de las causas mencionadas en el artículo 13 de la Ley, cuando el motivo que originó la causa sea grave e imputable al Permisionario.

#### **Artículo 28. Procedimiento de Revocación.**

La revocación de los permisos será declarada administrativamente por la Secretaría o la Comisión en el ámbito de sus respectivas facultades, conforme al siguiente procedimiento:

- I. Se notificará al titular del permiso la causa fundada y motivada de revocación que se le impute, dándole un plazo de 15 días para que manifieste lo que a su derecho convenga, y
- II. Presentadas las pruebas y defensas o transcurrido el plazo señalado en la fracción anterior sin que se hubieran presentado, la Secretaría o la Comisión dictarán la resolución correspondiente.

### **CAPÍTULO IV.**

#### **TRANSPORTE POR MEDIO DE AUTO-TANQUES, SEMIRREMOLQUES, CARRO-TANQUES O BUQUE-TANQUES**

##### **Artículo 29. Alcances.**

El Transporte por medio de Auto-tanques, Semirremolques, Carro-tanques o Buque-tanques, comprende la conducción de Gas L.P., entre Plantas de Almacenamiento para Depósito de Gas L.P., Plantas de Almacenamiento para Distribución, Plantas de Suministro, y/o Estaciones de Gas L.P., para Carburación.

Sin perjuicio de lo establecido en este Reglamento, el Transporte a que se refiere

este artículo, se regulará por las disposiciones aplicables en materia de comunicaciones y transportes.

### **Artículo 30. Responsabilidad por el Producto.**

En el Transporte a que se refiere este Capítulo, el Transportista será responsable por el Gas L.P., transportado desde el momento en que el mismo se deposite en el Auto-tanque, Semirremolque, Carro-tanque o Buque-tanque respectivo, en el punto de recepción y hasta que el mismo se descargue de dicha unidad de transporte en el punto de entrega. Asimismo, el Transportista será responsable conforme con las demás disposiciones que se deriven del contrato celebrado entre las partes.

### **Artículo 31. Identificación de las Unidades.**

Todos los Auto-tanques, Semirremolques, Carro-tanques y Buque-tanques deberán contar con dictamen de la unidad de verificación acreditada y aprobada en la materia correspondiente determinando el cumplimiento con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, además de estar visiblemente marcados con el nombre, razón social o marca comercial que identifique al Transportista en cuestión, así como con el tipo de servicio que presta, domicilio y teléfono del mismo.

### **Artículo 32. Retiro de Unidades.**

Los titulares del permiso a que se refiere este Capítulo, deberán retirar del uso los Auto-tanques, Semirremolques, Carro-tanques y Buque-tanques, que no cumplan con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

## **CAPÍTULO V.**

### **TRANSPORTE POR MEDIO DE DUCTOS**

#### **Artículo 33. Alcances.**

El servicio de Transporte por medio de Ductos comprende la recepción de Gas L.P., propiedad de terceros en cualquier punto del tramo de un Ducto o Sistema de Ductos, su conducción y la entrega de una cantidad similar en cualquier punto de entrega de dicho Ducto o sistema. Todos los puntos de recepción y entrega de los Ductos deberán estar consignados en el permiso respectivo.

#### **Artículo 34. Restricciones.**

Sin perjuicio de lo dispuesto por la legislación aplicable, las sociedades mercantiles titulares de permisos de Transporte por medio de Ductos tendrán como objeto social principal la prestación de dicho servicio, así como las actividades relacionadas para la consecución de tal objeto.

Los titulares de permisos de Transporte por medio de Ductos sólo podrán adquirir Gas L.P., para el aprovechamiento de éste en la operación de las instalaciones y equipos necesarios para la prestación de los servicios.

### **Artículo 35. Acceso Abierto.**

Los titulares de permisos de Transporte por medio de Ductos deberán permitir a los Adquirentes el acceso abierto a sus servicios, en condiciones no discriminatorias, de conformidad con lo siguiente:

- I. El acceso abierto estará limitado a la capacidad disponible del Ducto;
- II. La capacidad disponible a que se refiere la fracción anterior se entenderá como aquella que no sea efectivamente utilizada; y el Permisionario deberá acreditar la falta de capacidad disponible al momento de negar el acceso, y
- III. El acceso abierto a los servicios sólo podrá ser ejercido por el Adquirente mediante la celebración del contrato para la prestación de servicios de que se trate.

Cuando el titular de un permiso de Transporte por medio de Ductos niegue el servicio a un Adquirente teniendo capacidad disponible u ofrezca el servicio en condiciones discriminatorias, la parte afectada podrá solicitar la intervención de la Comisión, pudiendo la parte afectada o la Comisión hacerlo del conocimiento de la Comisión Federal de Competencia.

### **Artículo 36. Regulación.**

La prestación del servicio de Transporte por medio de Ductos estará sujeta a la regulación de términos y condiciones generales para la prestación del servicio y de tarifas máximas aplicables conforme a lo establecido en los artículos 6 y 7 de este Reglamento.

### **Artículo 37. Trayecto.**

Cada permiso de Transporte por medio de Ductos será otorgado por una capacidad y un trayecto determinados.

Por trayecto se entiende el trazado de un sistema de Transporte por medio de Ducto de uno o más puntos de origen a uno o más puntos de destino.

El trayecto autorizado quedará registrado en la Comisión. En cualquier punto del trayecto se podrá entregar y recibir Gas L.P., el Transportista deberá dar aviso a la Comisión sobre la localización de dichos puntos dentro del mes siguiente al inicio de la operación de tales puntos.

### **Artículo 38. Interconexión entre Permisarios.**

Los titulares de permisos de Transporte por medio de Ducto estarán obligados a permitir la interconexión de otros Permisarios a su sistema, en tanto:

- I. Exista capacidad disponible para prestar el servicio solicitado, y
- II. La interconexión sea técnica y económicamente viable y no represente problemas de seguridad; en los términos de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

En caso de no existir acuerdo entre las partes se estará a lo previsto en el artículo 98 de este Reglamento.

#### **Artículo 39. Extensiones y Ampliaciones.**

Los titulares de permisos para Transporte por medio de Ductos estarán obligados a extender o ampliar sus sistemas, a solicitud de cualquier interesado, siempre que:

- I. La extensión o ampliación no represente problemas de seguridad, en los términos de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables;
- II. La ampliación o extensión sea económicamente viable, y
- III. Las partes celebren un convenio para cubrir el costo de los ductos y demás instalaciones que constituyan la extensión o ampliación.

El plazo para realizar la extensión o ampliación será convenida por las partes.

En caso de no existir acuerdo entre las partes, se estará a lo previsto en el artículo 98 de este Reglamento.

#### **Artículo 40. Enajenación de Sistemas.**

El Sistema de Ductos para el Transporte por medio de Ductos no podrá ser enajenado sin la cesión del permiso respectivo ni viceversa, salvo que el permiso correspondiente se hubiera extinguido por cualquier causa.

#### **Artículo 41. Gravámenes.**

El titular de un permiso de Transporte por medio de Ductos podrá gravar los derechos derivados del permiso mismo para garantizar obligaciones o financiamientos directamente relacionados con la prestación y extensión del servicio, así como deudas de su operación, previo aviso a la Comisión con 10 días de anticipación al otorgamiento de la garantía. Cuando los derechos derivados del permiso sean gravados para otros fines, se requerirá de la autorización previa de la Comisión.

Los sistemas y los derechos derivados del permiso no podrán ser gravados independientemente.

Cuando sea previsible un procedimiento de ejecución del gravamen, el Permissionario de que se trate deberá avisar inmediatamente a la Comisión.

El titular de un permiso de Transporte por medio de Ductos deberá dar aviso a la Comisión de cualquier hecho o acto que ponga en riesgo su posesión o propiedad sobre el Sistema de Ductos, en un plazo de tres días a partir de que tenga conocimiento de ello.

Durante el procedimiento de ejecución de la garantía, el adjudicatario deberá designar un operador que, a juicio de la Comisión, tenga la capacidad técnica necesaria para la prestación del servicio en nombre y por cuenta de aquél.

#### **Artículo 42. Responsabilidad por el Producto.**

Los titulares de permisos de Transporte por medio de Ductos serán responsables por el Gas L.P., que transporten desde su recepción hasta su entrega.

#### **Artículo 43. Suspensión del Servicio sin Responsabilidad.**

Los titulares de permisos de Transporte por medio de Ductos no incurrirán en responsabilidad por suspensión del servicio, cuando ésta se origine por:

- I. Caso fortuito o fuerza mayor;
- II. Fallas en las instalaciones del Adquirente o mala operación de su instalación;
- III. Trabajos necesarios para el mantenimiento, ampliación o modificación de sus obras e instalaciones, previo aviso a los Adquirentes, o
- IV. Por incumplimiento del Adquirente a sus obligaciones contractuales.

#### **Artículo 44. Suspensión, Restricción o Modificaciones del Servicio.**

Cuando por caso fortuito o fuerza mayor el Permisionario del servicio de Transporte por medio de Ductos se vea en la necesidad de suspender, restringir o modificar las características del servicio, lo hará del conocimiento de los Adquirentes por los medios de comunicación con mayor difusión en las localidades de que se trate, indicando la duración de la suspensión, restricción o modificación, los días y horas en que ocurrirá y las zonas afectadas.

Cuando la suspensión, restricción o modificación de las características del servicio haya de prolongarse por más de cinco días, el Permisionario deberá presentar para su aprobación ante la Comisión el programa que se aplicará para enfrentar la situación.

Dicho programa procurará que la suspensión, restricción o modificación del servicio provoque los menores inconvenientes para los Adquirentes y establecerá los criterios aplicables para la asignación de la capacidad de transporte disponible entre los diferentes destinos y tipos de Adquirentes.

#### **Artículo 45. Aviso de Suspensión.**

Cuando la suspensión se origine por las causas previstas en la fracción III del artículo 43 de este Reglamento, el titular de un permiso de Transporte por medio de Ductos deberá informar a los Adquirentes a través de medios masivos de comunicación en la localidad respectiva, y de notificación individual tratándose de otros Permisionarios. En cualquier caso, dicho aviso se dará con no menos de cuarenta y ocho horas de anticipación al inicio de los trabajos respectivos, indicándose la duración de la suspensión del servicio y el día en que se reanudará, debiéndose indicar con claridad los límites del área afectada.

El titular de un permiso de Transporte por medio de Ductos procurará que los trabajos a que se refiere el párrafo anterior se hagan en los días en que disminuya el consumo de Gas L.P., para afectar lo menos posible a los Adquirentes.

