

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN**

**AMPLIACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE GAS  
L.P. PARA CARBURACIÓN, EN EL  
SUMINISTRO DE RECIPIENTES  
TRANSPORTABLES.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PRESENTA:**

**GILBERTO YAÑEZ MORENO**

**ASESOR:**

**ING. HUGO PORTILLA VAZQUEZ**



**SAN JUAN DE ARAGÓN EDO. DE MÉXICO A 20 DE OCTUBRE DE 2015**



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.



## **Objetivo.**

Implementar un anteproyecto de un establecimiento de distribución mediante estación de gas l.p. para carburación usualmente conocido como (estación de carburación de gas L.P.) en el cual se puedan llenar, vender y distribuir recipientes portátiles de 10, 20 y 30 kg, empleando las medidas de seguridad que existen en una planta de distribución de gas l.p., a una estación de carburación de gas l.p. Esto conforme a lo establecido en las normas oficiales mexicanas NOM-003-SEDG-2004 (estaciones de gas l.p. para carburación. Diseño y construcción) y NOM-001-SESH-2014 (plantas de distribución de gas l.p. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación), para este tipo de establecimientos, considerando que las Estaciones de Carburación de Gas L.P. predominan en el Territorio Mexicano.

Lo anterior facilitaría el empleo a dicho combustible, debido a que el costo del hidrocarburo va en aumento y gran parte de la ciudadanía no cuenta con la solvencia económica para adquirir el total del llenado de un cilindro comercial de gas l.p.

Por otra parte esta implementación ayudaría a evitar accidentes cuando se realiza la actividad del llenado de recipientes portátiles (pigteleo) en dichas estaciones de carburación, asimismo, evitarían las sanciones económicas a los permisionarios de las instalaciones anteriormente mencionadas derivado del pigteleo.

## **Introducción.**

Debido a la problemática en la que se encuentra la mayor parte de las estaciones de carburación de gas l.p., por la escasa venta del hidrocarburo exclusivamente a vehículos que carburan con dicho combustible y que asimismo la actividad del llenado de recipientes portátiles en dichos establecimientos representa el único campo de venta, es indispensable fijar un nuevo perfil de venta a este tipo de instalaciones con la incorporación del llenado, venta y distribución de recipientes portátiles, toda vez que los mismos son más comerciales y están directamente enfocados al consumo en la vida cotidiana y doméstica.

En este trabajo de investigación se abordaran dentro del capitulado temas tales como; la descripción del gas l.p. como materia prima, en el cual se detallaran todas las propiedades físicas y químicas del hidrocarburo así como su obtención y suministro por parte de PEMEX (Petróleos Mexicanos), en el segundo capítulo se trataran los temas referentes a la clasificación, ubicación y delimitaciones de las estaciones de gas l.p., en el tercero se explicaran los principales equipos que se ocuparan en el desarrollo de este anteproyecto para la realización de las instalaciones anteriormente mencionadas, en el capítulo cuarto y último se describen las especificaciones técnicas y normativas, referentes al proyecto económico, civil, mecánico, eléctrico, y contra incendio.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON  
AMPLIACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE GAS L.P. PARA CARBURACIÓN,  
EN EL SUMINISTRO DE RECIPIENTES PORTÁTILES



Asimismo, para este anteproyecto se aumentarán las medidas de seguridad existentes en una estación de carburación de gas l.p., lo anterior, para realizar de forma segura las siguientes actividades dentro de este tipo de instalaciones, tales como, el llenado, venta y distribución de recipientes portátiles, aunado a esto se facilitará la obtención de dicho hidrocarburo a poblaciones donde no tengan posibilidad de acceder a una planta de distribución de gas l.p. en donde puedan comprar dicho combustible, toda vez que hasta el momento estas instalaciones son las únicas que llenan recipientes portátiles a usuarios finales y la venta en vehículos de reparto a registrado demasiada inconformidad por parte del usuario final.

Se han clausurado diversas estaciones de carburación en todo el territorio mexicano debido a la actividad de pigteo, por tal motivo esta implementación de establecimientos servirá para que dichas instalaciones se apeguen a la normatividad existente así como a las condiciones de seguridad óptimas para la operación de dichas actividades, esto ayudará a los usuarios finales a obtener el combustible de una forma eficaz y eficiente siempre pensando en la seguridad y bienestar de las personas que dan y reciben dicho servicio.



