



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**“IDENTIFICACIÓN Y SEGURIDAD EN EL ALMACENAMIENTO
Y TRANSPORTE DEL GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP)”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTA:

JOSÉ MANUEL PAVÓN VÁZQUEZ

ASESOR:

I.Q. MIGUEL ANGEL VÁZQUEZ FLORES



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U.N.A.M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN
ASUNTO: VOTO APROBATORIO



M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

ATN: M. EN A. ISMAEL HERNÁNDEZ MAURICIO
Jefe del Departamento de Exámenes Profesionales
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: Trabajo de Tesis

Identificación y Seguridad en el Almacenamiento y Transporte del Gas Licuado de Petróleo (GLP).

Que presenta el pasante: José Manuel Pavón Vázquez

Con número de cuenta: 307260356 para obtener el Título de la carrera: Ingeniería Química

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 03 de Junio de 2015.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	<u>Q. Celestino Silva Escalona</u>	
VOCAL	<u>I.Q. Elvia Mayen Santos</u>	
SECRETARIO	<u>I.Q. Miguel Ángel Vázquez Flores</u>	
1er. SUPLENTE	<u>I.Q. Ángel Raygoza Trejo</u>	
2do. SUPLENTE	<u>Dr. Martín Rogelio Cruz Díaz</u>	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

IHM/mmgm*

*I do
appreciate
every
single
person
involved
in this
fantastische
arbeit.*

Danke!!!

ÍNDICE

Contenido	Página
Objetivos.....	7
Introducción.....	7
Capítulo I. “Sistema de clasificación de riesgo de sustancias peligrosas, de acuerdo con la Guía de Respuesta en caso de emergencia”.....	9
▪ Introducción.....	9
▪ Clase 1. Explosivos.....	9
➤ División 1.1 – Explosivos con un peligro de explosión en masa.....	9
➤ División 1.2 – Explosivos con un riesgo de proyección.....	10
➤ División 1.3 – Explosivos con riesgo de fuego predominante.....	10
➤ División 1.4 – Explosivos con un riesgo de explosión no significativo.....	11
➤ División 1.5 – Explosivos muy insensibles; explosivos con peligro de explosión en masa.....	11
➤ División 1.6 – Artículos extremadamente insensibles.....	12
▪ Clase 2. Gases.....	13
➤ División 2.1 – Gases inflamables.....	13
➤ División 2.2 – Gases no-inflamables, no tóxicos.....	13
➤ División 2.3 – Gases tóxicos.....	14
▪ Clase 3. Líquidos inflamables.....	15
▪ Clase 4. Sólidos inflamables; Materiales espontáneamente combustibles; y	
▪ Materiales peligrosos cuando se humedecen/Sustancias reactivas con el Agua.....	16
➤ División 4.1 – Sólidos inflamables.....	16
➤ División 4.2 – Materiales espontáneamente combustibles.....	16
➤ División 4.3 – Sustancias reactivas con el agua/ Materiales peligrosos cuando se humedecen.....	17
▪ Clase 5. Sustancias oxidantes y peróxidos orgánicos.....	18
➤ División 5.1 – Sustancias oxidantes.....	18
➤ División 5.2 – Peróxidos orgánicos.....	19
▪ Clase 6. Sustancias tóxicas y sustancias infecciosas.....	20
➤ División 6.1 – Sustancias tóxicas.....	20
➤ División 6.2 – Sustancias infecciosas.....	20
▪ Clase 7. Materiales radiactivos.....	21
▪ Clase 8. Sustancias corrosivas.....	22
▪ Clase 9. Materiales, sustancias y productos peligrosos misceláneos.....	22

Contenido	Página
Capítulo II. “Identificación, caracterización y propiedades de las sustancias Gaseosas”	25
➤ Introducción.....	25
➤ Principales propiedades de las sustancias gaseosas.....	26
➤ Teoría y leyes de las sustancias gaseosas.....	27
- Comportamiento de gases ideales.	
- Comportamiento de gases reales.	
➤ Gases nobles.....	32
➤ Sustancias gaseosas útiles en la Industria Química.....	33
Capítulo III. “El Gas Licuado de Petróleo (GLP)”	36
➤ Introducción.....	36
➤ Proceso de obtención del Gas L.P.....	37
➤ Composición del Gas Licuado de Petróleo.....	38
➤ Principales usos del Gas Licuado de Petróleo.....	39
➤ Panorama internacional del mercado de Gas L.P.....	40
➤ Prospectiva del mercado nacional de Gas L.P.....	43
➤ Ventajas/Desventajas frente a otros combustibles.....	44
Capítulo IV. “Identificación y Seguridad en el almacenamiento del Gas Licuado de Petróleo (GLP)”	46
➤ Introducción.....	46
4.1 - Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, Transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, de acuerdo con la NOM-005-STPS-1998.....	47
4.2 - Procedimientos de seguridad en el manejo y almacenamiento de materiales, conforme a la NOM-006-STPS-2014.....	48
4.3 - Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo, según PROY-NOM-018-STPS-2014.....	50
4.4 - Señales de seguridad e higiene, conforme a la NOM-026-STPS-2008.....	54
4.5 - Equipo de protección personal, de acuerdo a la NOM-17-STPS-2008.....	56
4.6 - Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo, conforme a la NOM-002-STPS-2010.....	57
4.7 - Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas, de acuerdo con la NOM-028-STPS-2012.....	59
4.8 - Condiciones de seguridad de los recipientes portátiles para contener Gas L.P. en uso, conforme a la NOM-011/1-SEDG-1999.....	61
4.9 - Reguladores de baja presión para Gas L.P. Especificaciones y métodos de prueba, de acuerdo con la NOM-015-SESH-2013.....	62

Contenido	Página
Capítulo V. “Identificación y Seguridad en el Transporte del Gas Licuado de Petróleo (GLP)”	65
➤ Introducción.....	65
5.1 - Características de las etiquetas de envases y embalajes, destinados Al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos, conforme a la NOM-003-SCT/2008	66
5.2 - Aspectos relevantes del Reglamento para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos	68
5.3 - Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte terrestre, de acuerdo a la NOM-004-SCT-2008	70
5.4 - Aspectos básicos para la inspección vehicular diaria, según la NOM-006-SCT2/2011	72
5.5 - Peso y dimensiones máximas para los vehículos de Autotransporte, conforme a la NOM-012-SCT-2-2014	75
5.6 - Información técnica de identificación, según la NOM-023-SCT2/2011 ...	78
5.7 - Documento de embarque, conforme a la NOM-043-SCT/2003	80
5.8 - Información de emergencia para el transporte terrestre, de acuerdo con la NOM-005-SCT-2008	81
5.9 - Vehículos para el transporte y distribución de Gas L.P. – Condiciones de seguridad, operación y mantenimiento, según la NOM-007-SESH-2010	82
5.10 - Recipientes transportables para contener Gas L.P. Especificaciones de fabricación, materiales y métodos de prueba, conforme a NOM-008-SESH/SCFI-2010	86
 Conclusiones	 92
Bibliografía	92
 Apéndice	
➤ [A1] Bitácora de horas de servicio y Licencia federal de conducir.	
➤ [B2] Bitácora de inspección ocular diaria.	
➤ [C3] Documento de embarque.	
➤ [D4] Hoja de Emergencia.	

Introducción

Es un hecho que la cantidad de energía que la población requiere continua creciendo de manera importante y, a pesar de existir una serie de alternativas, el Gas Licuado de Petróleo (GLP) se mantiene como la opción ideal en diversos sistemas de nuestra sociedad.

Conocer las principales propiedades de esta sustancia gaseosa, así como el conjunto de disposiciones mexicanas existentes, referentes al almacenamiento y transporte, resulta de vital importancia cuando se desea evitar cualquier tipo de catástrofe en instalaciones o vías de comunicación.

Sumado a lo anterior, incluir el proceso de obtención que Petróleos Mexicanos emplea en sus Complejos Procesadores de Gas (CPG) y las actuales perspectivas de mercado para este combustible que el gobierno mexicano realizó para los próximos años complementa en gran medida la información de este trabajo.

Objetivos

- ***General:***
 - Brindar información actualizada y oportuna, en aspectos de almacenamiento y transporte del principal combustible consumido por la población mexicana, con base en Normativas Oficiales Mexicanas.

- ***Particulares:***
 - Reunir, destacar y analizar los principales aspectos que el acervo de normativas mexicanas establece en relación al Gas Licuado de Petróleo (GLP).

 - Propagar la información que dictamina en conjunto la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT), la Secretaria del Trabajo y Previsión Social (STPS) y la Secretaria de Energía (SENER)

C A P Í T U L O I

Sistema de clasificación de sustancias peligrosas, de acuerdo con la Guía de Respuesta en Caso de Emergencia

- Introducción

Dentro de la industria química, existe una serie de sustancias que deben utilizarse día con día. Con el propósito de catalogar el conjunto de estas sustancias, distintas Organizaciones Internacionales se han reunido en Conferencias desde el año 1992, llegando a originar el Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals. Dentro de este sistema, existen nueve clases distintas que, a su vez, se dividen en determinadas subcategorías dependiendo la naturaleza del producto. Aunque originalmente la clasificación se realizó por parte de la ONU, el objetivo es que su uso se expanda a cada país y con ello se eviten posibles contingencias.

- Clase 1. Explosivos.

Se refiere a sustancias reactivas que contienen una gran cantidad de energía potencial y pueden llegar a producir una gran detonación, esta clase abarca seis divisiones de materiales explosivos.

- División 1.1: Explosivos con un peligro de explosión en masa.

Esta división engloba sustancias que pueden explotar y consumir toda la carga de manera instantánea. Abarca materiales como:

- ★ Trinitrotolueno (TNT):

Es el explosivo de mayor importancia militar. Se fabrica añadiendo grupos nitro al tolueno en mezclas acidas y reactores de acero. Para eliminar impurezas se añade Sulfito Sódico (6%v/v) y se lava con agua para eliminar otros subproductos. Se inyecta aire caliente, se reduce a escamas, se empaqueta y se vende.

- ★ ANFO (Amino Nitrate Fuel Oil):

Consiste en mezclas explosivas de bajo coste y facilidad de fabricación. Su interés es militar y civil. Su escaso costo, alta higroscopicidad y escasa sensibilidad lo hacen muy útil para obtener mezclas con materiales como el aluminio o el carbón, en una relación 80% - 15% - 5%.

Este tipo de sustancias se identifica por el siguiente pictograma:



- División 1.2: Explosivos con un riesgo de proyección.


Esta clase contiene sustancias que, como resultado de las condiciones de almacenamiento o manufactura, presentan una amenaza de proyección, pero no de explosión en masa. Abarca materiales como:

- ★ Bombas clúster:

Siendo estas grandes armas que contienen desde docenas, hasta cientos de municiones más pequeñas. Existen al menos 210 modelos que pueden arrojarse desde el aire o tierra y que producen 13 países del mundo.

- ★ Granadas:

Consisten en explosivos con un cuerpo metálico esférico que contiene una determinada cantidad de material explosivo. Después de lanzarla y detonarla, los fragmentos metálicos producen heridas mortales en un radio de 5 metros y heridas en un radio de hasta 15 metros.

<p>Este tipo de sustancias se identifica por el siguiente pictograma:</p>	
--	--

- División 1.3: Explosivos con un riesgo de fuego predominante.


Aquí se incluyen sustancias que pueden provocar calor hacia el entorno o que, tras quemar uno tras otro, producen una explosión o proyección menor. Ejemplos de estas sustancias son:

- ★ Pyrodex:

Este es un producto de la compañía Hodgdon Powder y consiste en un polvo oscuro en forma de rocas, similares a las de la lava. Es utilizado como munición en Rifles, pistolas, cartuchos y cañones.

- ★ Dicromato de Potasio:

El cual es un sólido cristalino naranja – rojizo, soluble en agua. Se utiliza en la producción de explosivos y productos pirotécnicos

<p>Este tipo de sustancias se identifica por el siguiente pictograma:</p>	
--	---

- División 1.4: Explosivos con un riesgo de explosión no significativo.


Incluye sustancias que presentan una pequeña probabilidad de ignición durante su transporte. Dicho efecto de ignición está en función del empaque y no hay riesgo de proyección de fragmentos. Cualquier evento externo no debería causar la explosión del contenido del producto. Engloba artículos como:

- ★ Cargas propelentes:

Que son mezclas de explosivos diseñados para lanzar proyectiles desde un arma hacia un determinado objetivo. Estas unidades suelen estar ensambladas en conjunto con los proyectiles.

- ★ Dispositivos de ignición:

También llamados fuze, en inglés, y que consisten en componentes mecánicos o electrónicos que inician una ignición.


<p>Este tipo de sustancias se identifica por el siguiente pictograma:</p>	
--	---

- División 1.5: Explosivos muy insensibles; explosivos con peligro de explosión en masa.

Estas sustancias presentan un peligro de explosión en masa pero son muy insensibles y la probabilidad de ignición o detonación, bajo condiciones de transporte normal, es muy baja. Un ejemplo es:

★ Diperclorato:

Que es un explosivo que combina su buena estabilidad térmica con alta cantidad de energía interna y buen impacto de explosión. En particular se fabrica con Biguanida, un grupo de medicamento que funciona como antidiabético, mezclando 2 moles de ácido perclórico con una mol de Biguanida.


<p>Este tipo de sustancias se identifica por el siguiente pictograma:</p>	 Pictograma de sustancias explosivas 1.5. Es un triángulo invertido de color naranja con un borde negro. En el interior, se lee "1.5" en la parte superior, "BLASTING AGENTS" en el centro y "* 1" en la parte inferior.
--	---

- División 1.6: Artículos extremadamente insensibles.

Involucra sustancias extremadamente insensibles para detonar y que presentan un porcentaje casi nulo de iniciación accidental o propagación. Abarca sustancias como:

★ Munición insensible:

Que consiste en un tipo de munición tan estable, que es capaz de soportar impactos, choques mecánicos e incluso fuego, pero que aún cumple su objetivo de detonar contra un determinado blanco.

<p>Este tipo de sustancias se identifica por el siguiente pictograma:</p>	 Pictograma de sustancias explosivas 1.6. Es un triángulo invertido de color naranja con un borde negro. En el interior, se lee "1.6" en la parte superior, "EXPLOSIVES" en el centro y "* 1" en la parte inferior.
--	---

- Clase 2. Gases

Se refiere a sustancias que presentan gran separación entre partículas, con gran cantidad de energía cinética y que tienden a expandirse. Esta clase incluye 3 divisiones basadas, principalmente, en el riesgo durante su transporte.

- División 2.1: Gases Inflamables.


Aquí se incluyen gases que, a condiciones de temperatura y presión estándar, (20°C, 1 atm) podrían encenderse al mezclarse en una proporción de 13%v/v con el aire. Sustancias con estas características son:

- ★ Gas Licuado de Petróleo (Gas L.P):

Siendo incoloro e inodoro, se obtiene directamente de los mantos petrolíferos y consiste en una mezcla de Propano y Butano (39% - 61%). Representa uno de los principales combustibles en instalaciones comerciales, industriales y domésticas.

- ★ Propano:

Obteniéndose principalmente a partir de la refinación de petróleo o al procesar el gas natural, representa otro combustible útil en equipos de calefacción domésticos, motores de combustión y globos aerostáticos.

<p>Este tipo de sustancias se identifica por el siguiente pictograma:</p>	 El pictograma es un triángulo invertido rojo con una franja blanca en la parte superior que contiene un símbolo de llama blanca. Debajo de la franja, el texto "FLAMMABLE GAS" está escrito en letras blancas mayúsculas. En la parte inferior del triángulo, el número "2" está escrito en blanco.
--	--

- División 2.2: Gases no inflamables, no tóxicos.

Incluye gases que se transportan a una presión y temperatura de, al menos, 20kPa y 20°C, o como líquidos refrigerados que:

- Resultan asfixiantes, pues reemplazan el oxígeno del ambiente.
- Son oxidantes y contribuyen a la combustión de otros materiales de maneras más eficientes que el aire.


Algunas sustancias dentro de esta división, son:

★ Nitrógeno:

Representando cerca del 78% de la composición total de la atmosfera terrestre, este gas se obtiene a través de la licuefacción de aire. Tiene aplicaciones en fertilizantes, colorantes y como conservador en determinados alimentos.

★ Helio:

Con tan solo un 0.0005% de la composición total de la atmosfera, la única fuente de obtención la representan los pozos de gas natural. Es inerte, incoloro e inodoro y se utiliza en resonancia magnética y equipo para soldar.

<p>Este tipo de sustancias se identifica por el siguiente pictograma:</p>	
--	--

- División 2.3: Gases Tóxicos.

Se refiere a gases que:

- Representan una amenaza para la salud humana, pues son tóxicos y corrosivos.
- El valor de LC50 (Concentración Letal) es igual o menor que 5 mL/m³.

Algunos ejemplos son:

★ Cloro:

Con un color amarillo verdoso y un olor desagradable, no se encuentra puro en la naturaleza. Sus usos van desde arma durante la Primera Guerra Mundial, hasta catalizadores o desinfectantes.

★ Fosgeno:

Es un gas incoloro, no inflamable con un olor característico. Suele utilizarse en la industria minera, farmacéutica y de plaguicidas. Este gas es perjudicial para la salud, llegando a dañar gravemente los pulmones.

Este tipo de sustancias se identifica por el siguiente pictograma:



- Clase 3. Líquidos Inflamables:

Consisten en líquidos (o mezcla de líquidos) que contienen sólidos en solución (o suspensión) que ocasionan la existencia de vapores inflamables a una temperatura de 60°C – 65°C. Algunos ejemplos son:

★ Alcohol Desnaturalizado:

Con una determinada preparación, enfocada al uso industrial, es un tipo de etanol al que se le añade sustancias tóxicas para evitar que sea consumido por las personas. Es usado como combustible, como solvente o en sustancias para tratar la madera.

★ Gasolina:

Representa uno de los principales hidrocarburos que se consume a diario en los motores de combustión. El vapor de esta sustancia puede encenderse con tan solo una chispa y causar una explosión.

★ Diésel:

Compuesto por 75% de parafinas y 25% de hidrocarburos aromáticos, representa otro de los principales combustibles en automóviles.

Este tipo de sustancias se identifica por el siguiente pictograma:



- **Clase 4. Sólidos Inflamables; Materiales espontáneamente combustibles; y Materiales peligrosos cuando se humedecen/Sustancias reactivas con el agua**

Esta clase incluye 3 divisiones, las cuales son:

- División 4.1: Sólidos Inflamables.

Dentro de esta división se encuentran los sólidos que, bajo determinadas condiciones de transporte, se convierten en combustibles o contribuyen a la propagación de fuego, ocasionado por constante fricción. También incluye sustancias que reaccionan espontáneamente y que conllevan una reacción exotérmica muy fuerte. Por último, también se incluyen explosivos que, de no diluirse en una proporción adecuada, pueden explotar.

- ★ Fósforos:

Fabricados a partir de madera blanca, las barras se sumergen en disoluciones de silicato sódico con el propósito de impedir que, al arder la cabeza del fosforo, la madera se quemara por si sola.

- ★ Naftalina:

Utilizada principalmente como pesticida, este solido sublima produciendo un vapor inflamable. La exposición a esta sustancia puede provocar tos, irritación ocular, nauseas, dolores de cabeza y vomito.

Este tipo de sustancias se identifica por el siguiente pictograma:



- División 4.2: Materiales espontáneamente combustibles.


Aquí, se incluyen sustancias que pueden comenzar a calentarse bajo condiciones normales de transporte; o calentarse al entrar en contacto con aire y son susceptibles a encenderse.

★ Fósforo Blanco:

Con una estructura molecular distinta al Fósforo, esta sustancia se utiliza como agente incendiario. Es un sólido amarillo que arde al contacto con el oxígeno y es común encontrarlo en la fabricación de bombas en las guerras.

★ Carbón activado:

Siendo un material muy fino que presenta un área superficial excepcionalmente alta, es útil por la gran cantidad de micro poros que presenta. Aunque suele utilizarse para adsorber contaminantes y purificar sustancias, representa un riesgo de combustión espontánea.

<p>Este tipo de sustancias se identifica por el siguiente pictograma:</p>	
--	---

- División 4.3: Sustancias reactivas al agua/Materiales peligrosos cuando se humedecen.

Dentro de esta división se encuentran sustancias que, al entrar en contacto con agua, son susceptibles de ser inflamables espontáneamente o de emitir gases inflamables en cantidades peligrosas.

★ Litio:

Es un metal sólido ligero y blando que se utiliza en lubricantes, en cerámica, en medicamentos y en baterías. Al entrar en contacto con el agua, reacciona de manera violenta y libera vapores que son dañinos para la salud.

★ Sodio:

Es un metal blando, de color plateado, muy abundante. Es utilizado en alimentos, como conservador, en aleaciones y como reactivo analítico. Participa en diversos procesos del metabolismo celular.

Este tipo de sustancias se identifica por el siguiente pictograma:



- Clase 5. Sustancias Oxidantes y Peróxidos orgánicos.

Esta clase cuenta con dos divisiones, las cuales son:

- División 5.1: Sustancias Oxidantes.

Involucra sustancias que, aunque por si mismas no son combustibles, podrían causar o contribuir a la combustión de otro material. Algunos ejemplos son:

- ★ Permanganato de potasio:

Con propiedades desinfectantes y desodorantes, es útil en la limpieza de heridas y curación de enfermedades de la piel. Suele acelerar la combustión de materiales inflamables e incluso puede llegar a causar una explosión.