#### **Artículo 46. Bonificación por Fallas o Deficiencias.**

En caso de suspensión del servicio ocasionada por causas distintas a las señaladas en el artículo 43 de este Reglamento, el titular de un permiso de Transporte por medio de Ductos, deberá bonificar al Adquirente al expedir la factura respectiva, una cantidad igual a cinco veces el importe del servicio que hubiere estado disponible de no ocurrir la suspensión y que el Adquirente hubiere

tenido que pagar. Para calcular dicho importe se tomará como base el consumo y el precio medios de la factura anterior. Dicho mecanismo deberá establecerse en las condiciones generales para la prestación del servicio que le hubiesen sido autorizados por la Comisión.

#### **Artículo 47. Tarifas Máximas.**

La prestación del servicio de Transporte por medio de Ductos se sujetará a tarifas máximas conforme a lo establecido en la metodología para el cálculo de las mismas a que se refiere el artículo 49 de este Reglamento. Las partes podrán pactar libremente una tarifa inferior a la máxima, siempre y cuando la tarifa convencional no sea inferior al costo variable de proveer el servicio establecido, determinado conforme a dicha metodología.

Las tarifas deberán permitir que los Adquirentes tengan acceso a los servicios en condiciones de confiabilidad, seguridad y calidad y no deberán implicar la realización de prácticas monopólicas, en términos del artículo 5 de este Reglamento.

#### **Artículo 48. Tarifas Convencionales.**

Cuando los titulares de permisos de Transporte por medio de Ductos hayan pactado con los Adquirentes tarifas inferiores a las máximas aprobadas, deberán informar trimestralmente a la Comisión sobre las tarifas aplicadas durante el periodo inmediato anterior.

La Comisión podrá publicar información sobre las tarifas convencionales.

#### **Artículo 49. Metodología para el Cálculo de las Tarifas de Transporte por medio de Ductos.**

La Comisión expedirá mediante Directivas la metodología para el cálculo de las tarifas aplicables al servicio de Transporte por medio de Ductos.

La metodología para el cálculo de las Tarifas de Transporte por medio de Ductos deberá permitir a los Permisionarios que utilicen racionalmente los recursos, en el caso de las tarifas iniciales, y a los Permisionarios eficientes, en el caso de su ajuste, obtener ingresos suficientes para cubrir los costos adecuados de operación y mantenimiento aplicables al servicio, los impuestos, la depreciación y una rentabilidad razonable.

La aplicación de esta metodología no garantizará los ingresos, costos o rentabilidad esperada del Permisionario.

Las tarifas para el servicio de Transporte por medio de Ductos incluirán todos los conceptos y cargos aplicables al servicio, tales como:

- I. Cargo por conexión: porción de la tarifa basada en el costo de interconexión al sistema y que podrá ser cubierto en una o más exhibiciones;
- II. Cargo por capacidad: porción de la tarifa basada en la capacidad reservada por el Adquirente para satisfacer su demanda máxima en un periodo determinado, y

III. Cargo por uso: porción de la tarifa basada en la prestación del servicio.

Cada cinco años se efectuará una revisión global de las tarifas en conformidad con la metodología a que se refiere este artículo.

#### **Artículo 50. Tipos de Tarifas de Transporte por medio de Ductos.**

Los titulares de permisos de Transporte por medio de Ductos podrán proponer a la Comisión las tarifas aplicables, mismas que podrán establecer diferencias por:

- I. Modalidad de la prestación de cada servicio;
- II. Categoría del Adquirente, y
- III. Otros usos comerciales generalmente aceptados en la industria.

Las diferencias deberán estar basadas en costos y ser debidamente justificadas a la Comisión.

#### **Artículo 51. Ajuste de Tarifas de Transporte por medio de Ductos.**

Los titulares de permisos de Transporte por medio de Ductos ajustarán periódicamente las tarifas de acuerdo con la metodología a que se refiere el artículo 49 de este Reglamento, misma que considerará los elementos siguientes:

- I. Los indicadores que reflejen los cambios de precios de bienes e insumos utilizados por los Permisionarios;
- II. Los cambios en el régimen fiscal aplicable a los servicios permisionados, y
- III. Un factor de ajuste que refleje el aumento en la eficiencia en la prestación de los servicios a favor de los Adquirentes.

El factor de ajuste a que se refiere esta fracción, no se aplicará a los titulares de permisos de Transporte por medio de Ductos durante los primeros cinco años de vigencia del permiso.

Las tarifas que resulten del ajuste a que se hace referencia en este artículo deberán ser sometidas a la aprobación de la Comisión.

### **CAPÍTULO VI.**

#### **ALMACENAMIENTO MEDIANTE PLANTA DE ALMACENAMIENTO PARA DEPÓSITO**

##### **Artículo 52. Alcances.**

El Almacenamiento mediante Planta de Almacenamiento para Depósito comprende la actividad de recibir Gas L.P., en una Planta de Almacenamiento

para Depósito de Gas L.P., su conservación en depósito y su devolución al depositante en la misma Planta de Almacenamiento para Depósito de Gas L.P.

#### **Artículo 53. Responsabilidad por el Producto.**

En el Almacenamiento mediante Planta de Almacenamiento para Depósito, el Almacenista será responsable por el Gas L.P., almacenado desde el momento en que el mismo sea recibido en una Planta de Almacenamiento para Depósito de Gas L.P., y hasta que el mismo sea entregado, así como de las demás disposiciones que se deriven del contrato celebrado entre las partes.

### **CAPÍTULO VII.**

#### **ALMACENAMIENTO MEDIANTE PLANTA DE SUMINISTRO**

##### **Artículo 54. Alcances.**

El Almacenamiento mediante Planta de Suministro comprende la actividad de conservar Gas L.P., en la Planta de Suministro para su venta a terceros.

##### **Artículo 55. Plantas de Suministro.**

Las Plantas de Suministro deberán cumplir en cuanto a su instalación y funcionamiento con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

### **CAPÍTULO VIII.**

#### **DISTRIBUCIÓN MEDIANTE PLANTAS DE ALMACENAMIENTO PARA DISTRIBUCIÓN**

##### **Artículo 56. Alcances.**

La Distribución mediante Plantas de Almacenamiento para Distribución, comprende la actividad de comprar y almacenar Gas L.P., en una Planta de Almacenamiento para Distribución para venderlo a Usuarios Finales o a Estaciones de Gas L.P., para Carburación.

La Distribución mediante Plantas de Almacenamiento para Distribución podrá incluir la operación de Bodegas de Distribución y de Expendios de Minitanques.

##### **Artículo 57. Contratación del Servicio.**

Para la comercialización de Gas L.P., que realicen los Distribuidores a Usuarios Finales, contarán con contratos de compraventa o de suministro, celebrados por escrito entre las partes. Los textos básicos de los contratos deberán constar en las facturas o notas en las que se registren las operaciones correspondientes o en documentos por separado.

Cada Permisionario elaborará los modelos básicos conforme a los cuales se redactarán los contratos, mismos que deberán contener el nombre y dirección del Distribuidor y la identificación de la operación de que se trate.

Los modelos de los contratos que se celebren entre los Distribuidores y los Usuarios Finales, contendrán cláusulas que aseguren que el servicio se preste en condiciones de calidad, eficiencia, seguridad, continuidad, regularidad y cobertura en términos del artículo 24 de este Reglamento.

Lo dispuesto en los párrafos anteriores es sin perjuicio de lo establecido en la Ley Federal de Protección al Consumidor.

#### **Artículo 58. Lugar de las Ventas a los Usuarios Finales.**

Los Distribuidores deberán ofrecer a los Usuarios Finales el servicio que les sea solicitado, en forma eficiente, segura y oportuna mediante la entrega del Gas L.P., en sus Instalaciones de Aprovechamiento.

Sujeto a lo establecido en el artículo siguiente, cuándo así lo solicite el Usuario Final podrán realizarse entregas de Gas L.P., en las Plantas de Almacenamiento para Distribución, en las Bodegas de Distribución y en los Expendios de Minitanques.

#### **Artículo 59. Formas de Entrega.**

El suministro de Gas L.P., que se realice en las Instalaciones de Aprovechamiento del Usuario Final, se hará mediante Auto-tanques a Tanques Estacionarios o mediante Recipientes Portátiles. En este último caso los Recipientes Portátiles deberán ser propiedad del Distribuidor mediante Plantas de Almacenamiento para Distribución.

En los casos en que la entrega de Gas L.P., se realice en las Plantas de Almacenamiento para Distribución, Bodegas de Distribución o en Expendio de Minitanques, se estará sujeto a lo siguiente:

- I. En el caso de Plantas de Almacenamiento para Distribución, el Gas L.P., deberá ser entregado exclusivamente en Minitanques que podrán ser propiedad del Distribuidor o del Usuario Final;
- II. En el caso de Bodegas de Distribución, el Gas L.P., deberá ser entregado en Minitanques, salvo por el caso de las Bodegas de Distribución que las Normas Oficiales Mexicanas aplicables expresamente permitan el uso de Recipientes Portátiles de mayor capacidad. En ambos casos los Recipientes Portátiles deberán ser propiedad del Distribuidor mediante Plantas de Almacenamiento para Distribución, y
- III. En el caso de Expendios de Minitanques, el Gas L.P., deberán ser entregados en Minitanques propiedad del Distribuidor mediante Plantas de Almacenamiento para Distribución.

En el caso de Gas L.P., entregado en Recipientes Portátiles propiedad del Distribuidor, los Usuarios Finales conservarán en depósito los Recipientes Portátiles correspondientes y estarán obligados a retornar dichos Recipientes Portátiles al Distribuidor respectivo una vez que el Gas L.P., haya sido consumido.

El Distribuidor deberá recibir dicho recipiente en el mismo lugar en que lo hubiere entregado.

### **Artículo 60. Suministro en Recipientes Portátiles.**

En la entrega de Gas L.P., que se realice en las Instalaciones de Aprovechamiento del Usuario Final mediante Recipientes Portátiles, el Distribuidor ofrecerá, cuando así lo solicite el Usuario Final, la conexión a la Instalación de Aprovechamiento.

El Usuario Final deberá mantener su instalación conforme a la Norma Oficial Mexicana correspondiente y abstenerse de manipular el Recipiente Portátil.

En el suministro o venta de Gas L.P., que se realice mediante Recipientes Portátiles, el Distribuidor deberá colocar en los Recipientes Portátiles en cuestión un sello de garantía sobre el contenido de cada Recipiente Portátil. Los sellos deberán estar marcados con el nombre, razón social o marca comercial del Distribuidor en cuestión.

Los Distribuidores no podrán llenar Recipientes Portátiles fuera de su Planta de Almacenamiento para Distribución.

### **Artículo 61. Identificación de Semirremolques, Auto-tanques, Vehículos de Reparto y Recipientes Portátiles.**

La Identificación de Semirremolques, Auto-tanques, Vehículos de Reparto y Recipientes Portátiles, se hará de la siguiente forma:

- I. En los casos de entregas realizadas en Instalaciones de Aprovechamiento del Usuario Final en Tanques Estacionarios o en Recipientes Portátiles, los Distribuidores deberán marcar sus Auto-tanques y Vehículos de Reparto, visiblemente con:
  - a) El nombre, razón social o marca comercial del Distribuidor;
  - b) Tipo de servicio que presta;
  - c) El domicilio y los teléfonos de emergencia del Distribuidor, y
  - d) Los precios y tarifas vigentes, y
- II. Los Recipientes Portátiles propiedad del Distribuidor deberán estar marcados visiblemente con el nombre, razón social o marca comercial del Distribuidor.

Queda prohibido que un Distribuidor posea, llene de Gas L.P., traslade, remarque o de cualquier otra forma utilice en la Distribución Recipientes Portátiles u otro equipo marcado con el nombre, razón social o marca comercial de otro Distribuidor, salvo que este último Distribuidor forme parte del mismo grupo corporativo que el Distribuidor en cuestión. Para efectos de lo anterior, se entenderá por grupo corporativo aquellas personas que guarden entre ellas una relación de empresas filiales o subsidiarias y que estén registrados como tales ante la Secretaría.

No obstante lo establecido en el párrafo anterior, los Distribuidores podrán recoger de los Usuarios Finales Recipientes Portátiles vacíos propiedad de otro Distribuidor, con el único fin de devolverlo a dicho Distribuidor, previo acuerdo con este último que quede registrado ante la Secretaría. Dichos Recipientes Portátiles vacíos deberán ser llevados directamente a las instalaciones del Distribuidor propietario o a centros de acopio establecidos por los Distribuidores para dichos efectos. En ningún caso podrá un Distribuidor llevar a su propia

Planta de Almacenamiento para Distribución, Recipientes Portátiles propiedad de otro Distribuidor, salvo lo dispuesto en el párrafo anterior.

#### **Artículo 62. Instalaciones de Aprovechamiento y Tanques Estacionarios.**

Las Instalaciones de Aprovechamiento de Gas L.P., incluyendo los Tanques Estacionarios, deberán cumplir con las especificaciones técnicas de seguridad contenidas en este Reglamento y en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. Cuando en la prestación de sus servicios el Distribuidor detecte que los Tanques Estacionarios o cualquier otra parte de las Instalaciones de Aprovechamiento no cumplen con las condiciones mínimas de seguridad, el Distribuidor lo hará del conocimiento por escrito al Adquirente, quien deberá corregir las fallas y obtener dictamen de unidad de verificación aprobada en la materia, el Distribuidor negará el servicio en caso de no haberse corregido las fallas. Los gobiernos de las entidades federativas podrán dictar las medidas necesarias para participar en la vigilancia de la normatividad aplicable a las Instalaciones de Aprovechamiento.

#### **Artículo 63. Suspensión del Servicio.**

Los Distribuidores podrán suspender sin responsabilidad alguna el suministro de Gas L.P., a quienes no cumplan con sus obligaciones contractuales, en los términos de los contratos celebrados.

#### **Artículo 64. Obligaciones Generales de los Distribuidores.**

Los titulares de un permiso de Distribución además de las obligaciones contenidas en el artículo 78 de este Reglamento, deberán:

- I. Proporcionar el servicio sin efectuar prácticas monopólicas en términos del artículo 5 de este Reglamento, a los Usuarios Finales que lo soliciten;
- II. Retirar del uso los Semirremolques, Auto-tanques y Vehículos de Reparto, que no cumplan con este Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables;
- III. Retirar y destruir los Recipientes Portátiles que conforme a las Normas Oficiales Mexicanas aplicables deban de inutilizarse;
- IV. Reponer los Recipientes Portátiles que cumplan con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables;
- V. Proporcionar permanentemente, durante las 24 horas, directamente o a través de terceros el servicio de supresión de fugas en la Zona Geográfica de su competencia a los Usuarios Finales;
- VI. Establecer oficinas o instalaciones dentro de la Zona Geográfica de su competencia que permitan atender a los Usuarios Finales, garantizando la atención al público, y
- VII. Informar a la Secretaría trimestralmente, de las ventas mensuales de Gas L.P., efectuadas en el trimestre anterior, incluyendo los datos relativos a la cantidad de Gas L.P., comercializado, su origen y destino por tipo de Adquirente, así como del número de vehículos y Recipientes Portátiles retirados definitivamente y repuestos.

## **CAPÍTULO IX.**

### **DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P., PARA CARBURACIÓN**

#### **Artículo 65. Alcances.**

La Distribución de Gas L.P., para Carburación tiene por objeto realizar la venta de Gas L.P., únicamente en Estaciones de Carburación, para su uso en vehículos con motor de combustión interna.

#### **Artículo 66. Contratación del Servicio.**

La Distribución de Gas L.P., para Carburación se hará al amparo de contratos celebrados por escrito entre las partes. Los textos básicos de los contratos podrán constar en las facturas o en notas de remisión en las que se registren las ventas de Gas L.P., para Carburación o en documentos por separado.

Cada Permisionario elaborará los modelos básicos en los mismos términos a los señalados en el artículo 57 de este Reglamento.

#### **Artículo 67. Estaciones de Gas L.P., para Carburación.**

Las Estaciones de Gas L.P., para Carburación deberán cumplir en cuanto a su instalación y funcionamiento con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

#### **Artículo 68. Uso de Gas L.P., para Carburación.**

Los vehículos automotores o motores estacionarios de combustión interna o las instalaciones de Aprovechamiento de Gas L.P., que sean parte integrante del vehículo, para el uso de Gas L.P., por Usuarios Finales únicamente deberán cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Para la utilización de Gas L.P., en Equipos de Aprovechamiento de Gas L.P., en Vehículos Automotores y motores estacionarios de Combustión interna sus propietarios vigilarán bajo su responsabilidad que aquéllos cumplan con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, así como asegurarse que cuenten con el dictamen de una unidad de verificación acreditada en la materia correspondiente, conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Los gobiernos de las entidades federativas podrán dictar las medidas necesarias para participar en la vigilancia de la normatividad aplicable a dichos vehículos.

## **CAPÍTULO X.**

### **DISTRIBUCIÓN POR MEDIO DE DUCTOS**

#### **Artículo 69. Alcances.**

El servicio de Distribución por Ductos comprende la actividad de comprar, conducir, entregar y comercializar Gas L.P., por medio de Redes de Distribución a Usuarios Finales.

Cada permiso de Distribución por Ductos será otorgado para una Red de Distribución.

En cualquier punto de la Red de Distribución, se podrá recibir y entregar Gas L.P., El Permisionario deberá dar aviso a la Comisión sobre la localización de los puntos de recepción del Gas L.P., dentro del mes siguiente al inicio de operación de tales puntos.

#### **Artículo 70. Regulación.**

Serán aplicables al servicio de Distribución por medio de Ductos las disposiciones contenidas en el Capítulo V de este Reglamento, salvo lo dispuesto en los artículos 33, 34 y 37.

### **CAPÍTULO XI.**

#### **RÉGIMEN ESPECIAL PARA ALMACENAMIENTO MEDIANTE ESTACIONES DE GAS L.P., PARA CARBURACIÓN DE AUTOCONSUMO Y TRANSPORTE POR DUCTO PARA AUTOCONSUMO.**

##### **Artículo 71. Estaciones de Gas L.P., para Carburación de Autoconsumo.**

La Secretaría otorgará permisos de Almacenamiento mediante Estaciones de Gas L.P., para Carburación de autoconsumo.

Los Permisarios se responsabilizarán de que sus instalaciones cumplan con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. La Secretaría podrá verificar estas Estaciones y decretar en relación con las mismas cualquiera de las medidas de seguridad a las que se refiere el artículo 90 de este Reglamento.

##### **Artículo 72. Solicitud de Permiso.**

Los interesados en obtener el permiso a que se refiere el artículo anterior, deberán presentar una solicitud a la Secretaría que contendrá además de lo señalado en la fracción I del artículo 19 de este Reglamento, los siguientes requisitos:

- I. Relación de los vehículos con motor de combustión interna que empleen Gas L.P., que se utilizarán;
- II. Planos de los proyectos civil, mecánico, eléctrico, sistema contra incendio y planométrico;
- III. Memorias técnico descriptivas de los proyectos, y
- IV. Medidas de seguridad con que cuenten.

Para la obtención de un permiso Almacenamiento mediante estaciones de Gas L.P., para Carburación de autoconsumo se seguirá el procedimiento establecido en el artículo 20 de este Reglamento.

##### **Artículo 73. Transporte por Ducto para Autoconsumo.**

La Comisión podrá otorgar permisos de Transporte por Ducto para autoconsumo cuando la actividad de conducir Gas L.P., por medio de Ductos tenga por objeto satisfacer exclusivamente las necesidades del solicitante, sin prestar el servicio de Transporte por Ducto.

Sólo los Usuarios Finales que transporten Gas L.P., por Ductos para su propio consumo en actividades industriales, comerciales o de servicios, distintas de las

actividades reguladas por este Reglamento, podrán ser titulares del permiso mencionado en el párrafo anterior.

El titular de un permiso de Transporte por Ductos para autoconsumo, en ningún caso podrá ser titular, directa o indirectamente a través de filiales o subsidiarias, de otro tipo de permisos en términos del presente Reglamento.

#### **Artículo 74. Solicitud de Permiso.**

Los permisos de Transporte por Ducto para autoconsumo se otorgarán para una capacidad y para un trayecto determinados.

Los interesados en obtener un permiso de Transporte por Ducto para autoconsumo deberá presentar una solicitud a la Comisión que contendrá además de lo señalado en la fracción I del artículo 19 de este Reglamento, los siguientes requisitos:

- I. La información que acredite que el transporte del Gas L.P., tiene por objeto satisfacer exclusivamente las necesidades del solicitante para su propio consumo;
- II. El objeto, capacidad, descripción, trayecto, localización y las especificaciones técnicas de los Ductos o Sistemas de Ductos instalaciones, así como los mecanismos de seguridad para la operación y mantenimiento de las mismas, y
- III. El promedio anual de consumo diario.