- ★ Ácido Nítrico (Conc.):

Es un líquido incoloro, bastante corrosivo y de vapores sofocantes. Forma un Azeótropo con el agua y, cuando esta diluido, sus propiedades oxidantes disminuyen en gran medida. Se utiliza en la industria Fertilizante y en la fabricación de colorantes, principalmente.

Este tipo de sustancias se identifica por el siguiente pictograma:



- División 5.2: Peróxidos Orgánicos.

En esta división se incluyen sustancias derivadas del peróxido de hidrogeno, en las cuales, uno, o ambos, hidrógenos han sido sustituidos por radicales orgánicos. Estos peróxidos son térmicamente inestables y llegan a descomponerse produciendo una reacción exotérmica. Además, pueden:

- Ser susceptibles de una descomposición explosiva.
- Quemarse rápidamente.
- Ser sensibles a impactos o fricción.
- Reaccionar violentamente con otras sustancias.
- Causar un gran daño a los ojos.

Algunos ejemplos de estas sustancias son:

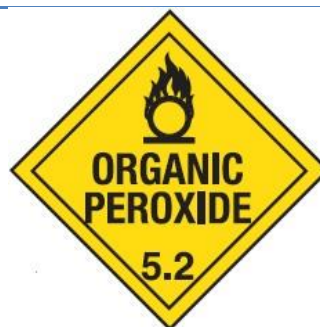
- ★ Peróxido de Benzoilo:

Usado como medicamento para tratar el acné, esta molécula contiene dos grupos benzoilos. Se recomienda evitar el contacto con piel inflamada, ojos y cabello.

- ★ Peróxido de Tert-Butilo:

Utilizado como iniciador en síntesis orgánicas y reacciones de polimerización, esta molécula de peróxido cuenta con dos grupos tert-butilo. Esta sustancia suele reaccionar con materiales combustibles y, en contacto con las personas, suele irritar ojos y tracto respiratorio.

Este tipo de sustancias se identifica por el siguiente pictograma:



- **Clase 6. Sustancias Tóxicas y Sustancias Infecciosas.**

Dentro de esta clase existen 2 divisiones, las cuales son:

- División 6.1. Sustancias Tóxicas.


Aquí, se incluyen sustancias que podrían lastimar, herir seriamente o causar la muerte a una persona, si el material es tragado, inhalado o puesto en contacto con la piel. Algunos ejemplos son:

- ★ Cianuro:

Esta sustancia, compuesta por Carbono y Nitrógeno, puede encontrarse, en pequeñas cantidades, en frutas como el aguacate, cacahuates y nueces. Cualquier contacto con la piel, ingestión o inhalación daña severamente el organismo humano.

- ★ Formaldehído:

Con una producción a gran escala en todo el mundo, el formaldehído se utiliza en adhesivos para madera, acabados textiles y desinfectantes. Irrita en gran medida los ojos y el tracto respiratorio, incluso está relacionado con el cáncer rinofaríngeo.

<p>Este tipo de sustancias se identifica por el siguiente pictograma:</p>	
--	---

- División 6.2. Sustancias Infecciosas.


Dentro de esta división se encuentran sustancias que son conocidas por contener patógenos, como son:

- ★ Esporas de Antrax:

Generadas por la bacteria *Bacillus anthracis*, estas esporas son increíblemente resistentes al calor y productos químicos, llegando a permanecer en el ambiente por décadas. Utilizado en guerras, esta sustancia daña la piel, los pulmones y/o el aparato digestivo.

★ *Toxoplasma Gondii*:

Aunque se trata de solo un Protozooario, la ingestión de productos contaminados ocasiona Toxoplasmosis, enfermedad que puede afectar el cerebro, pulmón, corazón ojos e hígado.

<p>Este tipo de sustancias se identifica por el siguiente pictograma:</p>	
--	--

- **Clase 7. Materiales Radiactivos.**


Definidos como material cuya actividad específica es mayor a 70 kBq/Kg, dentro de esta clasificación se encuentran sustancias como:

★ Carbono 14:

Utilizado para determinar la antigüedad de materiales arqueológicos, este isótopo del carbono se considera radioactivo. Es su tiempo de vida media, ($t_{1/2}$), lo que permite fijar una fecha aproximada en cualquier material que lo contenga.

★ Americio – 241:

Encontrado en detectores de humo, esta sustancia emite partículas alfa que ionizan el aire y, por medio de una interrupción en una corriente eléctrica establecida, se detecta el humo.

<p>Este tipo de sustancias se identifica por el siguiente pictograma:</p>	
--	--

- **Clase 8. Sustancias corrosivas.**


Dentro de esta clase, se incluyen sustancias que, por acción química, causaran daño tan solo con entrar en contacto con un tejido vivo o que, en caso de fuga, dañaran e incluso destruirán los medios de transporte y bienes materiales. Algunas sustancias son:

★ Hidróxido de sodio:

Con diversos usos que van desde la industria del papel, tejidos y detergentes, estando en su forma sólida, o en concentraciones superiores al 50%v/v, resulta ser una sustancia extremadamente corrosiva.

★ Hipoclorito de sodio:

Cuando la concentración de hipoclorito de sodio es superior al 10%v/v, se obtendrá un valor de pH cercano a 13 y es extremadamente corrosivo. Es utilizado como desinfectante, o blanqueador.

<p>Este tipo de sustancias se identifica por el siguiente pictograma:</p>	
--	---

- **Clase 9. Materiales, Sustancias y Productos peligrosos misceláneos.**

Aquí, se incluyen sustancias y artículos que, durante su transporte, representan un peligro que no está cubierto por las otras clases. Involucra sustancias que son transportadas a temperaturas superiores a los 100°C en un estado líquido, o a temperaturas superiores a 240°C en estado sólido. Algunos ejemplos son:

★ Dióxido de Carbono (Sólido):

Utilizado para preservar alimentos perecederos y en extintores de incendio, el hielo seco representa un peligro, si no se maneja con precaución. El estado natural de esta sustancia es el gaseoso.

★ Perlas de Poliestireno:

Utilizadas en ocasiones en la elaboración de concretos y morteros aligerados de buen resistencia estructural y de bajo costo, resulta ser un material con riesgo de ser inflamable.

**Este tipo de sustancias se
identifica por el siguiente
pictograma:**



C A P Í T U L O I I

Identificación, caracterización y propiedades de las sustancias gaseosas

• Introducción

Una sustancia gaseosa está formada por partículas atómicas, o moleculares, que se encuentran ampliamente separadas y en constante movimiento (*Ver figura 2.1*). Los gases representan un estado de la materia, así como lo son también el estado líquido, sólido y plasma. Por mucho tiempo, los científicos no contemplaban la existencia de los gases como ejemplos de materia, principalmente por que las propiedades de los gases difieren demasiado con las de sólidos y líquidos.

La sustancia gaseosa más habitual para todas las personas es el Aire (que es en realidad una mezcla de, principalmente, Nitrógeno y Oxígeno). Algunas de las características que apreciamos de este aire son:

- Siempre se expande hacia su entorno.
- Es posible movernos a través de él con apenas una notoria resistencia, comparado a querernos desplazarnos en, por ejemplo, agua.
- El aire contenido en un recipiente pesa muy poco por lo que, si se sumerge el recipiente en agua, este tiende a flotar.
- Cuando inflamos un neumático o globo, es necesario seguir añadiendo aire hasta que éste se encuentre rígido.
- Suele mezclarse con otros gases, como perfumes o aromas de comida.
- Conforme aumenta su temperatura en un recipiente cerrado, tiende a ejercer mayor presión (Llegando incluso a explotar).

El conjunto de estas observaciones, nos indica cómo deberían verse las sustancias gaseosas a un nivel molecular. El hecho de que un recipiente que contiene un gas pese muy poco sugiere que, aunque esté lleno, en realidad existe un gran espacio entre cada partícula, lo que también explicaría por qué es posible comprimir y disminuir ese espacio en las sustancias gaseosas.

Una vez que una persona se coloca un perfume, este se expande de manera muy rápida hacia el medio ambiente, lo que indicaría que todas las partículas se desplazan de manera veloz. Además, si las partículas en los gases estuvieran estáticas, la gravedad terrestre ocasionaría que se colocaran en el fondo de un recipiente que lo contiene. Con respecto a la presión que ejerce un gas, es en gran parte debido al constante movimiento de las partículas y los incesantes golpes que ejerce contra las paredes del recipiente que lo contiene. De esta manera, si continuamos agregando aire a un recipiente habrá mayor número de colisiones y, por tanto, mayor será la presión que exista dentro de él.

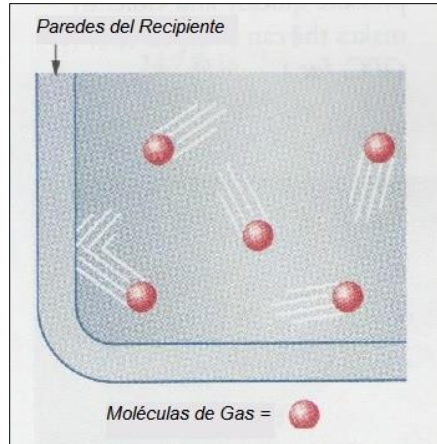


Figura 2.1 – En una sustancia gaseosa, las partículas se encuentran ampliamente separadas y en constante movimiento.

- **Principales propiedades de las sustancias gaseosas.**

Del conjunto de características descritas anteriormente, son dos las principales propiedades de las sustancias gaseosas:

- Por un lado se encuentra su compresibilidad, que es muy útil en los motores de combustión interna de los automóviles (*Ver figura 2.2*). Dentro del motor, el mecanismo tira del pistón para tratar de extraerlo del cilindro, creando un vacío parcial que, a su vez, succiona una mezcla de vapor de gasolina y aire al cilindro. A continuación, se empuja el pistón hacia adentro del cilindro, comprimiendo la mezcla hasta determinada fracción de su volumen original. Inmediatamente después, una bujía enciende la mezcla aire-combustible y, la explosión resultante, empuja el pistón hacia el exterior. Por último, el mecanismo empuja el cilindro hacia dentro, expulsando los gases de combustión.

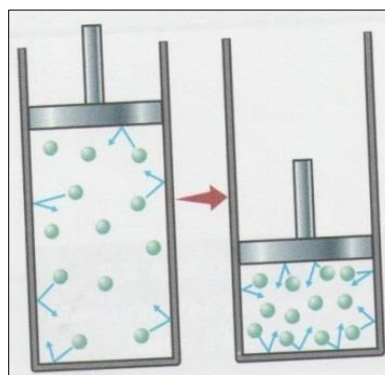


Figura 2.2 – La compresibilidad de los gases facilita su uso en motores de combustión interna.

- Por otro lado se encuentra su facilidad de expansión. Estando en un lugar donde se cocinen alimentos es fácil percatarse, tras unos segundos, de los apetitosos aromas que se propagan. Desafortunadamente, también estando en lugares con olores desagradables los aromas se esparcen. Esa facilidad de expansión hace que las sustancias gaseosas llenen el recipiente que los contiene, por lo que el volumen del gas deberá ser el mismo que el del recipiente.

- **Teoría y leyes de las sustancias gaseosas.**

Para dar una posible explicación al comportamiento de los gases, una gran cantidad de científicos del siglo XIX se encargaron de postular la Teoría Cinética de los gases, que consiste en una serie de principios que describen las características de un gas ideal, las premisas son:

1. Un gas consiste de un gran número de partículas increíblemente diminutas que están en movimiento constante y aleatorio. La energía cinética de esas partículas es proporcional a su temperatura.
2. Las partículas de gas, por si mismas, ocupan un volumen neto tan pequeño en relación al volumen del contenedor, que su contribución al volumen total es despreciable.
3. Las partículas suelen chocar en colisiones elásticas contra ellas mismas y contra las paredes del contenedor, su movimiento es en línea recta y no existe efecto de atracción o repulsión entre cada una.

De acuerdo a este modelo, se asume que las partículas del gas son tan pequeñas que sus volúmenes individuales pueden ignorarse y, de esta manera, un gas ideal sería completamente un espacio vacío. La identidad química de una determinada sustancia gaseosa no tendría importancia, pues las partículas apenas se tocan al hacer colisión y esas interacciones son demasiado débiles.

La teoría cinética de los gases ayuda a entender algunas otras leyes que describen el comportamiento de los gases, como:

- Ley de Boyle-Mariotte.

También denominada “Ley de la Presión-Volumen”, establece que para una determinada cantidad de gas a una temperatura constante, el volumen varía inversamente proporcional con la presión. De esta forma:

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$$

- Ley de Charles

También conocida como “Ley de la Temperatura-Volumen”, enuncia que para una determinada cantidad de gas a un presión constante, el volumen varía directamente con la temperatura. Se expresa como:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

- Ley de Gay-Lussac

Ó “Ley de la Temperatura-Presión”, menciona que para una determinada cantidad de gas a un volumen constante, la presión varía directamente con la temperatura.

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

- Principio de Avogadro

Establece que iguales volúmenes de gas contienen igual número de moles, cuando se comparan a condiciones similares de Presión y Temperatura. A condiciones estándar de Presión y Temperatura (1 atm, 273.15 K), 1 mol de gas ideal ocupa un volumen de 22.4 Litros.

- Ley combinada de los gases

Para una determinada cantidad de gas, el producto de la Presión y el Volumen, dividido por la Temperatura, es constante. Su expresión es:

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

- Ley de combinación de volúmenes

A unas condiciones establecidas de Presión y Temperatura, el volumen de gas consumido (y producido) en una reacción química, está en proporción a los coeficientes estequiométricos de la reacción.

- Fracción molar

En una mezcla gaseosa, la presión Parcial, P_A , de una sustancia, A, con un Volumen “V” y una Temperatura “T” se puede hallar por medio de la ecuación de gas ideal:

$$PV = nRT$$

Y para calcular el número de moles de la sustancia "A":

$$n_A = \frac{P_A V}{RT}$$

Para una mezcla en particular, los valores de V, R y T permanecerán constantes, por lo que:

$$n_A = P_A k$$

La expresión anterior se puede expresar como: "el número de moles de un gas en una mezcla gaseosa es directamente proporcional a la presión parcial del gas". Suponiendo que existen varios componentes, la fracción mol se expresa como:

$$x_A = \frac{P_A k}{P_A k + P_B k + P_C k + \dots + P_Z k}$$

Ya que el valor de "k" será constante:

$$x_A = \frac{P_A}{P_A + P_B + P_C + \dots + P_Z} = \frac{P_A}{P_{Total}}$$

Obteniendo un modelo que relaciona la fracción mol, la presión parcial de la sustancia y la presión total de la mezcla.

- Ley de Efusión de Graham.

La proporción de efusión de un gas varía inversamente a la raíz cuadrada de su densidad, para una presión y temperatura definidas. Comparando distintos gases a una presión y temperatura establecidas:

$$\frac{\% \text{ efusión}_A}{\% \text{ efusión}_B} = \frac{\sqrt{\rho_B}}{\sqrt{\rho_A}}$$

★ Comportamiento de Gases Ideales.

Partiendo de la ley combinada de los gases ideales, se deduce que el valor de PV/T se mantiene constante para una determinada cantidad de gas. El valor numérico de esta constante es, además, proporcional al número de moles de la sustancia gaseosa que existan en la muestra, por lo que se puede expresar como:

$$\frac{PV}{T} \propto n$$

El símbolo de proporcionalidad puede cambiarse por uno de igualdad si se añade una constante de proporcionalidad, obteniendo:

$$\frac{PV}{T} = n \times k$$

Esta constante es la denominada **R**, o constante universal de los gases. Al reacomodar los términos, la expresión cambia a:

$$PV = nRT$$

Un gas ideal debería obedecer esta expresión de manera precisa en todo intervalo de las variables del gas y, por ello, se denomina: "Ecuación de estado de Gas Ideal", pues al conocer tres de las variables de la ecuación es posible conocer la cuarta de ellas. Para usar esta ecuación es necesario obtener el valor de la constante R, para ello se definen condiciones Estándar de Presión, Temperatura y volumen molar del gas, lo que otorga valor de:

$$R = \frac{PV}{nT} = \frac{(1\text{atm})(22.4\text{L})}{(1\text{mol})(273.15\text{K})} = 0.0821 \frac{\text{atm L}}{\text{mol K}}$$

★ Comportamiento de Gases Reales.

De acuerdo con la Ecuación de estado de Gas Ideal, el valor de PV/T es igual al valor del producto de las constantes nR . Pero, experimentalmente, para los gases reales el producto de PV/T no permanece del todo constante. Cuando, en el laboratorio, se miden valores para Presión (P), Volumen (V) y Temperatura (T) de un gas, por ejemplo Oxígeno (O_2), y se grafican el producto de PV/T como función de la Presión (P), se obtiene una curva como la mostrada en la siguiente figura (*Ver figura 2.3*). Con respecto a la línea horizontal de la gráfica, con valor de $PV/T=1$, es lo que se debería observar si de verdad se mantuviera constante el valor durante todo el trayecto de los valores de presión, tratándose de un gas ideal.

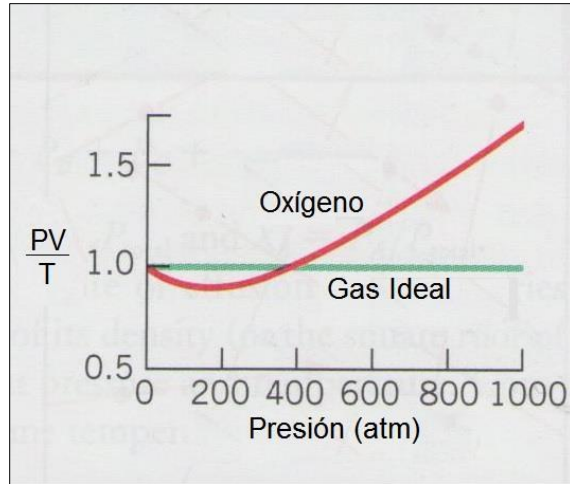


Figura 2.3 – Comportamiento de Gas Ideal y Gas Real. La línea roja, correspondiente al Oxígeno (O_2), muestra el comportamiento de un gas real frente a la línea horizontal verde, referente al comportamiento de gas ideal.

Un gas real, como el Oxígeno (O_2), se desvía del comportamiento ideal por dos importantes razones:

- Primero, el modelo de gas ideal asume que todas las partículas del gas son infinitamente pequeñas, casi como si no existieran, pero, para los gases reales, las partículas sí tienen un tamaño definido.
- Segundo, dentro de la estructura del gas ideal se asume que no existen fuerzas de atracción entre sus partículas cuando, en realidad, las partículas sí experimentan ligeras atracciones y repulsiones.

Estas dos desviaciones son más notorias cuando el gas se encuentra a muy altas presiones, o a muy bajas temperaturas. A mayores presiones, el volumen que ocupan las partículas representa una parte del volumen total por lo que, si se aumenta la presión al doble, la disminución en el volumen no es exactamente a la mitad. Por lo que se puede decir que el verdadero volumen de un gas real es ligeramente superior al que indica el comportamiento ideal.

Las fuerzas de atracción entre las partículas son evidentes al causar una disminución en la presión del Gas real, comparada con el modelo ideal. Las atracciones y repulsiones entre las partículas causan que estas no viajen en línea recta y que la frecuencia con la que golpean las paredes del recipiente que las contiene sea menor, con lo que la presión disminuye. Una de las modificaciones que se hicieron a la ecuación de Estado de Gas Ideal fue la realizada por J. D. van der Waals. En la “Ecuación de Van der Waals” se debe añadir un determinado valor a la presión medida

y restar una determinada cantidad del volumen medido, para poder aproximar el comportamiento de un gas real al modelo ideal. La ecuación se define como:

$$\left(P_{exp} + \frac{n^2 a}{V^2}\right)(V_{exp} - nb) = nRT$$

Las constantes “a” y “b” son denominadas Constantes de van der Waals y se determinan midiendo cuidadosamente los valores de P, V y T, bajo condiciones constantes de cambio. La constante “a” está involucrada a las fuerzas de atracción presentes en la sustancia gaseosa, por lo que valores más altos de “a” indican fuerzas de atracción más fuertes. Mientras que la constante “b”, permite corregir el volumen que ocupan las partículas, por lo que, entre mayor sea el valor de esta constante, es mayor el tamaño de la partícula.

- **Gases Nobles**

Este conjunto de elementos se ubica en el grupo 8A de la tabla periódica de los elementos químicos. Incluye a los gases: Helio (He), Neón (Ne), Argón (Ar), Kriptón (Kr), Xenón (Xe) y Radón (Rn). La característica principal de estas sustancias es que son tan estables que no reaccionan con sustancia alguna de la naturaleza, salvo casos especiales.

En el buceo son útiles las mezclas de Helio – Oxígeno, para otorgar al buceador el oxígeno necesario a altas profundidades evitando que le helio cause problemas en el cuerpo. El Helio es útil también en los globos dirigibles donde, antes, se utilizaba el Hidrogeno debido a su bajo peso molecular pero, con tan solo una chispa, tiende a causar grandes explosiones.

Las lámparas fluorescentes utilizan gases nobles como el Argón, Neón o Kriptón. Mientras el filamento que produce la luz se calienta, la presencia del gas noble impide que exista reacción alguna, situación que pasaría si existiera aire dentro de la lámpara. El hecho de que los gases nobles creen atmosferas inertes es muy útil en la producción de circuitos electrónicos y en procesos de soldadura donde, el oxígeno ocasionaría que todo el metal se quemara.