Para la obtención de un permiso de Transporte por Ducto para autoconsumo se seguirá el procedimiento siguiente:

- I. La Comisión emitirá la resolución que corresponda en un plazo que no excederá de un mes, contado a partir de que haya concluido la evaluación del proyecto;
- II. Si la solicitud no cumple con los requisitos, se deberá prevenir al interesado para que subsane la omisión, por escrito y por una sola vez, dentro de los 10 días siguientes al de la recepción de la solicitud;
- III. Cuando el requerimiento de información no se realice dentro de dicho plazo, no se podrá desechar el trámite argumentando que es incompleto;
- IV. El interesado contará con un plazo de un mes, contado a partir de que haya surtido efectos la notificación, para cumplir con los requisitos faltantes, y
- V. En el supuesto de que no se desahogue la prevención en el término señalado, la solicitud será desechada de plano.

Los Ductos o Sistemas de Ductos deberán cumplir con las especificaciones técnicas de seguridad contenidas en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. La Comisión podrá verificar los Ductos o Sistemas de Ductos e imponer en relación con los mismos cualquier medida de seguridad a las que se refiere el artículo 90 de este Reglamento.

#### **Artículo 75. Uso Exclusivo.**

Los titulares de un permiso de Transporte por Ducto para autoconsumo no podrán utilizar los Ductos o Sistemas de Ductos correspondiente para fines distintos que el de la satisfacción de las necesidades propias. Esta infraestructura no estará sujeta a requerimientos de acceso abierto o a cualquier otro requerimiento que pudiera dar derechos a un tercero para el uso de las mismas.

#### **Artículo 76. Otras Disposiciones Aplicables.**

Serán aplicables a la actividad de Transporte por Ducto para autoconsumo lo dispuesto en los artículos 22, 23, 25, 26, 27, 28, 37, 40, 41, 78, 83, 84 y 87 de este Reglamento.

### **CAPÍTULO XII.**

#### **OBLIGACIONES APLICABLES A TODOS LOS PERMISIONARIOS**

##### **Artículo 77. Obligatoriedad del Servicio y Trato no Discriminatorio.**

Los Permisos estarán obligados a prestar el servicio conforme a los términos y condiciones establecidas en este Reglamento y en los contratos que celebren. La prestación del servicio se hará en forma que no constituya una práctica monopólica en términos del artículo 5 de este Reglamento y estará limitada a la capacidad disponible de la infraestructura del Permisario.

Sin perjuicio de las atribuciones que le correspondan a la Procuraduría Federal del Consumidor conforme a la Ley Federal de Protección al Consumidor y a la Comisión Federal de Competencia en términos de la Ley Federal de Competencia Económica, cuando un Permisario niegue el servicio a un Adquirente teniendo capacidad disponible u ofrezca el servicio en condiciones discriminatorias, la parte afectada podrá solicitar la intervención de la Secretaría o la Comisión, en el ámbito de sus respectivas atribuciones.

##### **Artículo 78. Obligaciones Generales.**

Todos los Permisarios tendrán las siguientes obligaciones:

- I. Mantener en condiciones de seguridad las obras, instalaciones, vehículos, equipo y accesorios conforme a las Normas Oficiales Mexicanas;
- II. Prestar el servicio cumpliendo con las medidas de seguridad establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas y este Reglamento;
- III. Rendir a la Secretaría o a la Comisión, según corresponda, trimestralmente un informe técnico descriptivo, sobre siniestros, accidentes y percances sucedidos durante dicho periodo, causados por las operaciones del Permisario;
- IV. Capacitar a su personal para la prestación de los servicios y para la prevención y atención de siniestros, conforme a las disposiciones legales aplicables;
- V. Participar en las campañas de orientación a los Usuarios Finales sobre el manejo seguro y adecuado del Gas L.P.;

- VI. Prestar el servicio en forma eficiente, segura y oportuna de acuerdo con las condiciones establecidas en este Reglamento;
- VII. Proporcionar el servicio que le sea requerido en caso de siniestro, aun cuando no sea por su causa;
- VIII. Contratar y mantener vigente un seguro que cubra la responsabilidad por daños a terceros que pudiera derivarse de la prestación de sus servicios;
- IX. Proporcionar en el plazo solicitado, que no será inferior a 10 días los informes, datos y documentos que le solicite la Secretaría o la Comisión, en el ámbito de sus atribuciones, para comprobar el cumplimiento de las disposiciones de este Reglamento, y
- X. Llevar de conformidad con las Normas Oficiales Mexicanas un libro bitácora para la supervisión y mantenimiento de obras, instalaciones, y equipos prestados, que estará a disposición de la Secretaría o la Comisión, según corresponda.

#### **Artículo 79. Responsabilidades.**

Los Permisarios serán responsables por los actos del personal que utilicen en la prestación de sus servicios, independientemente de la relación jurídica que exista entre ellos. En la prestación de los servicios, dicho personal actuará en nombre y por cuenta del Permisario. El personal que se utilice deberá portar una identificación que señale el nombre del empleado en cuestión y que identifique al Permisario respectivo.

#### **Artículo 80. Avisos de Fugas u otros Casos de Emergencia.**

Cuando se trate de quejas o avisos relacionados con fugas u otros casos de emergencia, el Permisario deberá atenderlos en forma pronta y expedita.

De acuerdo con las disposiciones aplicables en materia de protección al consumidor, los consumidores afectados podrán presentar su reclamación ante la Procuraduría Federal del Consumidor.

#### **Artículo 81. Desagregación de Servicios.**

Los Permisarios que se encuentren en posibilidad de ofrecer más de una clase de servicios en los términos de este Reglamento, deberán distinguir cada servicio en forma separada y sin condicionar la prestación de uno respecto a otro o a la adquisición del Gas L.P., desagregando en la factura correspondiente el precio de adquisición del Gas L.P., y las tarifas o cargos por cada uno de los servicios.

En su caso, la Comisión expedirá Directivas en esta materia, de acuerdo con sus facultades.

#### **Artículo 82. Separación de Sistemas Contables.**

Para efectos del artículo anterior, los Permisarios deberán separar, en su caso, la información financiera relativa a la prestación de los servicios de Transporte, Almacenamiento y Distribución, así como a la compra y venta de Gas L.P., de tal forma que se puedan identificar para cada uno de ellos los ingresos, los costos y los gastos de operación.

Petróleos Mexicanos deberá identificar, además, la información financiera relativa a las ventas de primera mano, desagregando en cada caso el precio del Gas L.P., en los Centros Procesadores y Plantas de Suministro de Petróleos Mexicanos, la tarifa de Transporte respectivo y otros servicios que proporcione.

A efecto de facilitar el control y la transparencia en la regulación de los servicios permisionados y las ventas de primera mano, la Comisión expedirá Directivas de los servicios regulados de su competencia, con relación al sistema contable a que deberán sujetarse los Permisionarios.

### **Artículo 83. Requerimientos de Información.**

Los Permisionarios y Petróleos Mexicanos, deberán presentar trimestralmente a la Secretaría o a la Comisión, según corresponda, o cuando éstas lo soliciten, la información relacionada con lo siguiente:

- I. En todos los casos:
  - a) Precios, tarifas, cargos y descuentos;
  - b) Volumen de Gas L.P., manejado;
  - c) Información sobre los contratos que celebren los Permisionarios con relación a la prestación de los servicios;
  - d) Circunstancias que afecten o pudieran afectar negativamente la prestación del servicio, y
  - e) En su caso capacidad de los sistemas y asignación de la misma;
- II. En el caso de Petróleos Mexicanos, además de lo establecido en la fracción I de este artículo:
  - a) Ventas de primera mano;
  - b) Volumen de ventas distintas a las ventas de primera mano, y
  - c) Importaciones y exportaciones, y
- III. En el caso de los Distribuidores además de lo establecido en la fracción I de este artículo:
  - a) Volumen de ventas, y
  - b) Importaciones y exportaciones.

Los Permisionarios y Petróleos Mexicanos deberán presentar, a la Secretaría o a la Comisión, según corresponda, la información a que se refiere este artículo de manera desagregada. La Secretaría o a la Comisión, en su caso, informarán a la Comisión Federal de Competencia sobre la posible existencia de subsidios cruzados u otras prácticas monopólicas, sin perjuicio de las facultades que correspondan a las mismas.

## **CAPÍTULO XIII.**

### **AVISOS**

#### **Artículo 84. Avisos a cargo de los Permisionarios.**

Los Permisionarios, deberán presentar a la Secretaría o a la Comisión, según corresponda, los siguientes avisos:

- I. De inicio de operaciones, el cual se deberá presentar con anterioridad a la fecha de inicio de actividades correspondientes, acompañando copia de la póliza del seguro a que se refiere la fracción VIII del artículo 78 de este Reglamento, así como dictamen de unidad de verificación acreditada y aprobada en la materia correspondiente determinando que las instalaciones y los programas de mantenimiento, seguridad y contingencias para la prestación del servicio cumplen con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. Asimismo, deberán dar aviso en un plazo máximo de 3 días cuando los programas de mantenimiento, seguridad y contingencias sean modificados;
- II. De suspensiones en el servicio, cuando la suspensión del servicio sea previsible el aviso correspondiente deberá formularse con quince días naturales de anticipación. En caso de que la suspensión del servicio no sea previsible, el aviso correspondiente deberá formularse dentro de las veinticuatro horas siguientes a la suspensión; en ambos casos, dicho aviso deberá señalar la fecha de reanudación del servicio;
- III. De cualquier circunstancia que a juicio del Permisionario pudiera resultar en una modificación a las condiciones de operación del servicio y que repercutan en el abasto o en la seguridad de la población, dentro de las veinticuatro horas siguientes al momento en que ocurra la modificación, y
- IV. De las modificaciones técnicas que vayan a realizar, que incrementen, disminuyan o afecten el diseño básico de las instalaciones, acompañado del dictamen de una unidad de verificación acreditada y aprobada en la materia correspondiente. Este aviso deberá presentarse en un plazo mínimo de 10 días con anterioridad a la fecha en que se realicen dichas modificaciones.

**Artículo 85. Avisos de Semirremolques, Auto-tanques, Vehículos de Reparto y de Bodegas de Distribución.**

Los Permisarios deberán notificar a la Secretaría el incremento o disminución del número de Auto-tanques, Semirremolques, Carro-tanques, Buque-tanques y Vehículos de Reparto mediante aviso previo a la fecha de inicio o terminación de operaciones de la unidad de que se trate. En el caso de inicio de operaciones, se deberá acompañar relación de unidades y dictamen técnico de unidad de verificación de cada una de ellas.

Para iniciar o terminar operaciones en una Bodega de Distribución o en un Expendio de Minitanques, deberá presentarse aviso a la Secretaría previamente a la fecha de inicio o terminación de operaciones. En caso de inicio de operaciones, se deberá especificar la ubicación, además de acompañar el dictamen de una unidad de verificación acreditada y aprobada en la materia correspondiente determinando el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

En el caso de las Bodegas de Distribución para las cuales las Normas Oficiales Mexicanas aplicables no permitan la entrega de Gas L.P., a Usuarios Finales en Recipientes Portátiles de capacidad superior a los Minitanques, el inicio de operaciones no se podrá realizar, hasta en tanto la Secretaría no otorgue su visto bueno. Para ello, los solicitantes justificarán que la Bodega de Distribución en cuestión se encuentre en un área en donde el suministro del Gas L.P., hasta las

Instalaciones de Aprovechamiento de los Usuarios Finales es impráctico. La Secretaría deberá resolver sobre el otorgamiento del visto bueno respectivo dentro de un plazo que no excederá de 15 días a partir de la presentación del aviso respectivo. Lo anterior se resolverá sin considerar la existencia de Bodegas de Distribución de otros Permisarios.

La Secretaría, de oficio realizará las modificaciones a los permisos respectivos, derivada de la información presentada en los avisos a que se refiere este artículo.

#### **Artículo 86. Avisos de Modificación de Zona Geográfica.**

Los titulares de un permiso de Distribución mediante Planta de Almacenamiento, deberán dar aviso a la Secretaría de cualquier modificación en su Zona Geográfica, con 15 días de anticipación a que inicie la prestación del servicio o deje de prestarlo, según sea el caso, en la Zona Geográfica de que se trate.

El Permisario podrá prestar el servicio de Distribución o dejar de prestarlo, según se trate, una vez transcurrido el plazo señalado, independientemente de la modificación que la Secretaría deberá realizar de oficio en el título del permiso correspondiente.

### **CAPÍTULO XIV.**

#### **VERIFICACIÓN**

##### **Artículo 87. Especificaciones.**

El diseño, construcción, equipamiento, modificación, funcionamiento y retiro de Plantas de Almacenamiento para Depósito de Gas L.P., Plantas de Suministro, Plantas de Almacenamiento para Distribución, Estaciones de Gas L.P., para Carburación, Ductos y Sistema de Ductos, Redes de Distribución, Bodegas de Distribución e Instalaciones de Aprovechamiento, así como las modificaciones a equipo y unidades de transporte, se llevarán a cabo con apego a las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Las actividades a que se refiere el párrafo anterior, deberán evaluarse y dictaminarse por las personas acreditadas y aprobadas en la materia correspondiente, conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

##### **Artículo 88. Verificación.**

La Secretaría y la Comisión, según corresponda, podrán requerir por escrito a los Permisarios los documentos, informes y datos relacionados con las actividades permisionadas o realizar visitas a las instalaciones de los Permisarios, así como de los Usuarios Finales, con el fin de verificar el cumplimiento de las disposiciones de la Ley y de este Reglamento.

La Secretaría y la Comisión, según corresponda, podrán de conformidad a la Ley Federal de Procedimiento Administrativo y de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización así como su Reglamento, realizar por sí o con el auxilio de unidades de verificación acreditadas y aprobadas en las materias

correspondientes, la verificación de las condiciones técnicas de seguridad, con el objeto de vigilar el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas.

### **Artículo 89. Obligaciones de las Unidades de Verificación.**

Son obligaciones de las unidades de verificación:

- I. Verificar el cumplimiento de la norma respecto del diseño y la ejecución de obras e instalaciones, asegurándose de que tanto los proyectos como la realización de los mismos, cumplan con lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas;
- II. Verificar el cumplimiento de las medidas de seguridad de las obras e instalaciones;
- III. Verificar que la operación y funcionamiento de instalaciones y equipos, cumplan con las características establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas;
- IV. Verificar que los manuales de capacitación, operación, mantenimiento y contingencias cumplan con las normas correspondientes;
- V. Presentar a la Secretaría un informe semestral durante los primeros 15 días de los meses de enero y julio de cada año, de los vehículos que utilizan Gas L.P., como carburante, que hubieran dictaminado en el periodo de que se trate, conforme al formato que al efecto elabore la Secretaría;
- VI. Marcar con el sello precinto metálico o placa que tengan registrado ante la Secretaría o la Comisión las obras, instalaciones o equipo que dictaminen, y
- VII. Las demás que se establezcan en este Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas.

Las Unidades de Verificación serán directamente responsables por la veracidad de los dictámenes que emitan.

Los dictámenes emitidos sobre Instalaciones de Aprovechamiento o en vehículos que utilizan Gas L.P., como carburante, sólo serán presentados a la Secretaría cuando ésta lo solicite.

### **Artículo 90. Medidas de Seguridad.**

Con base en los resultados del análisis de los documentos, informes y datos requeridos a los Permisionarios relacionados con las actividades permisionadas o de alguna visita de verificación a que se refiere el artículo 88 de este Reglamento, cuando alguna obra o instalación represente un peligro grave para las personas o sus bienes, la Secretaría o la Comisión, según corresponda, sin perjuicio de las sanciones a que se refiere el artículo 99 de este Reglamento, aplicará cualquiera de las siguientes medidas de seguridad:

- I. Suspender trabajos relacionados con la construcción de obras e instalaciones;
- II. Clausurar temporal, total o parcialmente obras o instalaciones;
- III. Ordenar la suspensión temporal del suministro de Gas L.P., de primera mano;
- IV. Asegurar sustancias, materiales, equipo, accesorios, Instalaciones de Aprovechamiento, Recipientes Portátiles, Auto-tanques, Carro-tanques, Buque-tanques, Semirremolques y Vehículos de Reparto;

- V. Inmovilizar, Auto-tanques, Carro-tanques, Buque-tanques, Semirremolques y Vehículos de Reparto que no cumplan con las medidas mínimas de seguridad establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables;
- VI. Inutilizar sustancias, materiales, equipo o accesorios, y
- VII. Ordenar el desmantelamiento de las instalaciones destinadas a la prestación de los servicios.

Las medidas de seguridad que se dicten conforme al presente ordenamiento deberán de ser debidamente fundadas y motivadas por la autoridad que las emita. Cuando las mismas sean incumplidas, y el incumplimiento sea grave o resulte en daños graves a personas o bienes imputables al Permisionario, la Secretaría o la Comisión, según corresponda, procederán a la revocación del permiso correspondiente, en términos del artículo 27 de este Reglamento.

#### **Artículo 91. Ejecución.**

Las medidas de seguridad serán de inmediata ejecución. La Secretaría o la Comisión, según corresponda, levantarán acta circunstanciada en el lugar de los hechos, ante la presencia de dos testigos, y determinará en ese momento, de manera provisional, las medidas que correspondan, señalando al interesado un plazo de 5 días a efecto de que comparezca ante la Secretaría o la Comisión a expresar lo que a su derecho convenga y aportar los elementos de prueba con que cuente. Habiendo comparecido el interesado o transcurrido el plazo, la Secretaría o la Comisión dictarán de forma inmediata resolución en que se establezcan el levantamiento de la medida provisional o se dicte una definitiva.

#### **Artículo 92. Resolución.**

La resolución administrativa definitiva que determine una medida de seguridad contendrá:

- I. El plazo otorgado al titular del permiso o al propietario de la instalación para el cumplimiento de la resolución, y
- II. La periodicidad con que deberán rendirse los informes acerca de su cumplimiento.

#### **Artículo 93. Levantamiento de las Medidas de Seguridad.**

Cuando cesen las causas por las cuales hayan sido determinadas las medidas de seguridad, éstas deberán ser levantadas mediante oficio emitido por la autoridad que la decretó, a petición del Permisionario o del propietario de la instalación, dentro de los 3 días siguientes contados a partir de que conozca que hayan cesado dichas causas.

#### **Artículo 94. Suspensión de Trabajos.**

La suspensión de trabajos relacionados con obras o instalaciones será temporal, y podrá ser total o parcial, aplicándose por el tiempo estrictamente necesario para corregir las irregularidades de que se trate. La Secretaría o la Comisión, según corresponda, ejecutarán las acciones necesarias que permitan asegurar la referida suspensión.

Durante la suspensión se permitirá el acceso a las personas que tengan encomendada la corrección de las irregularidades que la motivaron.

#### **Artículo 95. Conclusión de Trabajos.**

Al concluirse la ejecución de trabajos relacionados con medidas de seguridad en obras e instalaciones, equipo y accesorios, el Permisionario o el propietario de la instalación dará el aviso a la Secretaría o a la Comisión, según corresponda, acompañado del dictamen de una unidad de verificación acreditada y aprobada en la materia correspondiente, la cual comprobará la correcta ejecución de los mismos, a efecto de que la autoridad proceda a levantar la medida de seguridad en los términos del artículo 93 de este Reglamento.

#### **Artículo 96. Ubicación de las Instalaciones.**

Las Plantas de Almacenamiento para Depósito de Gas L.P., las Plantas de Suministro, las Plantas de Almacenamiento para Distribución y las Estaciones de Gas L.P., para Carburación, se ubicarán respecto a los predios colindantes, de conformidad con lo dispuesto por las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

En los predios circundantes por seguridad se podrán establecer zonas intermedias de salvaguarda, conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

#### **Artículo 97. Inspecciones por la Procuraduría Federal del Consumidor.**

La Procuraduría Federal del Consumidor llevará a cabo las atribuciones que le competen en los términos de la Ley Federal de Protección al Consumidor.