- **Sustancias gaseosas útiles en la Industria Química**

Desde anuncios atractivos, pasando por fuentes de energía, formas de distracción y hasta con fines medicinales, el uso de sustancias gaseosas en la industria representa parte importante de nuestra vida. (Ver figura 2.4):

- Acetileno (C_2H_2): Consiste en un gas altamente inflamable y más ligero que el aire. Se obtiene por reacción química del Agua (H_2O) y el Carburo de calcio (CaC_2), por medio del cracking de hidrocarburos o por combustión incompleta del metano con oxígeno. Los cilindros se llenan con un material poroso que contiene acetona en la cual se disuelve el acetileno. Una gran parte de este gas se utiliza en procesos de soldadura, otra parte se utiliza en síntesis química y también es útil como combustible en equipos de absorción atómica.
- Argón (Ar): Se trata de un gas monoatómico, químicamente inerte, y que compone menos del 1% del aire. Se trata de un Gas Noble que es inodoro, insípido, no corrosivo, no inflamable y no tóxico. Destaca por crear ambientes seguros y se utiliza en procesos de soldadura o en las técnicas de Absorción Atómica por Plasma Acoplado Inductivamente.
- Hidrógeno (H_2): Es el elemento más ligero de la naturaleza. Se trata de un gas incoloro, inodoro e insípido, que se obtiene por reformación de metano, disociación de amoníaco y corrientes de reformación del petróleo. Se utiliza como combustible para motor de cohetes, fabricación de resinas de polietileno y gas acarreador en equipos de Cromatografía.
- Helio (He): Este gas, inodoro, incoloro e insípido, es apenas más pesado que el Hidrógeno. Se encuentra en los yacimientos de gas natural de donde se extrae y se purifica. Es utilizado, en combinación con el oxígeno, como gas para respiración en la práctica del buceo, como fluido superconductor, para el llenado de dirigible y globos y procesos de soldadura.
- Oxígeno (O_2): Constituyendo cerca del 21% del aire, se obtiene por licuefacción de esta sustancia. Es útil en medicina, con fines terapéuticos, en procesos de síntesis y en la decoloración de pulpa en la industria del papel.
- Nitrógeno (N_2): Este gas, incoloro, inodoro e insípido, se obtiene por licuefacción del aire, sustancia en la que se encuentra en un 71% aproximadamente. Es utilizado con el propósito de crear atmosferas inertes, en la congelación de alimentos y en técnicas para análisis de mercurio.
- Metano (CH_4): Este gas representa una alternativa como combustible para la población. Se encuentra en yacimientos y, una de las principales ventajas que ofrece frente a otros combustibles es que no forma compuestos con azufre.

- Ozono (O_3): Con principalmente aplicaciones en medicina y como desinfectante, este gas se obtiene a partir del oxígeno o por electrolisis del ácido perclórico.
- Propano (C_3H_8): Es un gas derivado del petróleo, utilizado como combustible es altamente inflamable y, cuando se combina con el gas Butano, la mezcla se conoce como Gas Licuado de Petróleo.
- Cloro (Cl_2): Este gas amarillo y de olor desagradable, se utiliza principalmente para la síntesis de Ácido Clorhídrico y Cloruro de Polivinilo. También es un buen desinfectante como $NaClO$. Se obtiene mediante electrolisis del cloruro de sodio.
- Neón (Ne): Se trata de otro gas noble. La única forma de obtención de este gas es por licuefacción del aire. Es utilizado como refrigerante, en contadores Geiger- Müller y para fabricar luces brillantes y de alta calidad.



Figura 2.4 – Desde anuncios atractivos, pasando por fuentes de energía, formas de distracción y hasta con fines medicinales, el uso de sustancias gaseosas en la industria representa parte importante de nuestra vida

C A P Í T U L O I I I

El gas licuado de petróleo (GLP)

- **Introducción**

El gas licuado de petróleo (GLP) es un combustible fósil, fuente vital de energía dentro de los sectores residencial y comercial, con propósito de calentamiento y cocción de alimentos, principalmente. La mezcla de este gas está constituida por propano y butano primordialmente, aunque puede contener etano, pentano, propenos y butenos en cantidades muy pequeñas.

Se denomina “gas licuado” porque aunque se produce en estado gaseoso, se somete a un proceso de compresión y enfriamiento que facilita su almacenamiento y transporte en estado líquido, entregándolo en cilindros o tanques. Es incoloro e inodoro y, para poder detectarlo, se le añade etil-mercaptano en un porcentaje de 0.0017-0.0028%.

No se considera un gas tóxico, siempre que la combustión de este gas sea completa, pues genera CO₂ y H₂O, mismos productos que la respiración celular. En lugares que no cuenten con ventilación adecuada se crea un ambiente asfixiante y daña al sistema nervioso central. Algunas de las características del gas L.P. se resumen en la *tabla 3.1*:

Tabla 3.1 Principales propiedades del gas licuado de petróleo (GLP)¹

Propiedades del Gas Licuado de Petróleo (GLP)	
Peso molecular <small>Promedio</small>	51.1 g/mol
Apariencia	Gas insípido, incoloro.
Solubilidad en agua	< 0.1%
Calor neto de combustión del líquido, 25°C	23 400 Kcal/m ³

La producción de gas L.P. en México se realiza desde principios de siglo, pero fue hasta 1946 cuando inicio su comercialización como estrategia para sustituir la utilización de combustibles vegetales (como carbón y leña) en las casas de las zonas urbanas. El gas L.P. es la principal alternativa de combustible en México, ya que llega a más de 90 millones de mexicanos a través del uso doméstico (representando un 80% de los hogares).

¹ PETRÓLEOS MEXICANOS, *Efecto de los Componentes del Gas Licuado de Petróleo en la Acumulación de Ozono en la Atmosfera de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México*, Petróleos Mexicanos, México, 1977.

La producción e importación de gas L.P. en México es responsabilidad exclusiva de Petróleos Mexicanos (PEMEX), en primera instancia de la subsidiaria PEMEX Exploración y Producción (PEP) y después de los Centros Procesadores de Gas (CPG) de Pemex Gas y Petroquímica Básica (PGPB).

- **Proceso de obtención del gas L.P.**

El desarrollo de actividades para el mercado del gas L.P., inicia con la exploración y producción de hidrocarburos, actividad que se realiza a través de Petróleos Mexicanos (PEMEX) por medio de la subsidiaria PEMEX Exploración y Producción (PEP). Posteriormente, se realiza un procesamiento del gas y de condensados en los Centros Procesadores de Gas (CPG) de PEMEX Gas y Petroquímica Básica (PGPB), donde se obtiene gas L.P. listo para su transporte y comercialización.

El gas L.P. puede producirse a partir de gas asociado, es decir, el gas que acompaña al petróleo al ser extraído, o como subproducto de procesos de refinación; cuando proviene de gas asociado, generalmente no contiene olefinas, sin embargo, cuando se obtiene de procesos de refinación como el cracking catalítico o térmico, puede contener propenos y butenos en pequeñas cantidades.

En términos generales el proceso de obtención de este combustible consiste en:

- Hallazgo en yacimientos de hidrocarburos.
- Endulzamiento de gas: Que se enfoca en la separación de gases ácidos de la corriente de hidrocarburos, en especial el ácido sulfhídrico (H_2S), y Dióxido de Carbono (CO_2).
- Recuperación de azufre: Todos las impurezas retiradas en el proceso de endulzamiento que contienen azufre son convertidos, por medio de reacciones térmicas y catalíticas, en azufre elemental. Este proceso evita la emisión descontrolada de azufre a la atmosfera y permite colocar un producto terminado en el mercado nacional e internacional.
- Recuperación de licuables: El gas dulce se separa en dos corriente, la primera conocida como licuables del gas o líquidos criogénicos y otra gaseosa, correspondiente a un producto terminado denominado "gas natural", otro producto comercializado por PEMEX.
- Fraccionamiento de hidrocarburos: La corriente con los licuables del gas se separa en tres corrientes de producto terminado: etano, gas licuado de petróleo (GLP) y naftas. Estos productos son distribuidos y comercializados en territorio nacional o exportados.

El gas L.P. proviene de los Centros Procesadores de Gas (CPG) ubicados en las zonas sur y sureste del país: Cactus, Nuevo Pemex, Área Coatzacoalcos y Ciudad Pemex, para el transporte se utiliza el LPG-ducto Cactus/Guadalajara. El conjunto de tuberías

conecta con las terminales de distribución, las cuales están distribuidas estratégicamente con el objeto de cubrir todo el territorio mexicano. En las terminales de distribución se realizan las ventas de primera mano a los distribuidores privados, quienes se encargan de llevar el producto al consumidor final.

La siguiente figura (Ver Figura 3.1) ilustra el proceso general de obtención y distribución del gas licuado de petróleo (GLP):

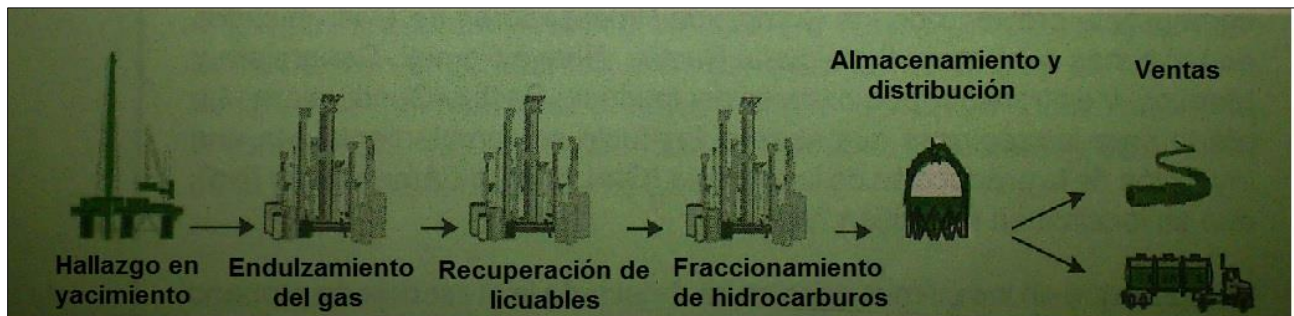


Figura 3.1 – Proceso general de obtención y distribución del gas L.P.

Una de las recientes iniciativas propuestas por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) denominada “Sustainable Energy for all” o “se4all” busca, entre otros aspectos, garantizar el acceso universal a los servicios de energía modernos, acelerando la transición hacia el gas L.P., para que se convierta en un combustible accesible para la cocción de alimentos en las regiones en las que aún no lo es.

- **Composición del gas licuado de petróleo (GLP)**

El gas licuado de petróleo (GLP) que se distribuye en la zona metropolitana de la ciudad de México consiste en una mezcla de propano y butano, en proporción aproximada de 60% (C_3H_8) y 40% (C_4H_{10}). Contiene también etano, pentano, butenos y propenos en proporciones inferiores al 2%. Al tratarse de una sustancia inodora, y por concepto de seguridad, se añade etil-mercaptano (compuesto por hidrogeno, carbono y azufre) que presenta un olor fuerte y desagradable, en proporciones entre 0.0017 – 0.0028%.

La composición exacta de los gases presentes en el gas licuado de petróleo (GLP) depende de:

- Yacimiento de procedencia.
- Forma de suministro.
- Posible uso otorgado.

Cuando se requiere llevar un suministro de combustible en, por ejemplo, embarcaciones, la proporción de Butano suele incrementarse hasta cerca del 90%, al igual que cuando se utiliza en estufas para barbacoa. Por otro lado, ya que el butano

no enciende adecuadamente en climas con bajas temperaturas, y el propano cuenta con un punto de ebullición muy bajo, los cilindros que se distribuyen en ambientes fríos suelen contener una mayor cantidad de Propano, cercana al 90%.

- **Principales usos del gas licuado de petróleo (GLP)**

Aunque en el ámbito doméstico y comercial el principal uso del gas licuado de petróleo (GLP) es la cocción de alimentos, debido a la gran facilidad para regular la intensidad de flama en estufas convencionales, comparado con la madera, también es útil en procesos de calentamiento, alumbrado y refrigeración (*Ver figura 3.2*).



Figura 3.2 Principales usos del GLP, cocción de alimentos y calentamiento

Además, en el aspecto industrial se utiliza en equipos que requieran controlar el suministro de un combustible fácilmente como hornos para fundición de metal, procesos para cortar y soldar metales, hornos industriales de alimentos y maquinaria industrial (como montacargas). Considerando que sus emisiones de óxidos de Nitrógeno (NO_x), óxidos de Azufre (SO_x) y material particulado son mínimos, se sitúa como la mejor opción en los casos anteriores. También en la plomería, equipos de secado y en la fabricación del ladrillo se hace uso del gas licuado de petróleo. Sumado a lo anterior, los productos en aerosol hacen uso de una mezcla rica en propano para su proponente en insecticidas y cosméticos.

Dentro del sector agrícola se utiliza para secar semillas, fruta, heno, alfalfa, en la destrucción de hierbas y como combustible en la maquinaria. En la fabricación de plásticos, hule y productos químicos diversos también se emplea como una fuente de calor. Tratándose de un combustible que puede ser fácilmente transportado en recipientes, es utilizado en actividades de recreación como en campamentos o en globos aerostáticos (*Ver Figura 3.3*).

Uno de los usos que se ha implementado está en la opción como combustible alternativo al diesel y gasolina, en automóviles. En Europa, es la mejor opción a los combustibles convencionales con una gran cantidad de vehículos en circulación, entre los beneficios

está el evitar emisiones de Dióxido de Carbono (CO₂), menor costo que la gasolina y su alta disponibilidad.



Figura 3.3 Diversos usos del Gas Licuado de Petróleo (GLP)

- **Panorama internacional del mercado de Gas L.P.**

A nivel mundial, la demanda de gas licuado de petróleo (GLP) se analiza a través de seis regiones productoras: Norteamérica, Asia-Pacífico, Europa y Eurasia, Latinoamérica y África. Durante 2011, la región de Asia-Pacífico fue la principal demandante de este combustible, representado cerca del 33% del consumo mundial. Aunque se distinguen diversos sectores de uso, el de mayor consumo fue el residencial y comercial con un porcentaje de consumo superior al 60%, un aspecto destacable es que el sector industrial y el sector autotransporte apenas participo con, aproximadamente, un 10% en conjunto. Tailandia e Indonesia son dos países con distintas propuestas para el GLP (Ver figura 3.4).



Figura 3.4. Tailandia e Indonesia, con distintas propuestas para el GLP.

Desde 2007, Indonesia ha implementado un programa que busca disminuir los subsidios al queroseno para fomentar el uso del gas L.P. A partir de 2012, Tailandia ha implementado aumentos graduales al costo del gas L.P. pues los precios que han

subvencionado han llegado a niveles por debajo del costo. Con respecto a Norteamérica, para el periodo de 2011, se ubicó como la segunda región con mayor demanda de gas L.P., representando cerca del 20% del consumo mundial. Los sectores de consumo más importantes fueron el petroquímico, con más del 34%, después el residencial y comercial con cerca del 30% y las refinerías con 20%, mientras que el sector industrial y autotransporte representó un consumo de 4% y 7%, respectivamente. En particular, el gas L.P. utilizado en la industria petroquímica de la región de Norteamérica se destina al proceso de metil-tert-butil éter (MTBE), iso-octano, ácido acético y otros químicos. No obstante, y luego de la prohibición del MTBE como oxigenante de gasolinas, la demanda de gas L.P. (butano principalmente) se ha desplomado. Respecto al consumo de gas L.P. en la región de Europa y Eurasia, esta se ubicó en 16% aproximadamente, de la demanda mundial en 2011. En esta región, los principales sectores de consumo fueron el residencial y comercial con aproximadamente el 37%, seguido del sector autotransporte con un 18% y, por último el petroquímico. Las regiones de Medio Oriente, Latinoamérica y África representaron consumos de alrededor de 12%, 11% y 5%, respectivamente. A nivel mundial, el consumo de gas L.P. en lo sectores residencial y comercial, representa alrededor del 50% del consumo total de gas L.P., las tres regiones de mayor demanda son Asia-Pacífico, Norteamérica y Europa Eurasia. De acuerdo con la “World Liquid Petroleum Gas Association” o WLPGA, desde 2001 se ha registrado un aumento en el consumo residencial mundial (Ver figura 3.5), algunos factores que lo han ocasionado son la expansión de la población, el desarrollo en infraestructura para tener mayor acceso al gas L.P., un marco regulatorio adecuado y un precio atractivo para el consumidor.

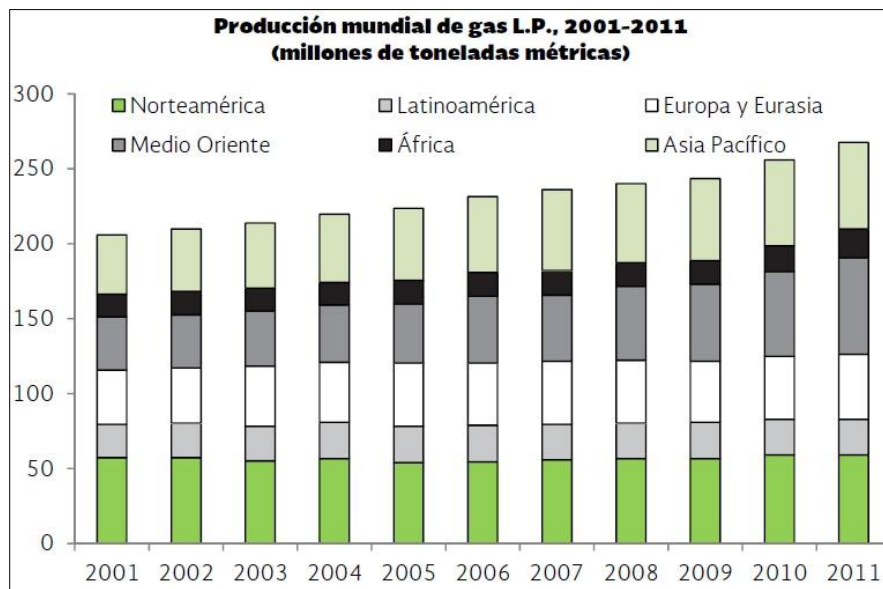


Figura 3.5 Demanda mundial de gas L.P. [2001 – 2011]²

² Summary of Statistical Review of Global L.P. Gas, 2012, Argus Media.

En cuanto a la disponibilidad del gas L.P., durante 2011, Medio Oriente se colocó como la principal región productora, con alrededor del 24% de gas L.P. mundial, desplazando la región de Norteamérica que durante 2010 mantuvo la mayor producción. A finales de 2011, la producción de Medio Oriente se ubicó en 2 149.3 mbd, es decir, 65 millones de toneladas métricas, donde aproximadamente el 90% de la disponibilidad de gas L.P. de la región se obtiene del procesamiento de gas natural, el restante corresponde al procesamiento de crudo en las refinerías. La propuesta y realización de varios proyectos en la región de Qatar fue la razón de incremento en la producción de la zona.

La región de Norteamérica tuvo una oferta interna de 1950.9 mbd, es decir, 59 millones de toneladas métricas. Aunque la producción de gas L.P. creció en un 7% respecto al 2010, esta región se situó como la segunda mayor productora de este combustible. El gas L.P. de la región se obtiene principalmente del procesamiento de gas natural y otra parte de la refinación del crudo. En lo que respecta a las importaciones de gas L.P., durante 2011, la región Asia-Pacífico fue la principal importadora con 634mbd. Japón fue el país con mayor importación durante 2011, en gran medida por el accidente nuclear de Fukushima y el cierre de plantas nucleares.

En cuanto a exportaciones, Medio Oriente destaca como la principal región exportadora con 1144 mbd (*Ver figura 3.6*), representando cerca del 59% del total. África tuvo exportaciones por 302.7 mbd, representando cerca del 15% mientras que, Estados Unidos tuvo exportaciones de gas L.P. equivalentes a 108.8 mbd, representando el 5.6% del total.

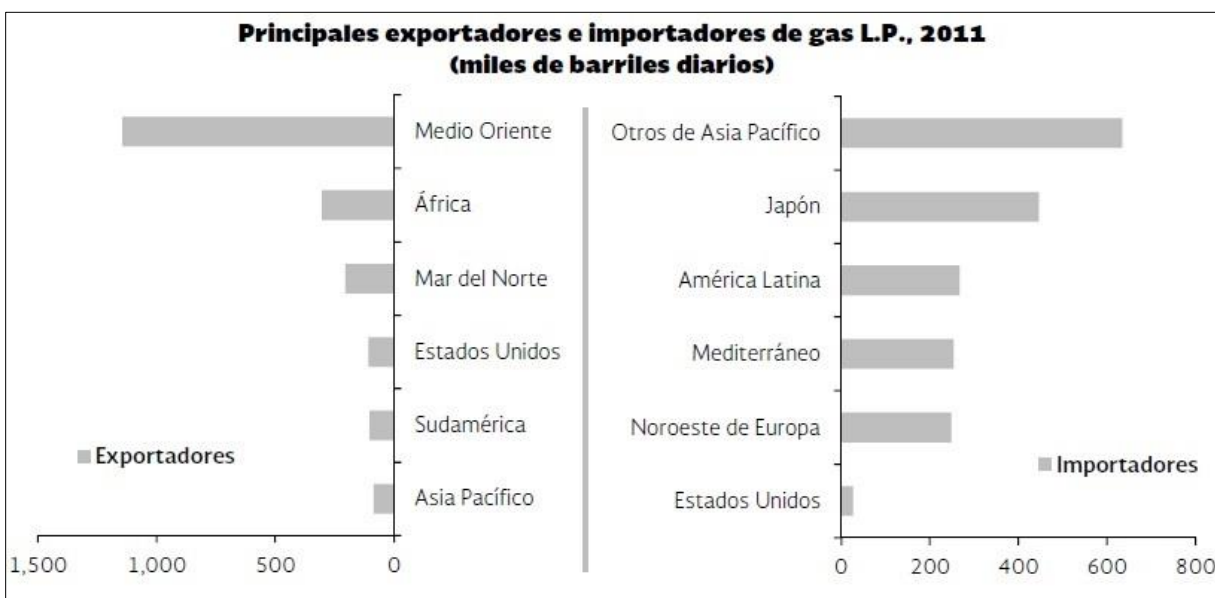


Figura 3.6 Principales países exportadores e importadores de GLP³

³ Global NGL Market Short-Term Outlook, IHS CERA-Purvin & Gertz, Junio de 2013

- **Prospectiva del mercado nacional de Gas L.P.**

En el caso de la demanda interna de gas L.P., se pronostica un crecimiento promedio de 0.3% anual, para el periodo 2012 – 2027. Con ello, la demanda pasara de 290.9 mbd en 2012 a 302.5mbd en 2027. Una mayor demanda de este combustible está fuertemente relacionada con el crecimiento de la población.

Aunque las mejoras en eficiencia dentro de calentadores de agua, la introducción de calentadores solares y el constante uso de horno de microondas disminuirá, significativamente, el incremento de la demanda de combustibles, se tiene previsto que los sectores residencial, petroquímico e industrial serán los que más aporten al crecimiento de la demanda de gas L.P. Asimismo, los sectores residencial y comercial continuaran representando el mayor consumo de este combustible pudiendo llegar hasta el 62%, aproximadamente, en 2027. La producción de gas L.P. de Pemex Gas y Petroquímica Básica se ubicara en 200.2 mbd para 2027, un 13.7% más alto que en 2012. De esta forma, para el periodo 2012 – 2027, se observara una tasa media de crecimiento anual de 0.9%. Para 2027 se planea que el complejo La Cangrejera sea el principal centro productor de gas L.P. y se prevé que el nivel de producción del Centro de Procesamiento de Gas (CPG) Poza Rica aumente en 21.3mbd entre 2012 – 2027.

Específicamente, en 2017 se presentará un máximo de 97.9 mbd para las importaciones (*Ver figura 3.7*), pues en ese año la extracción de gas natural de Pemex Exploración y Producción alcanzará su mínimo nivel. A partir del siguiente año, la tendencia de importación irá a la baja. Por otro lado, el incremento en la producción de gas L.P., en la región Sur-Sureste permitirá incrementar las exportaciones hacia 2027.



Figura 3.7 Prospectiva Importación/Exportación [2012 – 2027]⁴

⁴ Secretaría de Energía (2013) *PROSPECTIVA DE GAS NATURAL Y GAS LP 2013-2027*, México: Secretaría de Energía.

- **Ventajas/Desventajas frente a otros combustibles**

Aunque existe una serie de combustibles disponibles en el mercado, el Gas Natural representa la principal competencia del gas licuado de petróleo (GLP), la *tabla 3.2* compara las principales propiedades de ambos combustibles.

Tabla 3.2. Comparación de propiedades: Gas Natural vs Gas L.P.⁵

	Gas Natural (GN)	Gas Licuado de Petróleo (GLP)
Principal (es) sustancia (s) presente (s):	Metano (CH ₄)	Propano (C ₃ H ₈) Butano (C ₄ H ₁₀)
Condiciones de licuefacción:	Temp. = - 160°C P= 1atm	Temp= 25°C P= 2.2 atm
Calor neto de combustión:	9 300 kcal/m ³	23 400 kcal/m ³
Costo:	Relativamente más caro.	Con un precio accesible.
Distribución:	Por medio de gasoductos. Requiere conexión con red de distribución.	Cilindros o tanques.
Principales usos:	Residencial, comercial e industrial (Generar energía eléctrica)	Residencial, comercial e industrial (Síntesis de químicos y petroquímicos.)
Efectos al ambiente:	Muy baja emisión de contaminantes.	Muy baja emisión de contaminantes
Toxico:	No	No
Cancerígeno :	No	No
Seguridad:	Con adecuada ventilación, se dispersa fácilmente.	Es más pesado que el aire. Sin ventilación adecuada, se concentra en lugares cerrados

Con respecto a combustibles como el queroseno y la biomasa, el gas L.P. representa una serie de ventajas entre las que destacan:

- Facilidad de uso: Alta estabilidad.
- Impacto ambiental: Con menores emisiones que utilizar madera o carbón.
- Seguridad: Siguiendo las medidas adecuadas, el riesgo de accidente es mínimo.
- Beneficios al ecosistema: Evita la constante deforestación.

⁵ PETRÓLEOS MEXICANOS, *Efecto de los Componentes del Gas Licuado de Petróleo en la Acumulación de Ozono en la Atmosfera de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México*, Petróleos Mexicanos, México, 1977.

C A P Í T U L O I V

Identificación y Seguridad en el almacenamiento del Gas Licuado de Petróleo (GLP)

- **Introducción**

En materia de seguridad en el almacenamiento del gas licuado de petróleo (GLP), la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) y la Secretaría de Energía (SENER), ofrecen una serie de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que abarcan desde diseño y construcción de centros de trabajo designados a la explotación de gas licuado de petróleo (GLP), hasta señalamientos que deben existir en zonas de peligro y tuberías de las distintas áreas del centro de trabajo.

Como parte de la implementación en México del Sistema Globalmente Harmonizado (GHS), se planea establecer un sistema comprensible de comunicación de riesgos que asegure la protección de los trabajadores y del medio ambiente, además de reducir la necesidad de análisis y evaluación de productos químicos existentes dentro de una industria y que se facilite el comercio internacional de cualquier producto químico. Contando con un total de 9 clases y una serie de divisiones, el GHS se está convirtiendo en una tendencia mundial para el almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.

El conjunto de normas que ofrece la STPS y la SENER, evalúa aspectos de equipo de protección personal adecuado, diseño, color y forma de cada señalamiento que debe estar colocado dentro de cada industria, especificaciones que deben cumplir los recipientes de almacenamiento y la información que debe contener cada Hoja de Datos de Seguridad de un determinado producto químico.

El conocimiento y propagación de la información, de este conjunto de normas, es de vital importancia ya que impide, de cara al futuro, que existan más accidentes relacionados al manejo inapropiado de una sustancia que, en este caso particular, es el gas licuado de petróleo (GLP).



4.1 - Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, de acuerdo con la NOM-005-STPS-1998

La norma plantea el objetivo de:

“Establecer las condiciones de seguridad e higiene para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, para prevenir y proteger la salud de los trabajadores y evitar daños al centro de trabajo”.

Menciona que “rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo donde se manejen, transporten o almacenen sustancias químicas peligrosas” y dentro de las definiciones que ofrece destacan:

- Sustancias químicas peligrosas: son aquéllas que por sus propiedades físicas y químicas al ser manejadas, transportadas, almacenadas o procesadas, presentan la posibilidad de inflamabilidad, explosividad, toxicidad, reactividad, radiactividad, corrosividad o acción biológica dañina, y pueden afectar la salud de las personas expuestas o causar daños a instalaciones y equipos.
- Riesgo potencial: es la probabilidad de que una sustancia química peligrosa cause daño a la salud de los trabajadores o al centro de trabajo.

Entre las obligaciones que tiene el patrón, está:

- El hecho de elaborar y mantener actualizados los manuales de procedimientos para el manejo, transporte y almacenamiento seguro de sustancias químicas peligrosas, además de incluir la identificación de los recipientes.
- También debe asegurarse de contar con la cantidad suficiente de regaderas, lavajos, vestidores y casilleros para los trabajadores. Además se recomienda contar con un manual de primeros auxilios incluyendo los medicamentos y materiales de curación propios del centro de trabajo.
- Un aspecto importante radica en asignar, capacitar y adiestrar al personal para prestar primeros auxilios.
- Se debe comunicar, a los trabajadores, los riesgos a los que están expuestos, practicar exámenes médicos y contar con programas de mantenimiento preventivo de la maquinaria, quipo e instalaciones.

Con respecto a los trabajadores, estos:

- Deben cumplir con las medidas de seguridad que establezca el patrón.
- Participar en brigadas de respuesta a emergencia.
- Someterse a exámenes médicos que correspondan.
- Cumplir con las instrucciones de uso y mantenimiento de equipo personal.

Entre los requisitos administrativos se menciona un “Estudio para analizar el riesgo potencial” que incluya las características de los proceso de trabajo, propiedades físicas, químicas y toxicológicas de las sustancias químicas, actividades peligrosas en espacios confinados y zonas de riesgo del centro de trabajo. También se recomienda que exista un “Procedimiento de autorización para realizar las actividades peligrosas” que contenga una descripción de la actividad, lugar donde se realiza la actividad, nombre del trabajador, hora y fecha programados para inicio y término, equipo de protección a utilizar y nombre y firma del responsable que vigilara.

Y, específicamente, para sustancias inflamables como el gas licuado de petróleo (GLP) la *tabla 4.1* resumen las condiciones de seguridad apropiadas:

Tabla 4.1 – Condiciones de seguridad con respecto al uso de GLP.¹

- Todas las cimentaciones deben ser de materiales resistentes al fuego
- Se prohíbe el uso de herramientas, ropa, zapatos y objetos que puedan generar chispa
- Se debe vigilar que exista una ventilación adecuada
- Las zonas de almacenamiento deben estar aisladas de cualquier fuente de calor o ignición

Por último, el sistema de tuberías que conduzcan esta sustancia y que estén expuestos a posibles daños, debe contar con protección adecuada y, al mismo tiempo, deben permitir la revisión y mantenimiento adecuados.

4.2 - Procedimientos de seguridad en el manejo y almacenamiento de materiales, conforme a la NOM-006-STPS-2014

La versión actualizada de esta norma se contempló en el año 2014 y fue, hasta el 11 de marzo de 2015, cuando comenzó a tener efecto. Como objetivo principal, esta norma plantea:

“Establecer las condiciones de seguridad y salud en el trabajo que se deberán cumplir en los centros de trabajo para evitar riesgos a los trabajadores y daños a las instalaciones por las actividades de manejo y almacenamiento de materiales, mediante el uso de maquinaria o de manera manual.”

Se incluye que esta norma “rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo donde se realice el manejo y almacenamiento de materiales, a través del uso de maquinaria o en forma manual.”

¹ *Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), NOM-005-STPS-1998.*

Entre las definiciones que destacan, se encuentra:

- Almacenamiento: La acción de colocar los materiales o contenedores
- Manejo de Materiales: La acción de levantar, bajar, jalar, empujar, trasladar y/o estibar materiales, de manera manual o con la ayuda de maquinaria.

Con respecto a las “obligaciones del patrón” destacan:

- El hecho de contar con procedimientos para realizar las actividades de manejo y almacenamiento
- Efectuar la vigilancia a la salud de los trabajadores que llevan a cabo el manejo y almacenamiento de materiales
- Contar con registros sobre el mantenimiento de maquinaria.

Dentro de las “obligaciones de los trabajadores” se incluye:

- Observar las medidas preventivas de seguridad y salud en el trabajo.
- Dar aviso inmediato sobre condiciones inseguras en maquinaria y equipos auxiliares.
- Mantener ordenados y limpios los lugares de trabajo.
- Informar al patrón cuando existan limitaciones para realizar sus actividades.

En relación al manejo de materiales destacan:

- Incluir programas específicos para la revisión y mantenimiento de maquinaria establecido en base a recomendaciones del fabricante, condiciones de operación e intensidad de uso.

Con respecto a los procedimientos de seguridad para la instalación, operación y mantenimiento, deben elaborarse de acuerdo a manuales, instructivos o recomendaciones del fabricante.

También debe considerarse:

- El estado y presentación del material que se va a manejar o almacenar.
- Los riesgos inherentes a la maquinaria, a la carga/descarga.
- El uso de código y señales.

Por otro lado, destaca que debe existir un “Procedimiento general para la atención a emergencias” que contemple, entre otras cosas:

- La forma de activar alarmas.
- La intervención de brigadas de emergencia.
- Existencia de un botiquín personal de primeros auxilios y
- Los medios de transporte disponibles para trasladar a los lesionados.

En cuanto a las medidas generales de seguridad, se resumen en la *tabla 4.2*:

Tabla 4.2 - Medidas de seguridad generales en el manejo y almacenamiento de materiales.²

Se debe realizar una inspección visual y prueba funcional de maquinaria	Delimitar acceso hacia áreas de operación de maquinaria	Disponer de la señalización relativa a velocidades máxima
Contar con extintores	La maquinaria no debe emplearse como medio de transporte.	Quedan prohibidos los excesos de carga
Personas menores de 18 años y mujeres en estado de gestación no pueden operar maquinaria.	Considerarse las características de los trabajadores involucrados (género, edad, peso, etc.)	Está prohibido que una carga permanezca suspendida sin el operador
Tener presente la intensidad, distancia, frecuencia, duración y ambiente del trabajo manual.	Realizar exámenes médicos de ingreso y contar con historias clínicas de cada trabajador.	La carga manual máxima en hombres es de 25Kg, en mujeres 10Kg y en menores de 16 años 7Kg.

Con respecto al almacenamiento de materiales, deben existir procedimientos que:

- Consideren el peso, forma y dimensiones de los contenedores.
- Contemplan la técnica empleada para apilar y retirar contenedores, altura máxima de estibas e indicaciones de prohibición en las maniobras de acomodo/retiro de materiales.

Cada centro de trabajo debe contar con zonas de almacenamiento ordenadas y limpias, con zonas delimitadas, con ventilación adecuada, adecuada iluminación y medios físicos para reducir velocidad de maquinaria.

4.3 - Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo, según PROY-NOM-018-STPS-2014

Aunque se planea que el documento final entre en vigor 3 años después de haberse publicado en el Diario Oficial de la Federación, es de importancia considerarlo pues se ajustará a la forma de etiquetar y clasificar sustancias químicas, de acuerdo con el

² Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), NOM-006-STPS-1998.

“Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals” de las Naciones Unidas, en su quinta revisión.

Se plantea como objetivo

“Establecer los requisitos para disponer en los centros de trabajo del sistema armonizado de identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas, a fin de prevenir daños a los trabajadores y al personal que actúa en caso de emergencia.”

Con la modificación de esta Norma, se denomina de la misma manera en México y el mundo, los peligros de las sustancias químicas peligrosas y mezclas, se utiliza una manera gráfica y escrita con un enfoque que refuerza la prevención de riesgos. Además, se hace uso símbolos de peligro, palabras de advertencia e indicaciones de peligro que alertan al trabajador para extremar medidas que salvaguarden su vida y salud.

Son 4 los aspectos que sobresalen de la modificación del proyecto de norma para alinearse con el Sistema Globalmente Armonizado:

- La definición de los peligros de las sustancias químicas o mezclas.
- La clasificación de las sustancias químicas o mezclas a partir de su peligrosidad.
- La adopción del etiquetado para advertir sobre la peligrosidad de las sustancias o mezclas.
- La información que deben contener las hojas de datos de seguridad (HDS) para su ciclo de vida: producción, importación, exportación, almacenamiento, transporte, distribución, uso y disposición final.

La Norma “rige en todo el territorio nacional y aplica a todos los centros de trabajo donde existan sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos” pero “No aplica a productos terminados como: farmacéuticos, aditivos alimenticios, artículos cosméticos, residuos de plaguicidas en alimentos y residuos peligrosos.”

Entre las definiciones, destacan:

- Hoja de datos de seguridad, HDS: La información sobre las características intrínsecas y propiedades de las sustancias químicas o mezclas, así como de las condiciones de seguridad e higiene necesarias, que sirve como base para el desarrollo de programas de comunicación de peligros y riesgos en el centro de trabajo.
- Peligro: La capacidad intrínseca de las propiedades y características físicas, químicas o de toxicidad de una sustancia química peligrosa o mezcla para generar un daño al trabajador o en el centro de trabajo.

De las abreviaturas, destacan:

- Numero CAS: Número asignado a una sustancia química por el “Chemical Abstract Service” de los Estados Unidos de América.
- Numero ONU: Número de identificación para el transporte de las sustancias químicas peligrosas asignado por la Organización de las Naciones Unidas.

Como “obligaciones del patrón” resaltan:

- Contar e implementar el sistema armonizado de identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas peligrosas y mezclas.
- Contar y poner a disposición, las hojas de datos de seguridad de todas las sustancias químicas peligrosas y mezclas que se manejen en el centro de trabajo.

De las “obligaciones del trabajador” destacan:

- Conocer el contenido y la información de las hojas de datos de seguridad y de la señalización de las sustancias químicas peligrosas y mezclas que se manejen en el centro de trabajo.
- Informar al patrón cualquier usencia de hoja de datos de seguridad, señalización, depósitos, recipientes, y áreas de almacenamiento de las sustancias químicas peligrosas y mezclas.

Con base en el sistema de identificación y comunicación de peligros, la *tabla 4.3* resume aspectos principales que debe contener:

Tabla 4.3 Principales características que debe tener el sistema de identificación y comunicación de peligros.³

Realizar listado actualizado de sustancias químicas peligrosas y mezclas.	Incluir número CAS y clasificación de peligros.
Contar con las HDS de las sustancias.	Capacitar a los trabajadores.

Con respecto a las hojas de datos de seguridad, la *tabla 4.4* resume las 16 secciones que deben abarcar:

³ Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), PROY-NOM-018-STPS-2014

Tabla 4.4 – Secciones que debe contener cada HDS.⁴

- En idioma español y de formato libre	
1° Sección: Identificación de la sustancia química peligrosa o mezcla y del proveedor o fabricante.	2° Sección: Identificación de peligros y clasificación de acuerdo al GHS.
3° Sección: Información sobre los componentes, con identidad química, nombre común, sinónimos, número CAS, número ONU e impurezas.	4° Sección: Referente a primeros auxilios
5° Sección: Referente a medidas contra incendios.	6° Sección: Referente a medidas que deben tomarse en caso de derrame accidental o fuga accidenta
7° Sección: Referente al manejo y almacenamiento.	8° Sección: Con controles de protección personal
9° Sección: Que incluya propiedades físicas y químicas.	10° Sección: Referente a estabilidad y reactividad
11° Sección: Referente a información toxicológica	12° Sección: Referente a la información ecotoxicológica
13° Sección: Relativa a la eliminación de los productos	14° Sección: Con información relativa al transporte
15° Sección: Con información reglamentaria.	16° Sección: Con información relativa a la preparación y actualización de las hojas de datos de seguridad

Como parte de la sección 16, se debe incluir la leyenda: “La información se considera correcta, pero no es exhaustiva y se utilizara únicamente como orientación, la cual esta basada en el conocimiento actual y es aplicable a las precauciones de seguridad apropiadas para el producto.

La señalización deberá ser de material indeleble, ubicarse en lugares visibles del centro de trabajo y/o recipiente y, esa información debe coincidir con la utilizada en las HDS. En específico para el gas L.P., se recomienda el símbolo de “Llama”, las palabras “Peligro” (o “Atención”) y la indicación “Gas extremadamente inflamable” o “Gas inflamable”. En el apéndice B, se encuentran las representaciones gráficas y las indicaciones para las dimensiones del pictograma dependiendo la máxima distancia de observación de la señal. Como parte del apéndice “C”, se menciona la clave alfanumérica referente a la salud, designado por la letra H y, en específico para gases inflamables, H220.

⁴ Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), PROY-NOM-018-STPS-2014

4.4 - Señales de seguridad e higiene, conforme a la NOM-026-STPS-2008.

El objetivo de la norma es:

“Establecer los requerimientos en cuanto a los colores y señales de seguridad e higiene y la identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.”

Menciona que “rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo” exceptuando “señalización de transporte terrestre, marítima, fluvial o aérea, que sea competencia de la SCT”,

Entre las definiciones destacan:

- Color de seguridad: Color de uso especial y restringido, cuya finalidad es indicar la presencia de peligro, proporcionar información, o bien prohibir o indicar una acción a seguir.

Con respecto a las obligaciones del patrón, se detalla que debe:

- Dar un mantenimiento constante a toda señalización que asegure en todo momento su visibilidad y legibilidad.
- Ubicar las señales de seguridad e higiene de tal manera que puedan ser observadas e interpretadas por los trabajadores.