### **CAPÍTULO XV.**

#### **RECLAMACIONES Y CONTROVERSIAS**

##### **Artículo 98. Reclamaciones y Controversias.**

Las reclamaciones y controversias derivadas de los servicios regulados por este Reglamento, se sujetarán a lo siguiente:

- I. Cuando el Adquirente o el Usuario Final consideren que los actos del Permisionario o de Petróleos Mexicanos no se apeguen a lo dispuesto en la Ley o este Reglamento, podrán presentar reclamación por escrito al Permisionario o Petróleos Mexicanos. El Adquirente o el Usuario Final tendrá un plazo de quince días para presentar la reclamación, contado a partir del día siguiente a aquél en que tenga conocimiento del acto que reclame;
- II. El Permisionario y Petróleos Mexicanos, darán respuesta a toda reclamación, de manera razonada y por escrito, dentro de los quince días siguientes a su presentación. La respuesta dejará sin efecto, modificará o confirmará el acto objeto de reclamación, según proceda;

- III. El Permisario y Petróleos Mexicanos deberán colocar en sus oficinas de atención al público, avisos que identifiquen el lugar donde serán recibidas las reclamaciones de los Adquirentes o Usuarios Finales;
- IV. Cuando el Adquirente o el Usuario Final no reciban respuesta dentro del término de 15 días siguientes a la presentación de su reclamación, o cuando habiéndola recibido considere que no se apega a lo dispuesto en la Ley o en este Reglamento, podrá solicitar la intervención de la Procuraduría Federal del Consumidor, de la Secretaría o de la Comisión conforme a las fracciones siguientes;
- V. Los Adquirentes o Usuarios Finales que no tengan carácter de consumidores en términos de la Ley Federal de Protección al Consumidor, podrán solicitar la intervención de la Secretaría o de la Comisión, según corresponda, a fin de que éstas supervisen y vigilen el cumplimiento de las disposiciones jurídicas aplicables;
- VI. El plazo para solicitar la intervención de la Secretaría o de la Comisión, cuando así proceda, será de quince días contado a partir del día siguiente a aquél en que la respuesta haya sido notificada o del vencimiento del término que se establece en la fracción IV de este artículo;
- VII. La solicitud de intervención deberá presentarla por escrito el Adquirente o el Usuario Final ante la Secretaría o la Comisión, según corresponda, y cumplir con los requisitos siguientes:
- a) Señalar nombre, denominación o razón social del Adquirente o Usuario Final y el domicilio para recibir notificaciones;
  - b) Acompañar la documentación que acredite la personalidad cuando se actúe en nombre y representación de otra persona;
  - c) Presentar original o copia certificada de los documentos que contengan el acto motivo de la reclamación y, en su caso, la respuesta del Permisario o Petróleos Mexicanos;
  - d) Precisar las razones por las que el acto no se apega a las disposiciones de la Ley o de este Reglamento y el perjuicio que esto le cause, y
  - e) Presentar las pruebas que ofrezca, mismas que deberán tener relación inmediata y directa con el acto que se reclame;
- VIII. La Secretaría o la Comisión, según corresponda, resolverán sobre la admisión de la solicitud de intervención en el término de cinco días, contado a partir del día siguiente a su presentación. Asimismo, dentro de los tres días siguientes a dicha resolución pondrán el expediente a disposición del Permisario o de Petróleos Mexicanos por un plazo de cinco días para que manifieste por escrito lo que a su derecho convenga y aporte las pruebas que estime convenientes.
- Si como resultado de la supervisión y vigilancia que realice la Secretaría o la Comisión, según corresponda, se concluye que el acto reclamado del Permisario o de Petróleos Mexicanos no se ajusta a las disposiciones de la Ley o de este Reglamento, emitirá resolución, dentro de los quince días siguientes a la integración del expediente

respectivo, a efecto de requerir al Permisionario o a Petróleos Mexicanos para que, en el término perentorio que le fije, deje sin efecto parcial o totalmente dicho acto de acuerdo con las consideraciones que la misma resolución establezca;

**IX.** El Permisionario y Petróleos Mexicanos deberán elaborar y presentar en los meses de febrero y agosto de cada año a la Secretaría o a la Comisión, según corresponda, un informe semestral sobre:

- a) Las reclamaciones recibidas y resueltas;
- b) Los asuntos en que haya intervenido la Secretaría o la Comisión y, en su caso, las resoluciones definitivas recaídas, y
- c) El seguimiento dado a las reclamaciones dentro del periodo;

**X.** Para la solución de las controversias que se deriven de la interpretación y el cumplimiento de los contratos celebrados en términos de este Reglamento, el Permisionario podrá proponer a los Adquirentes o Usuarios Finales, un procedimiento arbitral.

Los Adquirentes o Usuarios Finales, podrán optar por el procedimiento arbitral propuesto por el Permisionario o por el establecido en la legislación aplicable.

Si la controversia de que se trate se resuelve mediante el procedimiento de arbitraje, el laudo que en su caso se dicte, tendrá el carácter de definitivo.

**XI.** Para la solución de las controversias que se deriven de las actividades y servicios competencia de la Comisión, se estará a lo dispuesto en el artículo 9 de la Ley de la Comisión Reguladora de Energía.

Las controversias que surjan entre el Permisionario o Petróleos Mexicanos y los Adquirentes o Usuarios Finales que tengan el carácter de consumidor en los términos de la Ley Federal de Protección al Consumidor, serán resueltas conforme a lo establecido en dicha Ley.

## **CAPÍTULO XVI.**

### **SANCIONES**

#### **Artículo 99. Sanciones.**

El incumplimiento a las disposiciones de este Reglamento será sancionada administrativamente de conformidad a lo dispuesto por el primer párrafo del artículo 15 de la Ley, por la Secretaría o la Comisión, en el ámbito de sus atribuciones, de la manera siguiente:

- i.** Tratándose de Ventas de Primera Mano:
  - a) Por incumplir con las Directivas que al efecto establezca la Comisión, con multa de 10,000 a 50,000 veces el salario mínimo;
  - b) Por violar los términos y condiciones generales a que se refiere el artículo 13 de este Reglamento, con multa de 10,000 a 100,000 veces el salario mínimo;

- c) Por violar el precio máximo a que se refiere el artículo 11 de este Reglamento, con multa de 50,000 a 100,000 veces el salario mínimo, y
  - d) Por incurrir en cualquiera de las prácticas indebidas previstas en el artículo 15 de este Reglamento, con multa de 50,000 a 100,000 veces el salario mínimo;
- II. Por utilizar personal en áreas de atención al público sin identificación que señale el nombre del empleado en cuestión y que identifique al Permisionario respectivo, con multa de 2,000 a 5,000 veces el salario mínimo;
  - III. Por iniciar operaciones de Transporte, Almacenamiento o Distribución sin presentar aviso previo a que se refiere el Capítulo XIII de este Reglamento, a la Secretaría o a la Comisión, según corresponda, con multa de 5,000 a 10,000 veces el salario mínimo;
  - IV. Por modificar las condiciones de operación del servicio de Transporte, Almacenamiento o Distribución, sin previo aviso a la Secretaría o a la Comisión, según corresponda, con multa de 5,000 a 20,000 veces el salario mínimo;
  - V. Por modificar las condiciones técnicas en las instalaciones para el Transporte, Almacenamiento o Distribución, con multa de 5,000 a 20,000 veces el salario mínimo;
  - VI. Por llevar a cabo las actividades de Transporte, Almacenamiento o Distribución, sin seguro vigente que cubra la responsabilidad por daños a terceros, con multa de 10,000 a 30,000 veces el salario mínimo;
  - VII. Por no proporcionar información a la Secretaría o a la Comisión, en términos de este Reglamento, con multa de 10,000 a 30,000 veces el salario mínimo;
  - VIII. Por suspender el servicio de Transporte, Almacenamiento o Distribución, sin previo aviso a la Secretaría o a la Comisión, según corresponda, con multa de 10,000 a 50,000 veces el salario mínimo;
  - IX. Por realizar las actividades sujetas a permiso conforme a este Reglamento sin el permiso respectivo de la Secretaría o de la Comisión, en el ámbito de sus respectivas atribuciones, con multa de 50,000 a 75,000 veces el salario mínimo;
  - X. Por no respetar los precios o tarifas máximas que se establezcan en virtud de este Reglamento con multa de 50,000 a 100,000 veces el salario mínimo;
  - XI. Tratándose de Transporte:
    - a) Por transportar Gas L.P., por medio de Auto-tanques, Semirremolques, Carro-tanques o Buque-tanques, sin presentar el aviso previo a la Secretaría, a que se refiere el Capítulo XIII de este Reglamento, con multa de 5,000 a 10,000 veces el salario mínimo;
    - b) Por transportar Gas L.P., sin identificación de Auto-tanques, Semirremolques, Carro-tanques o Buque-tanques, o cuando estén identificados con el logotipo o marca comercial de otro Permisionario que no pertenezca al mismo grupo corporativo con multa de 5,000 a 30,000 veces el salario mínimo, y

- c) Por realizar actividades de Distribución utilizando Auto-tanques o Semirremolques autorizados para prestar el servicio de Transporte, con multa de 50,000 a 75,000 veces el salario mínimo;

**XII. Tratándose del Transporte por medio de Ducto:**

- a) Por enajenar los sistemas o gravar el permiso sin la autorización o el aviso correspondiente, aun cuando se trate de Distribución por Ducto, con multa de 10,000 a 80,000 veces el salario mínimo;
- b) Por realizar subsidios cruzados en la prestación de sus servicios, con multa de 10,000 a 100,000 veces el salario mínimo;
- c) Por incumplir las condiciones y obligaciones contenidas en los títulos de permiso, con multa de 10,000 a 100,000 veces el salario mínimo;
- d) Por no permitir el acceso abierto, la interconexión de otros Permisionarios o no extender o ampliar sus instalaciones, con multa de 20,000 a 100,000 veces el salario mínimo, y
- e) Por incumplir las restricciones a que se refiere el artículo 34 de este Reglamento, con multa de 50,000 a 100,000 veces el salario mínimo;

**XIII. Tratándose de Distribución:**

- a) Por realizar el llenado de Recipientes Portátiles fuera de la Planta de Almacenamiento para Distribución, salvo en el caso que expresamente lo permitan las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, con multa de 5,000 a 15,000 veces el salario mínimo;
- b) Por poseer, llenar de Gas L.P., Transportar, remarcar o de cualquier otra forma utilizar en la Distribución Recipientes Portátiles marcados con el nombre, razón social o marca comercial de otro Distribuidor, salvo en los casos expresamente permitidos en este Reglamento, con multa de 10,000 a 30,000 veces el salario mínimo, y
- c) Por vender Gas L.P., en Equipos de Aprovechamiento de Gas L.P., en Motores de Combustión Interna fuera de las Estaciones de Gas L.P., para Carburación, con multa de 10,000 a 30,000 veces el salario mínimo, y

**XIV. Por incumplir cualquiera de las demás obligaciones a cargo de los Permisionarios, con multa de 1,000 a 20,000 veces el salario mínimo.**

En caso de reincidencia, se duplicará el monto de la sanción, la cual no deberá exceder 100,000 veces el salario mínimo.

Para efectos del presente capítulo se entiende por salario mínimo, el salario mínimo general diario vigente en el Distrito Federal al momento de cometerse la infracción.

## **CAPÍTULO XVII.**

### **PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO**

#### **Artículo 100. Notificaciones y Requerimientos.**

Las resoluciones, requerimientos y solicitudes de informe realizadas por las autoridades a que se refiere este Reglamento, se notificarán al interesado en forma personal en los términos de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

Para los efectos de este Reglamento, se entenderá por día, un día hábil conforme a la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

#### **Artículo 101. Procedimiento para la Expedición de Directivas.**

Cuando la expedición de Directivas se lleve a cabo mediante el procedimiento de consulta pública, se observará lo siguiente:

- I. La Comisión publicará en el **Diario Oficial de la Federación** la materia que se pretenda regular con la Directiva, los temas que habrá de tratar, la descripción de la información que requiera para su elaboración o, en su caso, el proyecto de directiva que al efecto hubiere formulado. En este último caso no se aplicarán al procedimiento las fracciones II y III de este artículo;
- II. Los interesados podrán presentar a la Comisión sus comentarios, la información que consideren relevante o el contenido del anteproyecto que hubieren formulado, en un plazo de dos meses contados a partir de la publicación a que se refiere la fracción anterior;
- III. La Comisión estudiará los comentarios, la información y los anteproyectos recibidos y formulará un proyecto de Directiva que será publicado en el **Diario Oficial de la Federación** en el término de un mes a partir de la expiración del plazo para recibir comentarios;
- IV. Cualquier interesado podrá presentar a la Comisión los comentarios que tuviere con relación al proyecto de Directiva en el plazo que se señale, que en ningún caso podrá ser inferior a un mes a partir de la publicación del proyecto, y
- V. Dentro del mes siguiente a la fecha en que termine el plazo a que se refiere la fracción anterior, la Comisión estudiará los comentarios recibidos y, en su caso, expedirá la Directiva, la cual será publicada en el **Diario Oficial de la Federación** por lo menos con un mes de anticipación a su entrada en vigor.

En cualquier etapa del procedimiento la Comisión podrá convocar a audiencias para conocer las necesidades y puntos de vista de los interesados sobre el objeto y contenido de la Directiva.

#### **Artículo 102. Recursos Administrativos.**

Contra los actos de la Secretaría, en la vía administrativa, se podrá interponer el recurso de revisión a que se refiere la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

Contra los actos de la Comisión, en la vía administrativa, se podrá interponer el recurso de reconsideración a que se refiere su propia ley.

## TRANSITORIOS

**PRIMERO.-** El presente decreto entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

**SEGUNDO.-** Se abroga el Reglamento de Distribución de Gas Licuado de Petróleo, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 25 de noviembre de 1993.

**TERCERO.-** Las personas físicas y morales que actualmente cuentan con autorizaciones para prestar el servicio de Distribución expedidas en términos del Reglamento de Distribución de Gas publicado el 29 de marzo de 1960 o del Reglamento de Distribución de Gas Licuado de Petróleo, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 25 de noviembre de 1993, continuarán realizando los servicios correspondientes y contarán con un plazo de 180 días naturales contados a partir de que entre en vigor este Reglamento para solicitar el canje de sus actuales autorizaciones por permisos expedidos en los términos de este Reglamento. La Secretaría realizará los canjes en forma automática, respetando en todo momento los derechos adquiridos de los titulares de las autorizaciones actuales, previa solicitud por escrito del titular acompañando únicamente copia de su autorización vigente. Los permisos correspondientes ampararán la operación tanto de las Plantas de Almacenamiento para Distribución en cuestión como de las Bodegas de Distribución, Semirremolques, Auto-tanques, Vehículos de Reparto y demás infraestructura que actualmente se encuentre operando en los términos del Reglamento que se abroga. Lo establecido en este artículo también aplicará para las personas que se encuentran prestando servicios de transporte y bodegas de distribución, conforme al ordenamiento que se abroga, previa solicitud por escrito en la que se señale el número de control del transportista respectivo.

**CUARTO.-** Las personas a las que se refiere el artículo tercero transitorio anterior, que continúen prestando los Servicios de Distribución se sujetarán a las disposiciones de este Reglamento a partir de su entrada en vigor, salvo las obligaciones que se describen a continuación para las que tendrán los siguientes plazos:

- I. Hasta el 30 de septiembre de 1999, para marcar sus Semirremolques, Auto-tanques y Vehículos de Reparto conforme a lo establecido en la fracción I del artículo 61 de este Reglamento;
- II. Hasta el 30 de septiembre de 1999, para marcar los Recipientes Portátiles en los que se comercializan Gas L.P., conforme a lo establecido en la fracción II del artículo 61 de este Reglamento, en el entendido de que en relación con los Recipientes Portátiles que se encuentren en uso a la entrada en vigor de este Reglamento, los Distribuidores no tendrán la obligación de adquirir la propiedad de los

mismos sino bastará que se obtenga la posesión. Los Recipientes Portátiles fabricados con posterioridad a la entrada en vigor de este Reglamento deberán ser propiedad de cada Distribuidor. El marcado de los Recipientes Portátiles deberá realizarse en las instalaciones del Distribuidor o en otras instalaciones industriales adecuadas para tales efectos y no en los domicilios, plantas comerciales o plantas industriales de los Usuarios Finales;

- III. Hasta el 31 de diciembre de 1999, para dejar de vender Gas L.P., a Usuarios Finales en Recipientes Portátiles distintos a Minitanques en las Plantas de Almacenamiento para Distribución;
- IV. Hasta el 30 de septiembre del año 2000, para que los Distribuidores hayan sustituido el 17% de su parque de Recipientes Portátiles;
- V. Hasta el 30 de marzo del año 2001, con el objeto de que los Distribuidores hasta esta fecha hayan sustituido el 23% del parque de Recipientes Portátiles, y
- VI. Hasta el 30 de marzo del año 2005, fecha en la que el 100% de los Recipientes Portátiles serán sustituidos, y serán propiedad del Distribuidor debiendo cumplir con la normatividad aplicable a los Recipientes Portátiles.

**QUINTO.-** La solicitudes pendientes de resolución promovidas conforme al Reglamento que se abroga serán substanciadas en términos de este Reglamento. Los demás procedimientos administrativos que se encuentren en trámite a la entrada en vigor de este Reglamento, continuarán substanciándose y se resolverán de acuerdo con las disposiciones contenidas en el abrogado ordenamiento.

Los titulares de autorizaciones expedidas con base en el Reglamento publicado el 29 de marzo de 1960, cuyo término haya fenecido y tengan solicitado el canje, con base en el artículo tercero transitorio del Reglamento que se abroga, podrán acogerse a lo dispuesto por el artículo tercero transitorio de este Reglamento.

Las personas que actualmente realizan actividades de conducción de Gas L.P., por medio de Ductos podrán continuar realizando dichas actividades pero, en todo caso, deberán solicitar a la Comisión, dentro de los 180 días siguientes a la entrada en vigor de este Reglamento, el permiso correspondiente.

**SEXTO.-** Petróleos Mexicanos contará con un plazo de seis meses a partir de la entrada en vigor de este Reglamento para presentar ante la Comisión para su aprobación los términos y condiciones generales que regirán las ventas de primera mano de Gas L.P.

A partir de la entrada en vigor de este Reglamento y hasta la aprobación de los términos y condiciones generales que regirán las ventas de primera mano de Gas L.P., Petróleos Mexicanos seguirá suministrando Gas L.P., conforme a los contratos que tiene actualmente celebrados con sus clientes.

El Ejecutivo Federal a través de la Secretaría de Energía determinará en el año 2002, de acuerdo a los estudios técnicos realizados, si el lugar de ventas de

primera mano de Gas L.P., de Petróleos Mexicanos, se seguirá llevando a cabo en términos del artículo 10 de este Reglamento, o únicamente en sus Centros Procesadores.

**SÉPTIMO.-** Petróleos Mexicanos deberá prestar, en la medida de sus posibilidades técnicas, el servicio de Transporte por medio de Ductos conforme a las disposiciones de este Reglamento. Los interesados en obtener dicho servicio deberán solicitarlo por escrito a Petróleos Mexicanos y remitir copia de la solicitud a la Comisión Reguladora de Energía. Petróleos Mexicanos deberá dar respuesta a dicha solicitud en el término de un mes.

Petróleos Mexicanos podrá negar el servicio de Transporte por Ductos sólo cuando no cuente con capacidad disponible o existan impedimentos técnicos, en cuyo caso deberá manifestar por escrito las razones que justifiquen la negativa y enviará copia de la misma a la Comisión Reguladora de Energía, que podrá intervenir en los términos de las disposiciones jurídicas aplicables.

Petróleos Mexicanos contará con un plazo de veinticuatro meses a partir de la entrada en vigor de este Reglamento, para establecer y poner en operación los sistemas de información y los mecanismos y equipos necesarios para el acceso a sus Sistemas de Ductos. Para tal efecto, Petróleos Mexicanos deberá someter a la aprobación de la Comisión, dentro de los seis meses siguientes a la entrada en vigor de este Reglamento, un programa detallado sobre la forma en que otorgará el acceso a dichos Sistemas de Ductos. El programa deberá dar prioridad a aquellos mercados con mayor potencial competitivo.

**OCTAVO.-** Petróleos Mexicanos continuará realizando sus actividades de Transporte por medio de Ductos, en los términos de la Ley y este Reglamento, para lo cual se le considerará otorgado un permiso provisional. Salvo lo dispuesto en el segundo párrafo de la fracción III del artículo 51 de este Reglamento, le serán aplicables a Petróleos Mexicanos, en lo conducente, las disposiciones relativas al Transporte por medio de Ductos.

Petróleos Mexicanos contará con un plazo de un mes contado a partir de la entrada en vigor de este Reglamento para presentar ante la Comisión, para su aprobación, las tarifas provisionales aplicables al servicio de Transporte, que estarán en vigor hasta que Petróleos Mexicanos obtenga su permiso definitivo.

Petróleos Mexicanos deberá solicitar a la Comisión los permisos que correspondan en los términos del Capítulo III de este Reglamento, dentro de los ocho meses siguientes a la entrada en vigor del mismo. Una vez presentada la solicitud debidamente requisitada, la Comisión expedirá los permisos de Transporte por medio de Ductos respectivos en un plazo no mayor a cuatro meses.

Dado en la Residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México,  
Distrito Federal,  
a los veintitrés días del mes de junio de mil novecientos noventa y nueve.-  
**Ernesto Zedillo Ponce de León.**- Rúbrica.- El Secretario de Energía, **Luis Téllez**  
**Kuenzler.**- Rúbrica.- El Secretario de Comercio y Fomento Industrial, **Herminio**  
**Blanco Mendoza.**- Rúbrica.

# ***BIBLIOGRAFÍA***

## LIBROS

1. Banco de México, S.A. Informes preliminares oficina de investigaciones industriales. Producción v Distribución de Gas Licuado de Petróleo. México 1951.
2. Chow Pangtay, Susana. Petroquímica y Sociedad México 1987. Fondo de Cultura Económica. La ciencia desde México 39".
3. Considine Douglas M. Tecnología del Petróleo. México 1988. Ediciones Marcom
4. OIT. Control de Riesgos de Accidentes Mayores. México 1993. Editorial Alfa Omega.
5. Ramirez Cavassa C. Seguridad Industrial. Un enfoque Integral. México 1991. Segunda Edición. Ed. Limusa.
6. Rodellar Lisa Adolfo. Seguridad e higiene en el trabajo. Barcelona España 1988. Editorial Marcombo
7. SEDIGAS. Formación de agentes de seguridad exteriores. Barcelona España 1994. Segunda Edición.
8. The Institute of Petroleum. Moderna Tecnología del Petróleo. Zaragoza España 1963. Editorial Reverte.
9. Francis Wilfrid. Los combustibles y su Tecnología España 1969. Ediciones Urmo.
10. William A.F, Lom W.L Liquefied Petroleum Gases. Gran Bretaña 1982. 2a. Edición Jhon Wiley & Sons.