Como parte del código de colores de seguridad, la *tabla 4.5* resume el significado e indicaciones:




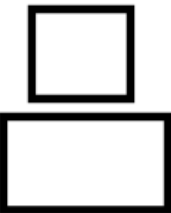
*Tabla 4.5 – Código de colores, significado e indicaciones.*⁵

COLOR DE SEGURIDAD	SIGNIFICADO	INDICACIONES Y PRECISIONES
ROJO	Paro.	Alto y dispositivos de desconexión para emergencias.
	Prohibición.	Señalamientos para prohibir acciones específicas.
	Material, equipo y sistemas para combate de incendios.	Ubicación y localización de los mismos e identificación de tuberías que conducen fluidos para el combate de incendios.
AMARILLO	Advertencia de peligro.	Atención, precaución, verificación e identificación de tuberías que conducen fluidos peligrosos.
	Delimitación de áreas.	Límites de áreas restringidas o de usos específicos.
	Advertencia de peligro por radiaciones ionizantes.	Señalamiento para indicar la presencia de material radiactivo.
VERDE	Condición segura.	Identificación de tuberías que conducen fluidos de bajo riesgo. Señalamientos para indicar salidas de emergencia, rutas de evacuación, zonas de seguridad y primeros auxilios, lugares de reunión, regaderas de emergencia, lavajos, entre otros.
AZUL	Obligación.	Señalamientos para realizar acciones específicas.

⁵ Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), PROY-NOM-006-STPS-2008

En relación a las formas geométricas, se establece un determinado significado para los círculos, triángulo equilátero, cuadrado o rectángulo que, la *tabla 4.6*, resume:

*Tabla 4.6 – Formas geométricas significado y utilización.*⁶

SIGNIFICADO	FORMA GEOMETRICA	DESCRIPCION DE FORMA GEOMETRICA	UTILIZACION
PROHIBICION		Círculo con banda circular y banda diametral oblicua a 45°, con la horizontal, dispuesta de la parte superior izquierda a la inferior derecha.	Prohibición de una acción susceptible de provocar un riesgo.
OBLIGACION		Círculo.	Descripción de una acción obligatoria.
PRECAUCION		Triángulo equilátero. La base deberá ser paralela a la horizontal.	Advierte de un peligro.
INFORMACION		Cuadrado o rectángulo. La relación de lados será como máximo 1:2.	Proporciona información para casos de emergencia.

La norma permite elaborar símbolos particulares “siempre y cuando se establezca la indicación por escrito y su contenido de imagen asociado.” En relación al texto, toda señal puede complementarse siempre que refuerce la información que otorga el símbolo, se ubique debajo de la señal de seguridad e higiene, sea breve y no rebase los límites de ancho y alto del pictograma. Para el área superficial adecuada de las señales de seguridad e higiene se establece una relación que involucra la distancia máxima de observación sobre un valor constante. Se establecen una iluminación de al menos 50 lumen/m².

Con respecto a los riesgos por fluidos conducidos en tuberías, fija el color rojo para fluidos que combatan un incendio, el amarillo para identificar fluidos peligrosos y el verde para fluidos de bajo riesgo. Se establece pintar la tubería a todo lo largo y colocar etiquetas indelebles como bandas de identificación.

⁶ Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), PROY-NOM-006-STPS-2008

4.5 - Equipo de protección personal, de acuerdo a la NOM-17-STPS-2008.

La norma, plantea como objetivo:

“Establecer los requisitos mínimos para que el patrón seleccione, adquiera y proporcione a sus trabajadores, el equipo de protección personal correspondiente para protegerlos de los agentes del medio ambiente de trabajo que puedan dañar su integridad física y su salud.”

La norma “aplica en todos los centros de trabajo del territorio nacional en que se requiera el uso de equipo de protección personal para proteger a los trabajadores contra los riesgos derivados de las actividades que desarrollen.”

De las definiciones, sobresale:

- Equipo de protección personal (EPP): conjunto de elementos y dispositivos, diseñados específicamente para proteger al trabajador contra accidentes y enfermedades que pudieran ser causados por agentes o factores generados con motivo de sus actividades de trabajo y de la atención de emergencias. En caso de que en el análisis de riesgo se establezca la necesidad de utilizar ropa de trabajo con características de protección, ésta será considerada equipo de protección personal.

Dentro de las “obligaciones del patrón” destacan:

- Identificar y analizar los riesgos de trabajo a los que están expuestos los trabajadores, registrarla y conservarla.
- Determinar el equipo de protección personal que deben utilizar los trabajadores.
- Proporcionar capacitación para el uso, revisión, reposición, limpieza, limitaciones, mantenimiento, resguardo y disposición final del EPP.

Mientras que, los trabajadores, deberán:

- Utilizar el EPP proporcionado.
- Revisar antes de iniciar, durante y al finalizar su jornada, las condiciones del EPP
- Informar al patrón cuando las condiciones del equipo de protección personal ya no sea útil.

Con respecto a los procedimientos para el uso, revisión, reposición, limpieza, limitaciones, mantenimiento, resguardo y disposición final deben basarse en información que otorgue el proveedor, verificar las limitaciones y considerar el tiempo de vida útil que el fabricante establezca.

Como parte de la determinación del EPP, se destaca la región anatómica, el equipo de protección adecuado y el tipo de riesgo en función de la actividad. Para la cabeza, destaca el casco contra impacto que impide ser golpeado por algo, en ojos y cara sobresalen los anteojos de protección y caretas para soldar, mientras que para oídos destaca tapones auditivos, para la zona del aparato respiratorio sobresalen las mascarillas y equipos de respiración autónomos, los guantes y mangas para proteger extremidades superiores, para el tronco sobresalen las batas, y para las extremidades inferiores se menciona el calzado contra impacto y botas impermeables.

- La *figura 4.1* detalla un señalamiento de Equipo de Protección Personal (EPP) donde sobresale el color azul y las figuras cuadradas.



Figura 4.1 – Señalamiento de EPP. Sobresale el color azul y las figuras cuadradas.

4.6 - Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo, conforme a la NOM-002-STPS-2010.

La norma cita como objetivo

“Establecer los requerimientos para la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo”.

También menciona que “rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo.” Entre las definiciones que establece destacan:

- **Agente extintor:** Es la sustancia, o mezcla de ellas, que apaga un fuego, al contacto con un material en combustión, en la cantidad adecuada.

- Gas inflamable: Es aquel que tiene un rango inflamable con el aire a 20°C y presión de referencia de 101.3kPa, entre otros, propano, hidrogeno, butano, pentano y etano.
- Fuego clase B: Es aquel que se presenta en líquidos combustibles e inflamables y gases inflamables.

Como parte de las “obligaciones del patrón” sobresalen:

- El hecho de clasificar el riesgo de incendio de las áreas de trabajo.
- Contar con mapas generales del centro de trabajo.
- Tener un plan de atención a emergencias de incendio.
- Elaborar programas de capacitación en materia de prevención de incendios.
- Desarrollar simulacros de emergencia de incendios.
- Dotar, con el equipo de protección personal, a los integrantes de las brigadas contra incendio.

Como parte de las “obligaciones de los trabajadores” destacan:

- Participar en las actividades de capacitación y entrenamiento que se proporcionen.
- No dañar los equipos de protección
- No dañar los señalamientos de evacuación y auxiliar en la respuesta de emergencias de incendio.

Establecer y dar seguimiento a un programa anual de revisión a las instalaciones de gas licuado de petróleo y/o natural, a fin de identificar y corregir condiciones inseguras que puedan existir. Cuando se detecten daños, se procede a dar mantenimiento. Además, es importante conservar un registro de resultados con datos de quien realizo la revisión, fecha de revisión, áreas revisadas y anomalías detectadas. Con respecto a los señalamientos de rutas de evacuación, ubicación de extintores y punto de reunión, la *figura 4.2* resume algunos señalamientos adecuados para la prevención de incendios.



Figura 4.2 – Señalamientos adecuados para la prevención de incendios.

Como parte del plan de atención a emergencias de incendio se debe contar con:

- Identificación y localización de áreas destinados a fabricación, almacenamiento, manejo de materia prima, producto terminado, desechos y residuos que impliquen peligro de incendio.
- Identificación de las rutas de evacuación, procedimiento para alertar, procedimiento de evacuación de trabajadores.
- Equipo de protección personal apropiado.
- Procedimiento para el retorno a actividades normales de operación.

Con respecto a los simulacros de emergencia, deben realizarse en todo el centro de trabajo, contar con fecha y hora de ejecución, alcance del simulacro, secuencia de acciones y nombres de los encargados de coordinar el simulacro.

En materia de capacitación, los trabajadores deberán:

- Recibir entrenamiento teórico-práctico para manejar extintores.
- Conocer la manera de actuar conforme al plan de atención de emergencia, la forma adecuada de participar en el plan de ayuda mutua y los procedimientos básicos de rescate y de primeros auxilios.
- Conocer métodos de mitigación de material inflamable, riesgos a la salud de material inflamable y métodos para conducir a visitantes del centro de trabajo en simulacros o en casos de emergencia de incendios, hacia un lugar seguro.

4.7 - Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas, de acuerdo con la NOM-028-STPS-2012

La norma tiene como objetivo:

“Establecer los elementos de un sistema de administración para organizar la seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas, a fin de prevenir accidentes mayores y proteger de daños a las personas, a los centros de trabajo y a su entorno.”

Menciona que aplica “rige en todo el territorio nacional y aplica a los centros de trabajo que realicen, entre otros rubros, procesos específicos de producción, almacenamiento y distribución de gas licuado de petróleo (GLP).” Del conjunto de definiciones destacan:

- Equipo crítico: Los tanques de almacenamiento y recipientes presurizados, junto con sus sistemas de paro de emergencia; los dispositivos y sistemas de alivio de presión y de venteo; las protecciones del proceso, tales como controles, enlaces de protección, sensores y alarmas, y los sistemas de bombeo y tuberías, entre otros, destinados a contener sustancias químicas peligrosas, que se encuentran

o no interconectados en el proceso de producción, en los que la falla de los dispositivos de seguridad, de la integridad mecánica o en el manejo de las sustancias o equipos, durante la operación de los mismos, puede ocasionar un accidente mayor.

Entre las obligaciones del patrón, sobresale:

- Administrar la integridad mecánica de los equipos críticos del centro de trabajo
- Considerar aspectos de mantenimiento y revisión.
- Disponer de un programa de auditorías internas que verifique los procesos
- Contar con procedimientos de trabajos que realicen los contratistas
- Comunicar y difundir los riesgos a los que se está expuesto, los procedimientos de seguridad y contar con procedimientos de prearranque, arranque, operación normal, mantenimiento, paros de emergencia y alteraciones de equipos críticos.

Como obligaciones de los trabajadores destaca observar los procedimientos relacionados con los procesos y equipos críticos que se difundan, participar en entrevistas y capacitaciones relacionadas con el uso de sustancias químicas peligrosas. La tabla 4.7 resume características del análisis de riesgos y procedimientos de seguridad:

Tabla 4.7 – Requisitos mínimos para el análisis de riesgos y procedimientos de seguridad.⁷

El análisis de riesgos debe:	Los procedimientos de seguridad deben:
Incluir objetivos alcance y tiempo estimado.	Elaborarse por escrito.
Descripciones, condiciones, planos, HDS y procedimientos del proceso.	Incluir vigencia y referirse a espacios confinados, trabajos de soldadura y corte.
Actualizarse cada 5 años, como mínimo.	Contar con nombre y firma del responsable de área y la persona que realizara la actividad.

La norma también destaca que debe existir un sistema de información sobre los procesos y equipos críticos que incluya planos de estructuras, dimensionamiento de sistemas y componentes de la instalación, diagrama de flujo de los procesos críticos, diagrama de tuberías e instrumentación, catálogos de equipos, análisis de riesgos, plan de atención a emergencias, procedimientos de operación y mantenimiento.

⁷ Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), NOM-028-STPS-2012

4.8 - Condiciones de seguridad de los recipientes portátiles para contener Gas L.P. en uso, conforme a la NOM-011/1-SEDG-1999

Esta norma, de la Secretaría de Energía, plantea como objetivo

“Establecer las condiciones mínimas de seguridad de los recipientes portátiles para contener Gas L.P. en uso, con el fin de proporcionar el servicio en la distribución del Gas L.P. por medio de esos envases; asimismo, las especificaciones para el marcado que identifica al distribuidor propietario del recipiente y los procedimientos para la evaluación de la conformidad.”

De las definiciones sobresalen:

- Recipiente portátil para Gas L.P: 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. Debe contar con una válvula. Dentro de la norma se le cita como recipiente portátil.
- Gas L.P. o gas licuado de petróleo: Combustible en cuya composición predominan los hidrocarburos butano, propano o sus mezclas.

Debe evitarse el uso de recipientes donde:

- La válvula tenga daño visible.
- Se presente fuga.
- La base de sustentación no sostenga verticalmente al recipiente.
- La pintura presente signos de corrosión.

Deben retirarse de servicio los recipientes que:

- Presenten abolladuras en la sección cilíndrica y/o casquetes.
- Presenten protuberancias.
- Tengan incisiones o daños por corrosión con profundidad mayor a 0.6mm.
- Cuenten con grietas externas.

Se estipula que está prohibido:

- Efectuar reparaciones que impliquen calentamiento o golpes en el recipiente portátil (aunque si es posible aplicar soldadura en los casquetes exclusivamente para el cambio de cuello protector y base de sustentación).

Con respecto al marcado de los recipientes portátiles, se debe añadir una marca metálica en la base del cuello protector o a la derecha de la placa tara, en la parte central y a 20mm de distancia, debe incluir nombre y marca comercial del propietario o distribuidor que obtenga posesión de los mismos. En relación a la pintura, se puede realizar sobre la impuesta por el fabricante, con el color distintivo del distribuidor. Y,

para finalizar, se añaden dos imágenes que diferencian entre un recipiente portátil tipo A y B (Ver figura 4.3), donde destaca el hecho de existir una soldadura longitudinal en el caso del tipo A.

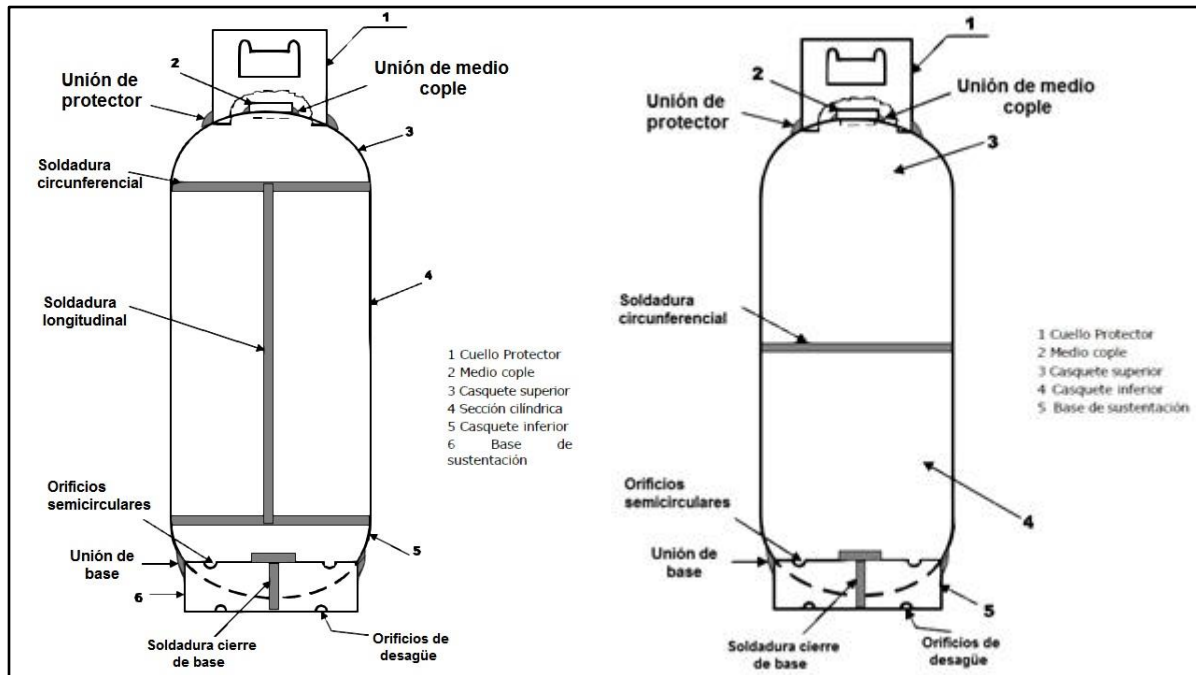


Figura 4.3 – Recipiente portátil tipo A (Izq.) y B (Der.)

4.9 Reguladores de baja presión para Gas L.P. Especificaciones y métodos de prueba, de acuerdo con la NOM-015-SESH-2013

Esta norma, de la Secretaría de Energía, destaca como objetivo

“Establecer las especificaciones, requisitos mínimos de seguridad, así como los métodos de prueba que deben cumplir los reguladores cuya presión de servicio fluctúa entre 2.48 kPa (25.29 gf/cm²) hasta 3.04 kPa (31 gf/cm²) que se utilizan en instalaciones de aprovechamiento de Gas L.P., y la información que debe exhibirse en el producto y su embalaje.”

Dentro de las definiciones, sobresalen:

- Regulador de baja presión para Gas L.P.: Elemento para regular la presión del Gas L.P. en su fase gaseosa.
- Válvula de relevo de presión (seguridad): Elemento automático para relevar la presión excesiva del Gas L.P. en fase gaseosa.

La norma contempla tres tipos de reguladores, de una entrada, de dos entradas con dispositivo de cambio y de acoplamiento directo. Con respecto a diafragmas y

empaques de los reguladores, deben ser resistentes al Gas L.P., el cuerpo y roscas deben ser metálicos, los resortes deben resistir la corrosión del medio ambiente sin perder su funcionalidad y, cada rosca de entrada y salida de Gas L.P., del regulador debe resistir un determinado momento de torsión, de acuerdo con su designación de rosca (mm o pulgadas), sin presentar fisuras o deformaciones.

En cuanto a la resistencia hidrostática, a la entrada del regulador, debe tolerar 1.96 MPa, sin presentar deformaciones. La válvula de relevo de presión debe existir en todos los reguladores de cualquier tipo con capacidad de flujo mayor que 0.60 m³/h. El desfogue debe ser por medio de un orificio. La tapa debe contar con un protector que evite modificaciones del ajuste original. Con respecto a la temperatura, el regulador debe resistir un cambio, primero de 253.15°K ($\pm 2^\circ\text{K}$), y después de 343.15°K ($\pm 2^\circ\text{K}$).

El diafragma debe ser de un material flexible e impermeable, que resista hasta 2.5 veces la presión de cierre. Con respecto a la presión de servicio del regulador debe ser de 2.75 kPa (± 0.29 kPa). La presión de cierre de flujo en la salida debe ser máximo 20% mayor que la presión de servicio. La válvula de relevo de presión debe abrir a una presión de entre 5.49 kPa y 8.23 kPa, y la presión de cierre no debe ser menor a 4.20 kPa.

El informe que se genere, con el compendio de resultados de las pruebas de:

- Variación de masa, volumen y dimensiones del diafragma.
- Presión de servicio.
- Presión hidrostática.
- Hermeticidad

Por último, debe incluir nombre del responsable de laboratorio, identificación de equipo, temperatura ambiente, fecha de realización, reactivos utilizados, resultados y observaciones. Como parte de la información comercial, cada regulador debe presentar de forma clara y permanente la marca del fabricante, importador, o distribuidor, la leyenda "HECHO EN [País de Origen]", modelo, capacidad (m³), fecha de fabricación y la leyenda "NOM".

C A P Í T U L O V

Identificación y Seguridad en el Transporte del Gas Licuado de Petróleo (GLP)

• Introducción

Con respecto a regulaciones en materia de seguridad en el transporte del Gas Licuado de Petróleo (GLP), la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y la Secretaría de Energía (SENER) ponen a disposición de la población, una serie de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que abarcan desde dimensiones y pesos máximos que deben cumplir los autotransportes, hasta documentos e información de emergencia que deben traer consigo las unidades destinadas al transporte terrestre. El conocimiento y propagación de esta información resulta vital si se desea disminuir las probabilidades de accidentes en el futuro.

- Por una parte, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), destaca como su misión: “Promover sistemas de transporte y comunicaciones seguros, eficientes y competitivos, mediante el fortalecimiento del marco jurídico, la definición de políticas públicas y el diseño de estrategias que contribuyan al crecimiento sostenido de la economía y el desarrollo social equilibrado del país; ampliando la cobertura y accesibilidad de los servicios, logrando la integración de los mexicanos y respetando el medio ambiente.”



Contacto

Avenida Xola, esquina con Eje Central, S/N,
Col. Narvarte, Del. Benito Juárez
Distrito Federal CP. 03020, Tel. (55) 5723-9300

- Por otra parte, la Secretaría de Energía (SENER), resalta como su misión: “Conducir la política energética del país, dentro del marco constitucional vigente, para garantizar el suministro competitivo, suficiente, de alta calidad, económicamente viable y ambientalmente sustentable de energéticos que requiere el desarrollo de la vida nacional.”



CONTACTO

Insurgentes Sur #890 Col. Del Valle,
Del Benito Juárez Distrito Federal
CP. 03100, Tel. (55) 5000 6000

5.1 - Características de las etiquetas de envases y embalajes, destinados al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos, conforme a la NOM-003-SCT/2008.

La norma tiene como objetivo:

“Establecer las características, dimensiones, símbolos y colores de las etiquetas que deben portar todos los envases y embalajes, que identifican la clase de riesgo que representan durante su transportación y manejo las sustancias, materiales y residuos peligrosos.”