## MANUALES

1. Austin George T. Manual de Procesos químicos en la industria. México 1992. Ed. Mc Graw Hill.
2. Bland William F, Davison. Robert L. Petroleum Processing Handbook. USA 1967. Ed. Mc Graw Hill.
3. Janania Abrahan Camilo. Manual de seguridad e Higiene Industrial. México 1989. Ed. Limusa.
4. Riegel Manual de Riegel de Química Industrial. México 1984. Cía. Ed. Continental
5. SEDIGAS. Manual del gas y sus aplicaciones. Barcelona España 1995. Segunda Edición .

## DICCIONARIOS Y ENCICLOPEDIAS

1. Daintith John. Diccionario de Química. México 1992. Primera Edición, novena reimpresión grupo editorial norma educativa.
2. García Pelayo y Gross Ramón. Pequeño Larousse Ilustrado México 1984. Ediciones Larousse.
3. Hawley. Diccionario de Química y Productos Químicos. Barcelona 1993. Ediciones Omega.
4. Kirk-Othmer. Encyclopedia Of Chemical Technology. Usa 1981. Third Edition Volume 14. Ed. Jhon Wiley & Sons; Inc.
5. PERRY Rober H, Chilton Cecil H. Biblioteca del Ingeniero Químico. México 1986. Segunda Edición En Español Volumen III Ed. Mc -Graw Hill.

## TESIS

1. Gutiérrez guerrero Jorge. Desarrollo de un paquete de ingeniería básica para una central de almacenamiento de gas L.P. 1992 UNAM (FES Zaragoza).

## REVISTAS

1. Domínguez Bentacourt Ramón. ¿Sabe de la Importancia de Contar con una "Normateca"? Revista Mexicana de Higiene y Seguridad. Enero 1998.
2. Ramírez Eduardo. Principios Básicos de la Administración de la Seguridad Para Alta Gerencia. Revista Mexicana de Higiene y Seguridad. Febrero 1998
3. Zamorano García Ignacio D. Higiene Industrial: Concepto y Alcances. Revista Mexicana de Higiene y Seguridad. Mayo 1997

## OTROS

1. Petróleos Mexicanos. Panorama del Gas Licuado. F. Mondragón. México 1971
2. Petróleos Mexicanos. Curso de seguridad industrial UNAM PEMEX L.M.L.Q. Francisco Ontiveros Ortiz, marzo 1996
3. Petróleos Mexicanos. Administración en la seguridad de los procesos. Subdirección de gas licuado y petroquímicos básicos. 1998
3. Diario Oficial de la Federación. Reglamento de la distribución de gas. 29 de marzo de 1960.

# ***GLOSARIO***

<b>Absorbente:</b>	Que absorbe
<b>Absorción:</b>	Proceso mediante el cual un gas es retenido por un líquido o sólido
<b>Accidente:</b>	Suceso eventual imprevisto
<b>Aceites lubricantes:</b>	Hidrocarburo pesado obtenido por destilación
<b>Alcano:</b>	Tipo de hidrocarburo de fórmula $C_nH_{2n}$ . Los alcanos son compuestos saturados sin enlaces dobles o triples.
<b>Alquilación:</b>	Agregar un clacano a un alqueno.
<b>Alqueno:</b>	Tipo de hidrocarburo de fórmula $C_nH_{2n}$ . Los alquenos son compuestos insaturados que contienen enlaces dobles entre átomos de carbono.
<b>Alumina:</b>	Polvo blanco, casi insoluble en agua, reacciona con álcalis y ácidos.
<b>Análisis espectrométrico:</b>	Cualquiera de varias técnicas para analizar los espectros de energía de haces de partículas o para determinar el espectro de masas.
<b>Átomo:</b>	Parte más pequeña de un elemento capaz de tomar parte en reacciones químicas.
<b>Atrincherar:</b>	Resguardar con excavaciones que llevan muros a ambos lados.
<b>Carbón:</b>	combustible sólido de color negro, de origen

	vegetal, que contiene una proporción elevada de carbono.
<b>Catalizador:</b>	Dícese de lo que provoca y fija una reacción.
<b>Combustible:</b>	Materia que al quemarse produce energía calorífica.
<b>Composición:</b>	Proporción de los elementos que forman parte de un cuerpo.
<b>Compresión:</b>	Hacer presión sobre un cuerpo de modo que ocupe menos volumen.
<b>Condensación:</b>	Conversión de un gas o vapor en líquido o sólido por enfriamiento.
<b>Condiciones inseguras:</b>	Toda falla o defecto que existe en el medio en que se actúa y que representa un riesgo de que ocurra un accidente.
<b>Conexión:</b>	Enlace, relación, unión.
<b>corrosión:</b>	Reacción de un metal con un ácido, oxígeno, y otro compuesto con destrucción de la superficie del metal. }
<b>Defoliación:</b>	Caída prematura de las hojas de los vegetales.
<b>Descomunal:</b>	Extraordinario, enorme
<b>Destilación fraccionada:</b>	Destilación que se realiza con reflujo parcial utilizando una columna vertical larga (columna de fraccionamiento).

<b>Difusión:</b>	Acción y efecto de extender o derramar un fluido.
<b>Diluir:</b>	Añadir líquido en las disoluciones.
<b>Dimetil sulfuro:</b>	Compuesto que consta de azufre H y C $\text{CH}_3=\text{S}=\text{CH}_3$
<b>Drenado:</b>	Dar salida al agua o líquidos.
<b>Etilmercaptano:</b>	Sustancia que le da un mal olor al gas l. p. para su uso domestico y se prevea en caso de fuga.
<b>Emplazar:</b>	Colocar, situar
<b>Extracción:</b>	Acción y efecto de arrancar o extraer.
<b>Filtración:</b>	Paso de la destilación fraccionada.
<b>Gas de agua:</b>	Mezcla de monóxido de carbono e hidrógeno que se produce al pasar vapor sobre coque al rojo vivo o combinado con hidrocarburos por ejemplo: $\text{C}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightarrow \text{CO}_{(g)} + \text{H}_2_{(g)}$ $\text{CH}_{4(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightarrow \text{CO}_{(g)} + 3\text{H}_2_{(g)}$
<b>Gas natural:</b>	Gas combustible que se encuentra en ciertas capas geológicas, cuya composición esta constituida principalmente por metano.
<b>Gas pobre:</b>	Mezcla de monóxido de carbono (25-30%) nitrógeno (50-55%) e hidrógeno (10-15%) que se prepara haciendo pasar aire con un poco de vapor a través de una capa gruesa de coque blanco caliente en un horno o "gasógeno". El gas de aire encuentra aplicaciones en el calentamiento industrial, como por ejemplo en el calentamiento de

retortas y refractarios de vidrio.

**Gases de combustión:** Gases que se producen cuando se lleva a cabo la combustión y son  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ .

**Hidrocarburos:** Compuesto formado por carbono e hidrógeno.

**Hidrocarburos acíclicos saturados:** Compuestos no aromáticos con enlaces sencillos de carbono e hidrógeno.

**Hidrocarburo cíclicos saturados:** Compuestos que contiene enlaces dobles entre átomos de carbono y son aciclicos.

**Hidrocarburo cíclico no saturados:** O aromáticos son compuestos con dobles ligaduras alternadas formando un anillo.

**Hidrocarburos acíclicos no saturados:** Compuestos llamados también etilenicos formado por la combinación de anillos y cadenas.

**Ignifugo:** Que protege contra el incendio.

**Inherente:** Que por su naturaleza está intimamente unido a otra cosa.

**Inflamable:** Que es capaz de encender algo levantando llama.

**Licuefacción:** Paso de un gas al estado líquido.

**Litargirio:** Protoxido de plomo

**Mercaptano:** Sustancia que causa mal olor.

**Molécula:** Partícula formada por la combinación de átomos en

	una proporción de números enteros.
<b>Octanaje:</b>	Número de octanos que tiene un carburante.
<b>Olefina:</b>	Alqueno
<b>Oquedades:</b>	Huecos
<b>Papel tornasol:</b>	Papel que cambia de color cuando está en contacto con ácidos y álcalis; por encima de un pH de 8.3 es azul y por debajo de un pH de 4.5 es rojo. Por consiguiente, indica la acidez o basicidad de una solución.
<b>Parafina:</b>	Alcano
<b>Partes por millon:</b>	Cantidad muy pequeña que puede como parámetro de impurezas o composición de una sustancia.
<b>Peso molecular:</b>	Relación del promedio de masa por molécula.
<b>Prácticas inseguras:</b>	Es un acto ejecutado erróneamente por una persona en la que hay riesgo humano de que ocurra un accidente.
<b>Presión crítica:</b>	Es la presión a la cual un gas a temperatura crítica se convierte l estado líquido.
<b>Prevención:</b>	Precaución
<b>Punto de ebullición:</b>	Es la temperatura a la cual un líquido hierve cuando la presión externa es 1 atm.

<b>Punto triple:</b>	Es la temperatura a la cual las fases sólida, líquida y gaseosa coexisten en equilibrio.
<b>Purgado:</b>	Eliminar de una canalización o de una máquina un fluido cuya presencia puede dificultar el funcionamiento normal.
<b>Refinación:</b>	Operación que consiste en volver más fino o puro el petróleo, metales, alcohol, etc.
<b>Satinado:</b>	De aspecto análogo al raso.
<b>Soflamado:</b>	Llama tenue
<b>Solubilidad:</b>	Que se puede disolver
<b>Sulfuro de hidrógeno:</b>	$H_2S$ gas incoloro muy venenoso con olor a huevo podrido.
<b>Temperatura crítica:</b>	Es la temperatura más alta a cual es posible convertir un gas líquido.
<b>Válvula:</b>	Dispositivo empleado para regular el flujo de un líquido, un gas, una corriente, etc; de modo que solo pueda ir en un sentido.
<b>Viscosidad:</b>	Es una medida de la resistencia de los líquidos a fluir.
<b>Zeolita:</b>	Miembro de un grupo de aluminio silicatos hidratados que se encuentran en la naturaleza o se fabrican por sus propiedades de intercambio de iones. Se utilizan para ablandar el agua y en la refinación del azúcar.