Menciona que “es de aplicación obligatoria para expedidores, transportistas y destinatarios de sustancias, materiales y residuos peligrosos que transitan por las vías generales de comunicación terrestre, marítima y aérea.” Entre las definiciones que utiliza la norma, destacan:

- Embalaje: Material que envuelve, contiene y protege debidamente los productos pre envasados, que facilita y resiste las operaciones del almacenamiento y transporte.
- Sustancia peligrosa: Todo aquel elemento, compuesto, material o mezcla de ellos que independientemente de su estado físico, represente un riesgo potencial para la salud, el ambiente, la seguridad de los usuarios y la propiedad de terceros; también se consideran bajo esta definición los agentes biológicos causantes de enfermedades.
- Etiqueta: Cualquier señal o símbolo escrito, impreso o gráfico visual o fijado que mediante un código de interpretación, indica el contenido, manejo, riesgo y peligrosidad de las sustancias, materiales y los residuos peligrosos.

La forma de clasificar las sustancias se ajusta a lo establecido por el Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS), descrito en el primer capítulo de esta investigación. Dentro de los principios generales establece que todo envase y embalaje destinado al transporte de materiales y residuos peligrosos cuya masa neta o capacidad exceda de 400Kg o 450 L, deberá portar, una etiqueta o cartel de identificación, cuya finalidad es:

- Reconocer por su aspecto general de color, forma y símbolo, los envases y embalajes que contienen materiales y residuos peligrosos
- Identificar la naturaleza del riesgo potencial mediante símbolos y;
- Prevenir situaciones de peligro en el manejo de las sustancias, materiales o residuos peligrosos.

La norma destaca un total de cinco símbolos básicos y cuatro complementarios para el uso en etiquetas:

Símbolo Básico	Significado	Símbolo Complementario	Significado
Bomba explotando	Peligro de explosión.	Flama sobre un círculo.	Oxidantes peróxidos orgánicos.
Flama	Peligro de incendio.	Cilindro de gas	Gases comprimidos no inflamables, no tóxicos.
Calaveras y tibias cruzadas	Peligro de envenenamiento.	Tres medias lunas sobre un círculo	Substancias infecciosas
Trébol esquematizado	Peligro de radiactividad.	Siete franjas verticales	Substancias peligrosas varias.
Líquidos goteando de dos tubos de ensayo sobre una mano y un metal	Peligro de corrosión.		

De las disposiciones sobre el etiquetado sobresale:

- La obligación de que el material y la etiqueta correspondan en todo momento a la sustancia transportada.
- Que para la clase 2 se cuenta con 3 etiquetas distintas: una de color rojo para los gases inflamables de la división 2.1, una de color verde para los gases no inflamables no tóxicos de la división 2.2 y una de color blanco para los gases tóxicos de la división 2.3.
- Que debe ser colocado en la misma superficie del embalaje, no obstruida por ningún accesorio o, en su defecto, sujetarse firmemente al envase mediante un marbete.

Dentro de las características generales de las etiquetas, destacan:

Características generales:
Forma de cuadrado (inclinado) (100mmX100mm)
Deben ser visibles
Contar con símbolo y texto
Otorgar buen contraste
Numero de identificación (UN/CAS)

La *figura 5.1* detalla una etiqueta de envase apropiado para las sustancias de la clase 2.



Figura 5.1 – Etiqueta de envase apropiado para las sustancias de la clase 2.

5.2 - Aspectos relevantes del Reglamento para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos.

El reglamento para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos, publicado originalmente en 1993, con una última reforma hecha en el año 2012, plantea como objetivo:

“Regular el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos”

Otorga una serie de definiciones, entre las que sobresalen:

- Autotransportista: Persona física o moral, debidamente autorizada por la Secretaria, para prestar servicio público o privado de autotransporte de carga.
- Sustancia peligrosa: Todo aquel elemento, compuesto, material o mezcla de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo potencial para la salud, el ambiente, la seguridad de los usuarios y la propiedad de terceros, también se consideran bajo esta definición los agentes biológicos causantes de enfermedades.
- Unidad: Vehículo para el transporte de materiales y residuos peligrosos, compuesto por unidades motrices y de arrastre.

Dentro del reglamento, se menciona que la SCT puede celebrar acuerdos con entidades federativas y con municipios para la aplicación del reglamento y prohíbe transportar materiales ajenos (como productos alimenticios, personas o animales) en unidades que hayan sido autorizadas para el transporte de materiales y residuos peligrosos.

El reglamento maneja una clasificación de sustancias peligrosas similar a la establecida en el capítulo uno de esta investigación, con ligeras modificaciones pues se trata de su versión de 1990. Destaca que, con el objeto de identificar a distancia las sustancias o residuos peligrosos y conocer su riesgo, cada embalaje deberá contar con sus etiquetas correspondientes, en función de la norma correspondiente.

El material de construcción de los tanques debe ser compatible con el material a transportar, y las unidades deben contar con aditamentos de emergencia y dispositivos de protección, a fin de ofrecer la máxima seguridad. Se obliga a las unidades, además, a contar con una placa de metal inoxidable de fácil acceso para la inspección, con datos del material a transportar.

Aunque se obliga a los transportistas a llevar un control del mantenimiento preventivo de las unidades, deberán someterse a inspecciones periódicas técnicas y de operación para constar que cumplen con lo establecido en el reglamento y normas correspondientes.

Menciona que cualquier embarque no se encuentre en condiciones de operación, físicas y mecánicas, adecuadas, debe ser rechazado por los transportistas. Como documentación, hace obligatorio contar con:

- Documento de embarque.
- Licencia federal de conducir específica para el transporte de materiales peligrosos.
- Bitácora de horas de servicio
- Bitácora de inspección ocular diaria.
- Póliza de seguro individual.
- Información de emergencia en transportación.
- Manifiesto de entrega, transporte y recepción.
- Documento de inspección técnica.
- Manifiesto para casos de Derrames de Residuos Peligrosos.

Se hace mención del Sistema Nacional de Emergencias, para proporcionar información técnica y específica sobre las medidas y acciones que deben adoptarse en caso de algún accidente durante el transporte de materiales y residuos peligrosos. También menciona que se alertara a la Policía Federal de Caminos y Puertos, al Gobierno de la entidad federativa, autoridades municipales y, en su caso, a la Secretaria de Gobernación, con el objetivo de poner en marcha operativos que salvaguarden a la población.

Se prohíbe:

Abrir el embalaje entre los puntos origen y destino
Realizar paradas no contempladas durante el trayecto
Viajar en convoy
Descargar en caminos, calles o instalaciones no apropiadas
Realizar venteo incensario
Estacionarse en vía pública, cerca de incendios o centrales eléctricas, declives, curvas, puentes, cruceros

Como parte de las obligaciones del expedidor destacan: el hecho de cerciorarse que los embalajes cumplan con las especificaciones estipuladas, proporcionar información de emergencia, indicar el equipo de seguridad necesario, contar con autorizaciones y proporcionar datos de embarque. Mientras que el autotransportista está obligado a rechazar envíos que no cumplan con la documentación requerida, contar con unidades adecuadas, realizar inspecciones a las unidades, instalar carteles y llevar estadísticas de accidentes, así como contar con capacitación específica aprobada por la STPS.

Dentro del *Apéndice A1*, se añade una interpretación a la "Bitácora de horas de servicio del conductor" y la "Licencia federal de conductor" utilizadas para el transporte de gas licuado de petróleo (GLP).

5.3 - Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte terrestre, de acuerdo a la NOM-004-SCT/2008.

La norma cita como objetivo:

"Establecer las características y dimensiones de los carteles que deben portar las unidades vehiculares, camiones, unidades de arrastre, autotanques, carrotanques, contenedores, contenedores cisterna, tanques portátiles y recipientes intermedios para granel y demás unidades de autotransporte y ferrocarril, a fin de identificar la clase de riesgo de las sustancias, materiales o residuos peligrosos que se transportan."

Menciona que "es de observancia obligatoria para los expedidores, transportistas y destinatarios de las sustancias, materiales y residuos peligrosos que transitan por las vías generales de comunicación terrestre, marítima y aérea." De las definiciones que utiliza la norma, sobresalen:

- Autotanque: Vehículo cerrado, camión tanque, semirremolque o remolque tipo tanque, destinado al transporte de líquidos, gases licuados o sólidos en suspensión.

- Cartel: Rótulo impreso, pintado o grabado que identifica el contenido y riesgo del producto transportado.
- Contenedor: Recipiente o embalaje metálico de capacidades y formas normalizadas internacionalmente, usado para transportar mercancías.

Como parte de los principios generales destaca:

La obligación de portar carteles de identificación y señalamientos de seguridad en unidades de transporte y contenedores
Que cuando se movilizan conjuntamente materiales de diferentes clases de riesgo, se utilizaran por lo menos dos carteles que identifiquen a los materiales de mayor riesgo.
Que los carteles deben ofrecer buen contraste
Que la ubicación exacta debe ser en la parte media superior de la vista lateral, anterior y posterior.
La obligación de Identificar el riesgo primario/secundario
Contar con el Número UN

Dentro de otro apartado de la Norma, se hace referencia a las especificaciones de los carteles, los cuales deben:

Ser de material de alta resistencia
Tener forma de rombo, con dimensiones mínimas de 250mm x 250mm.
Coincidir siempre con el material transportado
Añadir una línea paralela a los bordes, a 12.5mm, del mismo color que el símbolo.
Contar con el marcado de numero UN, con altura máxima de 65mmX50mm

Por último, como parte del marcado adicional destaca:

Que si la sustancia daña al medio ambiente, se añada una señalización en dos de los lados opuestos de la unidad.

Que la leyenda “Transporta Material Peligroso”, es completamente optativo y no obligatorio.

En la *figura 5.2* se detalla un cartel de identificación correspondiente a Gas L.P. (GLP):



Figura 5.2 – Cartel de identificación correspondiente a Gas L.P. (GLP)

5.4 - Aspectos básicos para la inspección vehicular diaria, según la NOM-006-SCT2/2011

Esta norma, presenta como su objetivo:

“Establecer la información básica y las especificaciones que deben cumplirse para la revisión ocular diaria destinada al autotransporte de sustancias, materiales o residuos peligrosos por parte de los autotransportistas en corresponsabilidad con sus conductores, para asegurarse que éstas se encuentran en buenas condiciones mecánicas y de operación.”

Menciona que es de carácter “obligatorio para los autotransportistas en corresponsabilidad con sus conductores, así como del transporte privado de sustancias, materiales y residuos peligrosos que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal, quienes deben efectuar la revisión ocular diaria de las unidades que transportan sustancias, materiales o residuos peligrosos y asentar la información correspondiente en la Bitácora de Revisión Ocular Diaria de la Unidad de Autotransporte.”

Dentro de sus definiciones sobresalen:

- Autotransportista: Persona física o moral que cuenta con permiso de la Secretaría para prestar servicio público o privado de transporte de carga.
- Unidad: Vehículo automotor o de arrastre destinado al transporte de materiales o residuos peligrosos que circulan por las vías generales de comunicación terrestre.
- Autotanque: Vehículo cerrado, camión tanque, semirremolque o remolque tipo tanque, destinado al transporte de líquidos, gases licuados o sólidos en suspensión.

La Norma, destaca la existencia de una “Bitácora de Revisión Ocular Diaria de la Unidad de Autotransporte” donde, el conductor, manifiesta por escrito las condiciones mecánicas y de operación de la unidad, previo al inicio y durante el traslado de la sustancia, material o residuo peligroso. Deberá portarse junto con los demás documentos requeridos, y tendrá que contar con al menos:

Identificación del autotransportista	<ul style="list-style-type: none"> - Con nombre (o razón social), domicilio y número telefónico del permisionario - Tipo de servicio - Lugar, fecha y hora de revisión - Indicar origen-destino de la ruta determinada para el transporte, incluyendo kilometraje.
Identificación del conductor	<ul style="list-style-type: none"> - Con nombre completo - Número, categoría y vigencia de la licencia específica.
Identificación de la unidad	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de unidad - Marca, modelo y placas
Elementos mínimos que deberán revisarse	<p>El resultado de la evaluación se califica de acuerdo con: Bien, Mal, No aplica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revisión interna: <ul style="list-style-type: none"> - Tablero de instrumentos, velocímetro, luces de tablero. batería, motor, claxon, cinturón de seguridad, parabrisas, retrovisores, volante, frenos.

**Elementos mínimos
que deberán
revisarse**

- Revisión exterior:
 - Defensa, faros, llantas, rines, birlos y tuercas,
- Revisión lado izquierdo/derecho:
 - Tanque de combustible, luces de advertencia, reflejantes, llanta de refacción, sistema de aseguramiento y sujeción de la carga.
- Revisión parte posterior:
 - Luces, defensa, escape, cerraduras de puerta.
- Revisión parte inferior:
 - Frenos, muelles, chasis, diferencial, transmisión.
- Revisión área de combustión interna:
 - Motor, radiador, batería, bandas.
- Revisión equipo de emergencia:
 - Guía de respuesta en caso de emergencia, botiquín primeros auxilios, caja de herramientas, extintor, equipo de seguridad.
- Revisión remolque, semirremolque:
 - Freno remolque, carteles, líneas eléctricas, birlos y tuercas completos.

Como obligación, el autotransportista debe otorgar al conductor la Bitácora de Revisión Ocular Diaria de la Unidad, cada vez que inicien la transportación de un embarque de sustancias, materiales y residuos peligrosos. El documento no está sujeto a un formato determinado pero dentro de él, es importante contar con la firma del conductor responsable de la revisión. Como interpretación de esta norma, en la sección correspondiente a *Apéndice B2* se añade la “Bitácora de inspección ocular diaria”.

5.5 - Peso y dimensiones máximas para los vehículos de Autotransporte, conforme a la NOM-012-SCT-2-2014.

Esta norma, presenta como objetivo:

“Establecer las especificaciones de peso, dimensiones y capacidad de los vehículos de autotransporte federal, sus servicios auxiliares y transporte privado que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal, excepto los vehículos tipo grúa de arrastre y arrastre y salvamento.”

Dentro de las definiciones que se ofrecen, destacan:

- Camión unitario: Vehículo automotor de seis o más llantas, destinado al transporte de carga con peso bruto mayor a 4t.
- Carga útil y peso útil: Peso máximo de la carga que un vehículo puede transportar en condiciones de seguridad y para el cual fue diseñado por el fabricante o reconstructor.
- Peso bruto vehicular: Suma del peso vehicular y el peso de la carga, en el caso de vehículos de carga; o suma del peso vehicular y el peso de los pasajeros, equipaje y paquetería, en el caso de los vehículos destinados al servicio de pasajeros.
- Usuario: Persona física o moral que contrate con un transportista el traslado de personas, o el transporte de carga, o que transporte su propia carga.

Esta norma se publicó en el Diario Oficial de la Federación en noviembre de 2014, y entro en vigor en enero de 2015, después de haber ocurrido dos graves accidentes en autopistas federales. La norma, comienza por otorgar una clasificación a los autobuses, camiones unitarios, camiones remolque, tractocamiones y tractocamiones doblemente articulados, de acuerdo con su número de ejes y número de llantas.

Como parte de los pesos máximos de las unidades, se establece que:

Unidades que cuenten con suspensión automática y sistema de frenado.	Hasta 75.5 toneladas
Unidades que carezcan de sistemas adicionales de seguridad.	Hasta 66.5 toneladas

Además, los vehículos de carga tendrán:

- Una velocidad máxima de 80km/h, o inferior cuando así se indique.
- Estarán confinados al carril de extrema derecha, excepto en rebase.
- Permanecerán con las luces encendidas, mediante el uso de un sistema electrónico.
- Deberán circular con un mínimo de 100m de separación respecto de otros vehículos pesados.

Por parte del conductor, deberán:

- Contar con capacitación y licencia específica, luego de aprobar un examen.
- Hacer uso de bitácoras de horas de servicio, con registros de conducción semanal y por viaje.

Con respecto a las dimensiones máximas, se establece:

Altura máxima	4.25 metros
Ancho máximo (sin incluir accesorios)	2.60 metros
Largo máximo (Autobús y camión unitario)	14 metros
Largo máximo (Camión remolque)	31 metros
Largo máximo (Tractocamión articulado)	23 metros
Largo máximo (Tractocamión semirremolque-remolque)	31 metros

También, se debe portar en la parte posterior del segundo semirremolque o remolque, un letrero fijo con dimensiones mínimas de 0.8 X 0.6 m y una leyenda "PRECAUCION DOBLE SEMIRREMOLQUE", en fondo naranja reflejante y letras negras. Con respecto a unidades tipo tanque, propiedad de PEMEX, podrán transitar en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal con el peso bruto vehicular de acuerdo con su capacidad de diseño, durante un plazo que no excederá de dos años a partir de la entrada en vigor de esta norma.

La *figura 5.3*, detalla la configuración de tractocamión semirremolque-remolque:












TRACTOCAMIÓN SEMIRREMOLQUE-REMOLQUE (T-S-R)			
NOMENCLATURA	NÚMERO DE EJES	NÚMERO DE LLANTAS	CONFIGURACIÓN DEL VEHÍCULO
T2-S1-R2	5	18	
T2-S2-R2	6	22	
T2-S1-R3	6	22	
T3-S1-R2	6	22	
T3-S1-R3	7	26	
T3-S2-R2	7	26	
T3-S2-R3	8	30	
T3-S2-R4	9	34	
T2-S2-S2	6	22	
T3-S2-S2	7	26	
T3-S3-S2	8	30	

Figura 5.3 – Configuración de tractocamión semirremolque-remolque.

5.6 - Información técnica de identificación, según la NOM-023-SCT2/2011.

Se estipula como objetivo de la norma:

“Establecer las especificaciones de la información que debe contener la Placa Técnica de identificación que deben portar los autotanques, cisternas portátiles y recipientes intermedios para granel que estén a una presión mayor a la atmosférica que transportan sustancias, materiales y residuos peligrosos que transitan por las vías generales de comunicación de jurisdicción federal.”

La norma se hace obligatoria para los constructores de autotanques, cisternas portátiles y recipientes metálicos intermedios para granel (RIG), así como para expedidores y destinatarios de materiales peligrosos. También, se obliga a los expedidores, transportistas y destinatarios, a utilizar recipientes que hayan sido aprobados y que ostenten la Placa Técnica con la información correspondiente a su construcción y pruebas.

Como parte de las definiciones, destacan:

- Autotanque: Vehículo cerrado, camión tanque, semirremolque o remolque tipo tanque, destinado al transporte de líquidos, gases licuados o sólidos en suspensión.
- Elemento de seguridad: Dispositivo de descompresión no reconectable que se acciona térmicamente o a una determinada presión.
- Masa máxima permitida: La masa neta máxima para la cual, el RIG fue destinado y está autorizado a transportar.

Como parte de las especificaciones generales, se establece que:

Se debe contar con una Placa Técnica metálica de identificación.

La placa, debe ser resistente, fijada y estar visible en todo momento.

Deberá estar colocada en el lado izquierdo del autotanque.

Y como parte de las especificaciones que debe contener esta Placa Técnica, están:

- Constructor del tanque.
- Número de serie del constructor.
- Fecha de construcción.
- Día, mes y año de prueba original.
- Fecha de certificación.
- País de construcción.

- Presión de diseño (kg/cm² o lb/in²).
- Presión de prueba (kg/cm² o lb/in²).
- Clase de soldadura.
- Capacidad volumétrica nominal (L o gal).
- Capacidad máxima permitida (Kg o lbs).
- Flujo de Carga/Descarga máximos (lpm o kg/cm²)
- Área de superficie expuesta (m²)
- Presión máxima de trabajo permisible (kPa o lb/in²)
- Espesor mínimo permisible del cuerpo (mm o in)
- Espesor mínimo permisible de las cabezas (mm o in)
- Denominación completa del gas
- Temperatura media máxima de carga

Cuando el tanque haya sido reparado, se debe incluir además:

- Razón social de quien realizó la reparación.
- Numero de reparación.
- Fecha de reparación.
- Fecha de certificado.

La placa técnica debe estar en un lugar accesible, estampado, grabado en relieve u otro medio, con caracteres de al menos 4.76mm, conteniendo la información anterior. La *figura 5.4* puntualiza la interpretación de la placa de identificación utilizada por los autotanques

Trinity Industries			
CAPACIDAD NOM. DE AGUA NOM. WATER CAPACITY	53,500	± 2% litros	
AUTORIZACION AUTHORIZATION	N/A	SELO STAMP	N/A
PRESION MAX. DE VAPOR MAX. VAPOR PRESSURE	12.3 kg/cm ²	PRODUCTO SERVICE	PROPYLENO
PRESION MAX. DE TRABAJO MAX. W.P.	18.63 kg/cm ²	AÑO DE FABRICACION MFG YEAR	2000
TEMPERATURA DE DISEÑO DESIGN TEMPERATURE	51.6 °C	PRESION DE DISEÑO DESIGN PRESSURE	18.63 Kg/cm ²
EFICIENCIA CUERPO SHELL EFFICIENCY	100 %	EFICIENCIA CABEZA HEAD EFFICIENCY	100 %
TRATAMIENTO TERMICO HEAT TREATMENT	SI	TIPO DE CABEZAS HEADS TYPE	HEMIESFERICAS
DIAMETRO EXTERIOR OUTSIDE DIAMETER	226.1 cm	LONGITUD TOTAL TOTAL LENGTH	1,450.4 cm
ESPESOR MIN. CUERPO MIN. SHELL THICKNESS	14.75 mm	MATERIAL CUERPO SHELL MATERIAL	SA-612
ESPESOR MIN. CABEZA MIN. HEAD THICKNESS	7.9 mm	MATERIAL CABEZAS HEADS MATERIAL	SA-455
NIV VIN		3T91TJ4C6Y7049078	
NORMA DE FABRICACION MANUFACTURING CODE		ORDEN DE TRABAJO JOB ORDER	21414
TARA DEL RECIPIENTE TANK EMPTY WEIGHT	12,000.0 Kg	TARA TOTAL VACIO TOTAL EMPTY WEIGHT	15,500.0 Kg
MAX. LLENADO FILL LVL	80%, 85%, 88% y 90%	GRAVEDAD ESPECIFICA SPECIFIC GRAVITY	0.52 Kg/Li
PESO DEL PRODUCTO 80% PAY LOAD 80%	25,085.0 Kg	PRUEBA HIDROSTATICA (HYDROSTATIC TEST)	
FECHA PRUEBA ORIGINAL ORIGINAL TEST DATE	14/01/00	PRESION DE PRUEBA TEST PRESSURE	28.0 kg/cm ²
 HECHO EN MEXICO <small>ESTE RECIPIENTE NO DEBERA SOMETERSE A CALENTAMIENTOS POR MEDIOS ARTIFICIALES THIS CONTAINER SHOULD NOT BE SUBMITTED TO ANY ARTIFICIAL HEAT PROCESS</small>			
TRINITY INDUSTRIES DE MEXICO S. DE R.L. DE C.V. <small>Calz. de las Mariposas L-1 Fraccionamiento Industrial Ex-Hacienda de Xalpa, Huehuetoca, Estado de México. Tel. (591) 80222</small>			

Figura 5.4 – Interpretación de la placa de identificación utilizada por los autotanques.

5.7 - Documento de embarque, conforme a la NOM-043-SCT/2003.

Se manifiesta como objetivo de la norma:

“Establecer la información fundamental que debe contener el Documento de Embarque, relativa a la designación oficial de transporte, identificación de las sustancias, materiales y residuos peligrosos, los riesgos de éstos y las declaraciones que el expedidor realice para su transportación.”

Es de observancia obligatoria para los fabricantes, expedidores y generadores que deben elaborar este Documento de Embarque y lo entregaran al transportista quien, durante el traslado, lo portara en todo momento. Del conjunto de definiciones, sobresalen:

- Transportista: Persona física o moral debidamente autorizada para prestar servicio público o privado de transporte de carga en la modalidad de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
- Documento de Embarque: Es el Documento que contiene la información para la correcta designación oficial de transporte, identificación de las sustancias, materiales y residuos peligrosos, los riesgos de estos y las declaraciones que el expedidor realice para su transportación.
- Sustancia Peligrosa: Todo aquel elemento, compuesto, material o mezcla de ellos que independientemente de su estado físico, representa un riesgo potencial para la salud, el ambiente, la seguridad de los usuarios y la propiedad de terceros, también se consideran bajo esta definición los agentes biológicos causantes de enfermedades.

Entre las características que debe cubrir el documento de embarque, sobresalen:

Contar con información correcta, indispensable y necesaria para identificar las sustancias
Contar con numeración consecutiva.
Incluir el nombre del fabricante, expedidor, transportista y destinatario.
No existe un formato generalizado
Incluir fecha de expedición.
Contar con número de identificación “UN”
En mezclas, considerar siempre a la sustancia más peligrosa.
Añadir clase y división.
El conjunto de información debe estar disponible todo el tiempo.

Como parte de la interpretación de esta norma, el *Apéndice C3* incluye el “Documento de Embarque”.

5.8 - Información de emergencia para el transporte terrestre, de acuerdo con la NOM-005-SCT/2008.

El objetivo de esta Norma Oficial Mexicana es:

“Establecer los datos y especificaciones que debe contener la Información de Emergencia para el Transporte de Substancias, Materiales y Residuos Peligrosos, que indique las acciones a seguir para casos de incidente o accidente (fugas, derrames, explosiones, incendios, exposiciones, etc.), que debe llevar toda unidad de transporte, durante el transporte de substancias, materiales y residuos peligrosos, en bolsa o carpeta-portafolios en un lugar accesible de la unidad, retirada de la carga.”

Se menciona que es de carácter obligatoria para expedidores, transportistas y destinatarios de substancias, materiales y residuos peligrosos que se transporten por las vías generales de comunicación terrestre, marítima y aérea. La norma no establece una sección para definiciones, sino que comienza detallando el documento conocido como Hoja de Emergencia, la cual debe contener los siguientes 25 aspectos:

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">- Razón social/dirección.- Teléfonos de emergencia y fax del expedidor.- Nombre del producto.- Clasificación.- Numero UN- Compañía transportadora- Teléfonos de emergencia de la cia. transportista.- Estado físico- Propiedades físico-químicas.- Teléfono del Sistema Nacional de Emergencia.- Equipo y Medio de Protección Personal.- Riesgos.- Acciones. | <ul style="list-style-type: none">- Daños por intoxicación/exposición.- Primeras acciones.- Contaminación causada.- Acciones para minimizar daños al ambiente.- Información medica.- Indicaciones médicas.- Escapes, fugas y derrames.- Efectos para minimizar riesgos por fugas o derrames.- Fuego/explosión.- Acciones para prevenir que la sustancia entre en contacto con fuego.- Nombre y firma de la persona responsable- Debe llenarse adecuadamente. |
|--|---|

En caso de no contar con el conjunto de información anterior, se puede contar con la Guía de Respuesta en Caso de Emergencia, que comprende:

Precauciones de seguridad.
A quien llamar en Canadá, México y Estados Unidos.
Tabla de carteles y guías de respuesta inicial
Índice numérico asignado por la ONU
Índice alfabético asignado por la ONU y por la Guía.
Guía de respuesta. (peligros potenciales, seguridad pública y respuesta de emergencia)
Tabla de distancia de asilamiento inicial
Lista de materiales peligrosos reactivos al agua.
Glosarios de términos.

Dentro del *Apéndice D4* se añade la interpretación con el documento “Hoja de Emergencia”

5.9 - Vehículos para el transporte y distribución de Gas L.P. – Condiciones de seguridad, operación y mantenimiento, según la NOM-007-SESH-2010.

La norma, plantea como su objetivo:

“Establecer las condiciones mínimas de seguridad, operación y mantenimiento que se deben cumplir en lo que refiere al uso de vehículos para el transporte y distribución de gas licuado de petróleo.”

Del conjunto de definiciones, destacan:

- Auto-tanque: Vehículo autopropulsado que en su chasis tiene instalado en forma permanente uno o más recipientes no transportables para contener Gas L.P., utilizado para el transporte o distribución de dicho combustible, a través de un sistema de trasiego.
- Semirremolque: Estructura móvil no autopropulsada que mantiene en forma fija y permanente un recipiente no transportable para contener Gas L.P., utilizado para el transporte de dicho combustible, y que incluye los elementos necesarios para realizar maniobras de carga y descarga del mismo.
- Sistema de trasiego: Conjunto de equipos e instrumentos, tales como bomba de trasiego, sistema de medición, válvulas y accesorios, cuya función es impulsar y conducir Gas L.P. líquido desde el recipiente de un auto-tanque de distribución hasta otro recipiente no transportable.

Como parte de las disposiciones generales de documentación y del recipiente, sobresalen:

<p>Documentación del vehículo</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dictamen vigente de cumplimiento de la NOM. - Copia del escrito de relación de parque vehicular. - Programa de mantenimiento del vehículo. - Bitácora de supervisión - Copia de la póliza de seguro de responsabilidad civil. - Copia del certificado de fabricación del recipiente. - Dictamen de ultrasonido vigente.
<p>Condiciones generales del recipiente no transportable</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Exento de abolladuras, protuberancias, incisiones y grietas. - Debe contar con rompeolas y tuberías en buen estado.

Cualquier recipiente no transportable que presente anomalías deberá ser retirado de servicio, reparado y ser sujeto a pruebas hidrostáticas, ultrasónicas, de partículas magnéticas y radiográficas. En relación a las condiciones de seguridad y mantenimiento de los semirremolques, y en específico para válvulas, accesorios y conexiones, sobresalen:

- Las válvulas de relevo de presión, de exceso de flujo y de no retroceso, deben presentar una antigüedad menor a 11 años desde su fabricación, además de estar exentos de fisuras, rupturas, obstrucciones y daños
- Las válvulas internas, de máximo llenado, de globo y purga, no tienen una vida útil finita.

La norma establece también que, al menos cada diez años, el propietario debe solicitar a la Dirección General de Gas L.P., la revisión de válvula interna y, en su caso, solicitar la reparación o sustitución de la misma. Con respecto a anomalías que no deben existir en las válvulas, se encuentra:

- Existencia de fugas, deformaciones, corrosión, carencia de empaque y presión de trabajo errónea.

El conjunto de accesorios y conexiones del recipiente no transportable debe estar exento de:

- Presencia de fugas, caratulas dañadas e ilegibles, corrosión, tornillería incompleta e intervalos de presión/temperatura erróneos.

Como parte de las anomalías que no deben existir en la estructura móvil, están:

Elementos estructurales	- Presencia de grietas o corrosión.
Sistema de frenos y suspensión	- Falta de mantenimiento. - Muelles incompletos o rotos.
Llantas y rines	- Existencia de protuberancias. - Carencia de indicador de profundidad. - Deformaciones. - Carencia de birlos.
Protección a válvulas de trasiego	- Presencia de fracturas.
Sistema de luces	- Inadecuado funcionamiento. - Rotura de micas.
Sistema de escape del motor	- Roto o incompleto.
Parabrisas	- Roturas o estrellamiento.
Espejos laterales	- Rotos o incompletos.

También se requiere que existan, como accesorios complementarios:

- Calzas.
- Cintas estáticas.
- Loderas.
- Exintor (Con capacidad de al menos 9Kg de polvo químico seco tipo ABC).
- Señales reflejantes.
- Lámpara de mano.

Además, el recipiente no transportable debe contar con los siguientes puntos de identificación, en caracteres de al menos 6cm:

- Nombre, razón social o marca comercial.
- Número de permiso otorgado por la SENER.
- Número económico del semirremolque.
- Capacidad al 100% en litros de agua.
- Leyenda: "SERVICIO PARA EL TRANSPORTE DE GAS L.P."
- Leyenda: "PELIGRO GAS L.P."
- Números telefónicos para atención a emergencias y reportes de fugas.
- Cartel de identificación con símbolo y número internacional de Gas L.P.

En la línea de salida del medidor hacia la junta giratoria del carrete, no debe existir ninguna conexión o aditamento en funcionamiento o inutilizada que, permita extracción de Gas L.P., o su retorno a cualquier otra línea. Es importante que todas las tuberías y

conexiones estén bien soportadas para evitar movimiento o desplazamiento. Por parte de los conectores flexibles, no deben tener una antigüedad mayor a 5 años a partir de instalados.

En adición, las puertas de la cabina del auto-tanque deben contar con la siguiente información, en caracteres mayores a 4cm:

- Nombre, razón social o marca comercial.
- Dirección y teléfonos del permisionario.
- Número económico del auto-tanque.

También se debe incluir, en caracteres no menores a 6cm, el precio vigente del Gas L.P. por litro, y la leyenda: "PELIGRO, DESCARGANDO GAS L.P." en caracteres no menores a 15cm.

En los vehículos de reparto, la plataforma debe sostener siempre en forma vertical los recipientes transportables, el armazón perimetral no debe presentar fracturas y contar con un cartel o algún elemento visible donde se estipule el precio vigente del Gas L.P., por kilogramo, en caracteres no menores a 6cm.

Como parte de las condiciones de operación, se deberá verificar la existencia del programa de capacitación a personal en aspectos de:

- Manejo de Gas L.P.
- Uso de extintores,
- Carga y descarga de recipientes no transportables,
- Prevención y atención de fugas.
- Siniestros ocasional por el manejo de Gas L.P.

El personal de transporte debe contar con la licencia para conducir que corresponda conforme a disposiciones federales, estatales y municipales, utilizar ropa de algodón y evitar el uso de protectores metálicos en calzado, peines y accesorios que puedan producir chispa. En la operación de semirremolques, auto-tanques y vehículos de reparto queda prohibido:

- Fumar o encender fuego.
- Realizar actividades de almacenamiento (utilizando semirremolques o auto-tanques).
- Realizar trasiegos de Gas L.P. a equipos de carburación de vehículos automotes o recipientes transportables, utilizando semirremolques o auto-tanques de distribución.

5.10 - Recipientes transportables para contener Gas L.P. Especificaciones de fabricación, materiales y métodos de prueba, conforme a NOM-008-SESH/SCFI-2010

La norma, establece como su objetivo:

“Establece las especificaciones técnicas mínimas de diseño, de fabricación y de seguridad, así como los métodos de prueba que como mínimo, deben cumplir los recipientes transportables para contener gas licuado de petróleo, reabastecibles, con capacidad de almacenamiento nominal de hasta 45 kg, que se utilicen en los Estados Unidos Mexicanos para la distribución de dicho hidrocarburo..”

Como parte del conjunto de definiciones, sobresalen:

- Recipiente portátil: Tipo de recipiente transportable que por sus características de seguridad, peso y dimensiones, una vez llenado, permite que pueda ser manejado manualmente por usuarios finales.
- Gas L.P.: Combustible compuesto primordialmente por butano y propano.
- Peso bruto: Es la suma del peso de la tara, más el peso del Gas L.P. contenido en el recipiente. En el caso de aquellos recipientes transportables dispuestos para comercialización, es el resultado de la suma de la tara del recipiente más el contenido neto de Gas L.P.
- Usuario final: La persona que adquiere Gas L.P. para aprovecharlo, consumiéndolo en instalaciones de aprovechamiento.

La norma, distingue tres tipos de recipientes:

Clase I. Recipientes de acero microaleado	Clase II. Recipientes de acero inoxidable.	Clase III. Recipientes de materiales compuestos.
Tipo A. – Común	Tipo A. – Con soldadura longitudinal.	Tipo A. – Con forro metálico.
Tipo B. – Semien capsulado	Tipo B. – Sin soldadura longitudinal	Tipo B. – Con forro no metálico.
Tipo C. – Especial		Tipo C. – Sin forro.

Como parte de los requisitos generales, no importando clase y tipo, se estipula que:

- Los recipientes transportables deben diseñarse para contener propano, con una presión de servicio no menor de 1.65 MPa.

- La capacidad volumétrica, expresa en dm^3 y para recipientes de 45 Kg, debe ser como mínimo 102L y 108L como máximo.
- La capacidad volumétrica, expresa en dm^3 y para recipientes de 30 Kg, debe ser como mínimo 68L y 73L como máximo.
- La capacidad volumétrica, expresa en dm^3 y para recipientes de 20 Kg, debe ser como mínimo 45L y 48L como máximo.
- La capacidad volumétrica, expresa en dm^3 y para recipientes de 10 Kg, debe ser como mínimo 23L y 24L como máximo.

La norma ofrece un modelo matemático para calcular la capacidad volumétrica para recipientes con distinta capacidad y menciona que, para considerarse recipiente portátil, debe diseñarse para tener peso bruto igual o menor que 25Kg. También se establece que puede hacerse uso dispositivos electrónicos fijos y permanentes que sirvan de identificación al recipiente. Deberán ubicarse en sitios de fácil lectura, protegidos, y el código debe ser inalterable y no duplicable. Tras esto, la norma comienza a señalar una serie de especificaciones para cada clase de recipiente:

- Clase I

Con respecto a los materiales de fabricación para los casquetes superior e inferior, y sección cilíndrica, deberá ser de acero al carbón microaleado. El conjunto de materiales que se utilicen para aditamentos y componentes que vayan soldados, podrán ser de acero al carbón. Para el diseño y la fabricación:

Recipientes tipo A (común)	Recipientes tipo B (semien capsulado)	Recipientes tipo C (Especial)
<p>Deben construirse con base a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sección cilíndrica. - Casquete superior. - Casquete inferior. - Medio cople. - Cuello protector - Base de sustentación. 	<p>Deben construirse con base a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cuerpo principal conformado por dos semicapsulas cilíndricas soldadas circunferencialmente - Medio cople - Cuello protector - Base de sustentación. 	<p>Pueden construirse con base a diseño tipo A/B, con capacidades diferentes.</p> <ul style="list-style-type: none"> - No se permiten accesorios adicionales.

Se deben conservar planos acotados de las dimensiones y tolerancias del recipiente terminado y de cada uno de los componentes y aditamentos. En el caso del cuerpo

principal, para el tipo A, la unión longitudinal de la lámina de la sección cilíndrica debe ser a tope, con desalineamiento máximo entre las superficies de 1/6 del espesor de la lámina, o de 0.80mm, lo que resulte menor.

En relación a los casquetes:

Recipientes tipo A (común)	Recipientes tipo B (semiencapsulado)
<ul style="list-style-type: none"> - Deben ser de forma semiesférica o semielíptica. - Cuando se elija semielíptica, contar con faldón recto de 13mm de altura y relación de eje de 2:1. 	<ul style="list-style-type: none"> - Las semicapsulas deben presentar un extremo de forma semiesférica o semielíptica con relación de ejes 2:1.

La unión de casquetes:

Recipientes tipo A (común)	Recipientes tipo B (semiencapsulado)
<ul style="list-style-type: none"> - Deben contar con bayoneta que permita traslape de longitud mínima de 4 veces el espesor nominal 	<ul style="list-style-type: none"> - Las semicapsulas deben soldarse circunferencialmente con bayoneta y traslape de longitud mínima de 4 veces el espesor nominal.

El medio cople:

- Debe ser de acero, con porcentaje máximo en peso de 0.25 C y 1.25 Mn.

La parte superior del cuello puede ser cónica o cilíndrica y debe contar con un orificio concéntrico que presente una rosca hembra cónica para cuerda macho tipo NPT de 19mm y estar soldada al centro del casquete superior. El eje de la rosca del medio cople debe ser concéntrico al eje del recipiente, con toleración de 2.5mm.

La rosca del medio cople debe:

- Tener un diámetro nominal de 19 mm.
- Contar con 14 hilos por 25.4mm.
- Presentar conicidad de 6.25 cm/m.

El cuello protector deberá:

Tener forma cilíndrica con rebordeado en su parte superior realizado a 180° y diámetro de 3 veces el espesor de la lámina, como mínimo.
Contar con diámetro exterior de 200mm y un cierre de 3 puntos de soldadura.
Su altura debe permitir libramiento mínimo de 30mm entre la parte superior del cuello y el volante de la válvula.
Carecer de rebabas
Presentar dos ventanas diametralmente opuestas, con área no mayor de 110mmX150mm. (o 95mm de diámetro)
Contar con cuatro orificios semicirculares con diámetro mínimo de 19m. Ubicarse a 45° de los ejes verticales.
Estar completamente fijo al casquete superior.

En relación a la base de sustentación, debe:

- Ser de forma cilíndrica rebordeada en su interior a 180°, y con diámetro de 3 veces el espesor de la lámina, como mínimo.
- Contar con altura que permita libramiento mínimo de 35mm, entre la parte inferior del casquete y el extremo inferior.
- Contar con cuatro orificios semicirculares de 19mm, equidistantes.
- Estar fijada por medio de cuatro cordones de soldadura de 50mm, como mínimo.

Se establece que para los recipientes de 30, 20 y 10 Kg de capacidad nominal:

- El diámetro exterior del recipiente deberá ser mínimo de 297mm y máximo de 311mm.
- El diámetro exterior de la base de sustentación deberá ser mínimo de 280mm y máximo de 290mm.

Mientras que para los recipientes de 45Kg:

- El diámetro exterior del recipiente deberá ser mínimo de 358.4mm y máximo de 375mm.
- El diámetro exterior de la base de sustentación deberá ser mínimo de 2339mm y máximo de 349mm.

En relación a los recipientes tipo C, podrán fabricarse en cualquier capacidad nominal distinta.

Sobre la tara y la capacidad volumétrica, se menciona que:

Capacidad nominal (Kg)	Masa del recipiente (Kg)
45	33.8
30	26.6
20	19.4
10	11.3

La tolerancia de fabricación es del 3% y, con respecto al material de fabricación de la sección cilíndrica y casquetes que conformen el cuerpo, deben ser de acero microaleado, que cumplan los parámetros de Tensión, cedencia, elongación, %C, %Mn, %P, %S, %Si, %Nb, %Cu, %Ni, %Cr, %Mo, %Zn, %Al, %V, que se establecen en la tabla 4 de la NOM.

Los espesores mínimos de la lámina, en recipientes de 10, 20 y 30 Kg, deberá ser:

- Para la sección cilíndrica, casquetes y semicapsulas, de 2.12mm

En recipientes de 45 Kg, el espesor deberá:

- Ser de 2.46mm para la sección cilíndrica, casquetes y semicapsulas.

La base de sustentación y cuello protector deberá tener 2.46mm y 2.12mm de espesor, respectivamente. Con respecto a recipientes tipo C, se proporciona el modelo matemático para calcular el espesor correcto.

- Clase II

El conjunto de especificaciones que se establece para esta clase, es similar a la establecida para la clase I, diferenciando el material de fabricación que deberá ser acero inoxidable, para casquetes y sección cilíndrica. La base y el cuello protector pueden ser de otros aceros compatibles. La soldadura que se utilice debe estar carente de defectos y, entre las categorías de acero inoxidable se encuentran:

- Ferrítico
- Austenítico
- Duplex

La norma ofrece un modelo matemático para determinar el espesor de la pared y los casquetes, que incluye propiedades del acero que se utilice, diámetro del recipiente y presión de prueba, entre otros.

- Clase III

Como parte del material de recubrimiento para esta clase, se menciona que puede ser fibra de carbono, fibra de vidrio o fibra de aramida, también se pueden utilizar resinas epoxi, ester de vinilo, poliéster o propileno. Algunos de los materiales útiles para el forro pueden ser:

- Acero sin soldadura.
- Aleación de aluminio
- Acero soldado.
- Aluminio soldado.

Con respecto a los aditamentos y componentes, deberán estar conformados por:

Forro interno
Recubrimiento, formado por capas de fibra continua
Medio cople

El medio cople debe:

- Ser metálico.
- Resistir el torque necesario.
- Minimizar esfuerzos sobre el cuello.
- Contar con orificio concéntrico, ubicado en el centro superior del recipiente o forro.

Además, de la documentación que debe tener el proveedor, sobresalen aspectos referentes al análisis de esfuerzo que soportan las fibras, planos de diseño, memoria técnica, documentación del forro y documentación sobre el recubrimiento. Todos los recipientes deben ser identificado con:

Leyenda NOM-008-SESH/SCFI-2010
Marca del recipiente
Nombre o siglas del fabricante/importador
País de fabricación
Mes y año de fabricación
Número de serie

- **Conclusiones**

La elección de un tema de investigación debe realizarse con el propósito de adquirir un determinado conocimiento en un área en específico. El conjunto de información aquí mostrada busca, además de lo anterior, servir de referencia en cuanto a los aspectos que la Normatividad Oficial Mexicana contempla para minimizar riesgos en el manejo de materiales peligrosos, como el Gas L.P.

Contar con un material bibliográfico actualizado de rápido acceso hacia el conjunto de Normativas Oficiales Mexicanas que deben cumplir los sistemas de almacenamiento y transporte de Gas Licuado de Petróleo (GLP), como documento complementario, es la principal colaboración del presente trabajo.

A pesar de que en los últimos años se le ha dado un impulso al sistema de gas natural, el crecimiento exponencial de la población, aunado a la mayor demanda de energía, hacen que el gas licuado de petróleo (GLP) se mantenga como una opción idónea cuando se habla de combustible y no es absurdo extrapolar esa tendencia para las temporadas venideras.

Por último, aunque se trabaja en conjunto por parte de la Secretaria de Comunicaciones y Transporte (SCT), la Secretaria del Trabajo y Previsión Social (STPS) y la Secretaria de Energía (SENER), la existencia de un percance siempre se encuentra dentro de las probabilidades y tener una conducta escéptica ante ellos parece ser la causa detonante de catástrofes en diversas ocasiones.

- **Bibliografía**

- AdminiGas (2013), *Diferencias Gas LP y Gas Natural*, recuperado de http://www.adminigas.com/fils/lp_vs_natural.pdf
- AEGPL EUROPE (2010), *Benefits of LPG*, recuperado de <http://www.aegpl.eu/lpg-an-exceptional-energy/benefits-of-lpg.aspx>
- AIGLP (2012), *Propiedades del GAS LP*, recuperado de http://www.aiglp.org/index.php?option=com_content&view=article&id=86&Itemid=499&lang=es
- Australian Flexible Learning Framework (2009) *OHS practices – Hazardous substances*, recuperado de https://www.dlsweb.rmit.edu.au/toolbox/electrotech/toolbox1204/resources/02ohs/05hazardous_and_dangerous/02dangerous_goods.htm
- BRADY, E. *CHEMISTRY MATTER AND ITS CHANGES*, 5ed, John Wiley & Sons, Inc, Estados Unidos de América, 2009.
- ChemicalWatch (2014), *Mexico consults on mandatory GHS proposal*, recuperado de <https://chemicalwatch.com/22386/mexico-consults-on-mandatory-ghs-proposal>

- elgas (2015) *Difference Between LPG & Natural Gas*, recuperado de <http://www.elgas.com.au/blog/486-comparison-lpg-natural-gas-propane-butane-methane-lng-cng>
- GUADARRAMA José de Jesús, (2014) *Limitan peso de vehículos en carreteras; SCT publica la nueva NOM-012*, recuperado de <http://www.dineroenimagen.com/2014-11-15/46396>
- Health and Safety Executive (HSE) (2014), *Liquefied petroleum gas (LPG)*, recuperado de <http://www.hse.gov.uk/gas/lpg/index.htm>
- INFRA (2013) *Helio*, recuperado de <http://www.infra.com.mx/index.php/helio/>
- LEXOLOGY (2015), *Mexico's new safety and health regulations for storing and handling materials to take effect*, recuperado de <http://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=f42ccb3a-c4a9-43fa-b003-c85f0e68eb3f>
- MÉXICO, LEYES, DECRETOS, ETC, *Disposiciones sobre Gas L.P*, ANDRADE, México, 1971.
- MSDSONline (2015) *GHS 101: CLASSIFICATION OF SUBSTANCES AND MIXTURES*, Recuperado de <http://www.msdsonline.com/resources/ghs-answer-center/ghs-101-classification-of-substances-and-mixtures>
- Occupational Safety & Health Administration (OSHA) (2015), *Storage and handling of liquefied petroleum gases*, recuperado de https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document%3Fp_id%3D9756%26p_table%3DSTANDARDS
- PEMEX (2015) *Complejos procesadores de gas*, recuperado de <http://www.gas.pemex.com.mx/PGPB/Conozca+Pemex+Gas/Infraestructura/Complejos%20procesadores%20de%20gas%20%28CPG%29/>
- PEMEX (2015) *Transporte*, recuperado de <http://www.gas.pemex.com.mx/PGPB/Conozca+Pemex+Gas/Estad%C3%ADsticas/Transporte/>
- PETRÓLEOS MEXICANOS, *Efecto de los Componentes del Gas Licuado de Petróleo en la Acumulación de Ozono en la Atmosfera de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México*, Petróleos Mexicanos, México, 1977.
- PIERCE B, *Química de la Materia*, PUBLICACIONES CULTURAL S.A. de C.V México, 1973.
- Procuraduría Federal de Protección al Consumidor (PROFECO) (enero, 2004) *Gas Natural y LP*, *Revista del Consumidor*, 15 (33), 60-63.
- Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT), *Guía de Respuesta de Emergencia (GRE2012)*, SCT, México, 2012.
- Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT), *Reglamento para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos*, Secretaria de Comunicaciones y Transportes, México, 2012.

- Secretaria de Energía, *PROSPECTIVA DE GAS NATURAL Y GAS LP 2013-2027*, Secretaría de Energía, México, 2013.
- SNOECK M. *La Industria petroquímica básica en México, 1970-1982*, El colegio de México, México, 1986.
- SPENCER N. *Química: estructura y dinámica*, Compañía Editorial Continental, México, 2000.
- TIMBERLAKE C. *CHEMISTRY An Introduction to General, Organic, and Biological chemistry*, 11ed, Pearson Education, Estados Unidos de América, 2012.
- UKLPG (2015) *LP Gas: Heating Up Off Grid Britain*, recuperado de <http://www.uklpg.org/exceptional-energy/lp-gas-heating-up-off-grid/>
- Woodford Chris (2014), *LPG (liquefied petroleum gas)*, recuperado de <http://www.explainthatstuff.com/lpg.html>

Apéndice:

[A1]

LOGOTIPO DE LA COMPAÑIA		BITACORA DE HORA DE SERVICIO DE CONDUCTOR																									
Denominación de la Compañía		DATOS DEL VEHICULO				FECHA DE ELABORACION DE BITACORA				ORIGEN Y DESTINO, ESPECIFICANDO LA RUTA A SEGUIR:																	
Direccion exacta de la Compañía		MARCA				NOMBRE DEL OPERADOR																					
SERVICIO PUBLICO FEDERAL		No. UNIDAD								KILOMETRAJE INICIAL <small>Opciona</small>																	
SERVICIO PARTICULAR		MODELO				No.DE LICENCIA				KILOMETRAJE FINAL <small>Opciona</small>																	
MODALIDAD TRANSP. MAT. Y RESID. PELIGROSOS		PLACAS				TIPO LICENCIA Y VIGENCIA				KILOMETRAJE RECORRIDO <small>Opciona</small>																	
HORA / CONCEPTO	mN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	mD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	mN	Total	
Fuera de Serv.																											
Dumriendo																											
Comiendo																											
Conduciendo																											
De servicio																											
Descanso																											
Poblaciones:																											
Observaciones y/o excepciones:																											

Bitácora de horas de servicio del conductor.



Licencia federal de conductor.

Apéndice

[B2]

LOGOTIPO DE LA COMPAÑIA	BITACORA DEL OPERADOR RELATIVA A LA INSPECCION OCULAR DIARIA DE LA UNIDAD				LOGOTIPO DE LA COMPAÑIA	
DENOMINACIÓN DE LA COMPAÑIA Dirección exacta de la compañía	MATERIAL TRANSPORTADO	FECHA Y HORA DE REVISION		No. DE LICENCIA	TIPO DE LICENCIA	FOLIO
	NOMBRE: _____					
	CANTIDAD: _____	LUGAR DE REVISION		TELEFONO		
	TIPO: _____			SIMBOLOGIA DE EVALUACION		
SERVICIO PUBLICO FEDERAL	ECONOMICO DEL TRACTO / TANQUE	No. DE PLACA DEL VEHICULO		I = IZQUIERDO	R = REMOLQUE	
SERVICIO PARTICULAR				D = DERECHO	S = SEMIREMOLQUE	
ORIGEN-DESTINO Y DISTANCIA EN KM	NOMBRE Y FIRMA DEL OPERADOR			✓ = ACEPTABLE	P = PRODUCTO	
				X = NO ACEPTABLE	V = VACIO	
				NA = NO APLICA		

REVISION	EVALUACION	REVISION	EVALUACION
REVISION INTERNA		PARTE INFERIOR	
Indicador de presión de aceite		Frenos (sin fugas de aire)	
Indicador de presión de aire/vacío		Muelles (Suspension sin hojas sueltas, rotas, fisuras)	
Dispositivo de advertencia de poco aire o vacío		Chasis sin fisuras	
Velocimetro	Direccionales	Lineas de aire	
	Estacionamiento	lineas electricas	
	Galibo	Diferencial (sin fugas)	
	Interior	Transmision (sin fugas)	
	Advertencia	AREA DE COMBUSTION INTERNA	
	Altura	Motor	
Luces de tablero	Calentador- Desempañador	Radiador	
	Bateria	Bateria	
	motor	Bandas	
Claxon o corneta		DEL EQUIPO DE EMERGENCIA	
Cinturon de seguridad (mínimo del conductor)		Libro guía u hoja de emergencia	
Parabrisas (sin fisuras que obstruyan la visibilidad del conductor)		Botiquin primeros auxilios	
Limpiadores		Caja de herramientas	
Espejos retrovisores (2)		Equipo de seguridad (de acuerdo a la información de emergencia en transportación)	
Volante (dirección sin juego excesivo)		Extintor (1 por vehículo de acuerdo al tipo que indique la información de emergencia en transportación)	
Freno de aire		Triángulos de seguridad (mínimo 3)	
Frenos de emergencia		Retrancoas (Calzas de seguridad mínimo 2)	
FRENTE EXTERIOR		REMOLQUE, SEMIREMOLQUE (Incluyendo tipo Tanque)	
Defensa (sujeción)		Freno remolque	
Faros principales (color y funcionamiento)		Lineas eléctricas (sueltas)	
Luces de	Altura	Condiciones de frenos	
	Direccionales	Conexión quinta rueda	
	Galibo	Palanca	
	Advertencia	Certificado de puntas	
Manetas (no removibles en el eje delantero (desajustada))		Carteles de identificación de riesgo (4)	
Fines sin fisuras		Luces de	Altura
Rines completos			Identificación (prnta plana)
Intertalancas (Inferas)			Direccionales
			Estacionamiento
LADO IZQUIERDO Y LADO DERECHO			Galibo
Tanque de combustible sin fugas			Advertencia
Tapón			Marcha
Lineas de advertencia laterales			Marcha atrás
Manejantes			
Uñata de retracción			Reflejos
Uñatas (desgaste y aire)			Lineas sin desgaste excesivo y aire
Rines sin fisuras			Rines sin fisuras
Rines sin fisuras			Rines completos y sin fisuras
Sistema de aseguramiento y suspensión de la carga			Guardafangos (loderas)
Quinta rueda			Defensa
PARTE POSTERIOR			Carga (sujeción y compatibilidad)
Luces de	Altura		AUTOTANQUE (Complementaria al punto anterior)
	Direccionales		Mata chispas
	Estacionamiento		Placa metálica de identificación
	Galibo		Engomados de prueba urgente
	Advertencia		Reflejos
	Frenado		Tuberías, válvulas y conexiones
Marcha atrás		Esojornillos	
Reflejos		Pozillo	
Guardafangos (loderas)		Cuerpo del Tanque (sin golpes, fisuras o fugas)	
Dispositivos de aseguramiento		Instrumentos de medición	
Certificado de puntas		Válvulas de desfuque interna y vacio	
Defensa		Entrada pasa hombre (Domo)	
Escape			
Observaciones:			

Documentos	Dicto de embarque	Información de empresa u GRENA	Licencia	Bitacora de Inspeccion Ocular diaria de la	Bitacora de horas de servicio	Seguros
------------	-------------------	--------------------------------	----------	--	-------------------------------	---------


Bitácora de inspección ocular diaria.

DOCUMENTO DE EMBARQUE DE SUSTANCIAS, MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS	
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> LOGOTIPO DE LA COMPAÑIA </div>
Expedidor: INFORMACION DEL EXPEDIDOR	Núm. de folio del Documento de Embarque/ Referencias del Expedidor:
Referencia del reexpedidor de la carga: 	Destinatario: DIRECCIÓN DEL CLIENTE
Porteador / transportista: 	Esta expedición se atiende a las restricciones impuestas para: (táche lo que no proceda) Avión de pasaje y carga : X Avión solo de carga: X
Prescripciones adicionales de manejo de carga: 	Buque/ Vuelo, número y flecha: NO APLICA
Puerto / lugar de carga: 	Puerto / lugar de descarga:
Destino: NOMBRE DEL CLIENTE	Número de UN, designación oficial de transporte, clase de riesgo, número y tipo de envase y embalaje: UN 1075 LPG
Número de identificación del contenedor / número de placa de la unidad 	Número de sellos:
Tipo de y dimensiones de la unidad: Tara de la unidad (Kg.): 	Peso Bruto (kg):
Tara del tractor (Kg.): NO APLICA Tara del Tanque (Kg.): NO APLICA	CERTIFICADO DE CARGA DEL CONTENEDOR Declaro que la mercancía descrita más arriba ha sido cargada en el contenedor / tanque de conformidad con la Reglamentación de para el Transporte Terrestre de materiales y Resuidos Peligrosos, así como con la Regulación Internacional.
DECLARACIÓN DEL EXPENDIDOR : "Por la presente declaro que los contenedores de este embarque están descritos en este Documento en forma completa y exacta, con la designación oficial de transporte, y están correctamente clasificados, envasados y/o embalados, marcados, etiquetados e identificados, y en todos los aspectos en condiciones adecuadas para su transporte, de conformidad con la reglamentación aplicable" Lugar y fecha: Nombre, firma y cargo del declarante:	Recibo de la carga por la Empresa Transportista: Se ha recibido en número arriba indicado de envase/embalaje /contenedor /remolques/ que se encuentran en un buen estado. Nombre del conductor: NO APLICA

Documento de Embarque

LOGOTIPO DE LA
COMPAÑIA

HOJA DE EMERGENCIA PARA EL TRANSPORTE SE SUBSTANCIAS, MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS

1. RAZON SOCIAL Y DIRECCION DE LA EMPRESA: DIRECCIÓN Y C.P.:	3. NOMBRE DEL PRODUCTO: Gas Licuado odorizado COMERCIAL: Gas Licuado de Petróleo QUIMICO: Mezcla Propano-Butano SINONIMOS: Gas LP, LPG, Gas licuado de petróleo 4. CLASIFICACION: 5. NUMERO: ONU 1075 CAS 74-98-6	6. COMPANIA TRANSPORTADORA: 7. TELEFONOS DE EMERGENCIA:	
2. TELEFONOS DE EMERGENCIA:	8. ESTADO FISICO: Gaseoso 9. PROPIEDADES FISICOQUIMICAS: a) Color: - Olor: Desagradable, por adición de mercaptano b) Densidad del vapor (aire=1): 2.01 c) Densidad relativa (agua=1): 0.540 d) Relación liquido/gas: 1 : 242 e) Solubilidad en agua: inferior a 0.1% f) Potencial de Hidrogeno (pH): -	g) Velocidad de evaporación: - h) % de volatilidad: - i) Temperatura de ebullición: -32.5 °C j) Temperatura de fusión: -167.9°C k) Temperatura de inflamación: no disponible l) Temperatura de autoignición: 435°C n) Limite de inflamabilidad inferior: 1.8% m) Limite de inflamabilidad superior: 9.3%	
10. TELEFONOS DEL SISTEMA NACIONAL DE EMERGENCIA (CENACOM, SETIQ, CONASENUSA, SINTOX): a) CENACOM: 01 800 0041 300, SIN COSTO Y (55) 55 50 15 52, (55) 55 50 14 96 EN LA CD DE MEXICO b) SETIQ: 01 800 0021 400, SIN COSTO Y (55) 55 59 15 88 EN LA CD. DE MEXICO. c) COATEA: 01 800 7104 943, SIN COSTO Y (55) 26 15 20 45 Y (55) 50 95 32 00, EXT. 210 EN LA CD. DE MEXICO			
11. EQUIPOS Y MEDIOS DE PROTECCIÓN PERSONAL:	UTILIZAR BOTAS Y GUANTES DE HULE RESISTENTES UTILIZAR LENTES DE SEGURIDAD Y CASCO. UTILIZAR MASCARILLA O RESPIRADOR CON FILTROS CONTRA VAPORES ACIDOS		
EN CASO DE ACCIDENTE:	DETENGA MOTOR PONGA SEÑALES EN ZONA DE RIESGO ALEJE A TODA PERSONA INNECESARIA DE LA ZONA DE PELIGRO DETERMINE LA ZONA DE SEGURIDAD DE ACUERDO A LA SUSTANCIA, MATERIAL O RESIDUO PELIGROSO TRANSPORTADO.		
12. RIESGOS	13. ACCIONES <div style="text-align: center; font-size: 2em; opacity: 0.5;">Página 1</div>		
14. INTOXICACIÓN /EXPOSICION 	15. Inhalación: Si inhala, retirar de la fuente de exposición. Si la víctima no respira, inicie de inmediato la reanimación o RCP. Si la respiración es complicada, personal calificado debe administrar oxígeno medicinal. Ingestión: La ingestión de este producto no se considera como una vía potencial de exposición. Piel: Las salpicaduras provocan quemaduras frías; debera rociar o empapar el área afectada con agua tibia o corriente. No usar agua caliente. Ojos: La salpicadura de este liquido puede provocar daño físico a los ojos desprotegidos, además de quemadura fría; aplicar de inmediato y con precaución agua tibia.		
16. CONTAMINACION	El efecto de una fuga de GLP es local e instantáneo sobre la formación de oxidantes fotoquímicos en la atmósfera. No contiene ingredientes que destruyen la capa de ozono (40 CFR Parte 82). No esta en la lista de contaminantes marinos DOT (49 CFR Parte 1710).		
18. INFORMACION MEDICA	19. Inhalación: En concentraciones mayores a 1000 ppm, el gas licuado es un asfixiante simple, pues diluye el oxígeno disponible del aire. Exposición prolongada puede ocasionar: dolor de cabeza, náusea, vomito, tos, dificultad para respirar, mareos y desorientación. Ingestión: En fase líquida, ocasiona quemaduras por congelamiento. Piel: El contacto con esta sustancia causará quemaduras frías. Ojos: La salpicadura de Gas Licuado de Petróleo, en fase líquida, causa congelamiento momentáneo, hinchazón y daño ocular.		
20. ESCAPES, FUGAS Y DERRAMES 	Se debera evacuar el área inmediatamente y solicitar ayuda a la Central de Fugas de su localidad. Mientras tanto, bloquear las fuentes de fuga y eliminar las fuentes de ignición, así como disipar la nube de vapores con agua espreada para enfriamiento o mejor aún, con vapor de agua; además solicite ayuda a la Central de fugas de su localidad.		
22. FUEGO / EXPLOSION 	23. Incendio: Evacúe al personal del área y ponga en acción el Plan de Emergencia. En caso de no tener un plan de emergencia a la mano, retirese de inmediato lo mas posible del área, contrario a la dirección del viento. Tipo de Extintor: Polvo químico seco, bioxido de carbono, agua espreada. Información Especial o Adicional: Bloquear válvulas que alimentan gas a la fuga y ejecutar las instrucciones operacional o desfogues al comedor, mientras enfria con agua, tuberías y recipientes expuestos al calor. No intentar apagar el fuego sin antes bloquear la fuente de fuga, puede formarse una nube de vapores con gran potencial explosivo, lastimando al personal involucrado en las maniobras de ataque a la emergencia.		
24. NOMBRE	FIRMA	PUESTO	TELEFONO

25. ESTA HOJA ES REQUISITADA EN SU TOTALIDAD PARA HACER USO DE ELLA EN CASO NECESARIO

Hoja de Emergencia.