## Índice:

### **Capítulo Primero: Descripción del Gas L.P. como materia prima**

1.1.- Definición del Gas Licuado de Petróleo.....	(6)
1.2.- Obtención del Gas L.P.....	(6)
1.3.- Propiedades Físicas del Gas Licuado de Petróleo.....	(7)
1.4.- Ventajas del Gas Licuado de Petróleo.....	(10)
1.5.- Suministro de Pemex.....	(10)

### **Capítulo Segundo: Características básicas de una Estación de Gas L.P.**

2.1.- Definiciones de Estación de Gas L.P. para Carburación.....	(12)
2.2.- Clasificación de la Estación de Gas L.P. para Carburación.....	(14)
2.3.- Ubicación de la Estación de Gas L.P. para Carburación.....	(15)
2.4.- Delimitación de la Estación de Gas L.P. para Carburación.....	(16)
2.5.- Medios de Protección.....	(17)
2.5.1.- Ubicación de los Medios de Protección.....	(18)

### **Capítulo Tercero: Equipos esenciales para la modificación de una Estación de Gas L.P.**

3.1.- Recipiente de Almacenamiento.....	(19)
3.2.- Válvulas.....	(21)
3.3.- Bombas para flujo de Gas L.P. ....	(23)
3.4.- Toma de Suministro y Recepción de Gas L.P.....	(24)
3.5.- Automatización de Andén de Llenado.....	(25)



<i>3.6.- Sistema de Seguridad.....</i>	<i>(25)</i>
<i>3.6.1.- Sistema de Riego por Aspersión.....</i>	<i>(26)</i>
<i>3.6.2.- Hidrantes.....</i>	<i>(27)</i>
<i>3.6.3.- Monitores.....</i>	<i>(27)</i>
<b><u>Capítulo Cuarto: Especificaciones Técnicas y Normativas</u></b>	
<i>4.1.- Especificaciones Normativas.....</i>	<i>(28)</i>
<i>4.2.-Especificaciones de Obra Civil.....</i>	<i>(29)</i>
<i>4.3.- Especificaciones Mecánicas.....</i>	<i>(38)</i>
<i>4.4.- Especificaciones Eléctricas.....</i>	<i>(45)</i>
<i>4.5.- Especificaciones para el Sistema Contra Incendio y Seguridad.....</i>	<i>(52)</i>
<i>4.6.- Especificaciones Económicas.....</i>	<i>(58)</i>
<b><i>Conclusiones.....</i></b>	<b><i>(60)</i></b>
<b><i>Bibliografía y Mesografía.....</i></b>	<b><i>(61)</i></b>
<b><i>Anexo 1.....</i></b>	<b><i>(62)</i></b>
<b><i>Anexo 2.....</i></b>	<b><i>(73)</i></b>



## **Capítulo Primero: Descripción del Gas L.P. como materia prima.**

### **1.1.- Definición del Gas Licuado de Petróleo.**

Es un combustible derivado del petróleo, principalmente compuesto de butano y propano, asimismo se puede definir como un hidrocarburo (Hidro = Hidrógeno + Carburo = Carbono), que se obtiene durante el proceso de refinación de otro derivado denominado gasolina. Significa Licuado de Petróleo, porque se produce en estado de vapor pero se convierte en líquido mediante compresión y enfriamiento simultáneo de estos vapores, necesitando 242 litros de vapor para obtener 1 litro de gas líquido tal y como se muestra en la tabla 1 de la página 9 del presente trabajo, asimismo, es importante mencionar que el hidrocarburo anteriormente mencionado contiene como impurezas principales propileno o butileno.

### **1.2.- Obtención del Gas L.P.**

El gas l.p. (gas licuado de petróleo) tiene dos orígenes, el 60% de la producción se obtiene durante la extracción de gas natural y petróleo del suelo, por otro lado el 40% restante se produce durante el proceso de refinación del crudo del petróleo.

La obtención de dicho hidrocarburo se extrae del gas natural y crudo de petróleo, consisten en una mezcla formada por distintos gases y líquidos, de la que el gas licuado de petróleo supone más o menos un 5%. Asimismo, el refinado del petróleo es un proceso complejo que se desarrolla en muchas etapas. En varias de esas etapas, como las de destilación atmosférica, reformado, craqueo y otras, se produce gas l.p. a partir del petróleo. Los gases que componen a dicho hidrocarburo son (butano y propano) estos se encuentran atrapados en el crudo. Para estabilizar el crudo de petróleo antes de transportarlo a través de oleoductos o mediante cisternas, estos gases naturales "asociados" se procesan dando como resultado el gas l.p.

En el refinado del crudo de petróleo, los gases que componen al gas l.p. son los primeros productos que se desprenden a lo largo del proceso de preparación de combustibles más pesados, como gasóleo, combustible de aviación, fueloil y gasolina. Alrededor del 3% de un barril de crudo típico se refina para dar gas l.p., aunque sería posible transformar en gas licuado hasta el 40% del barril.

El gas l.p., se obtiene durante el proceso de refinación de otros derivados denominados gasolina y gas natural. El gas licuado de petróleo se produce en estado vapor, pero por los procesos que se realizan en las refinerías lo convierten en líquido mediante la compresión y enfriamiento simultáneos de estos vapores. Se necesitan 242 litros de vapor para obtener un litro de gas líquido (*tabla 1 página 09*).



Dicho hidrocarburo al ser comprimido y enfriado se condensa hasta convertirse en líquido, siendo el estado en que se puede transportar y manejar desde las refinerías hasta las plantas de almacenamiento para distribución y de estas a los usuarios finales, mediante estaciones de gas l.p. para carburación, auto-tanques y recipientes portátiles (cilindros).

### Gas L.P. obtenido por la Refinación del Petróleo

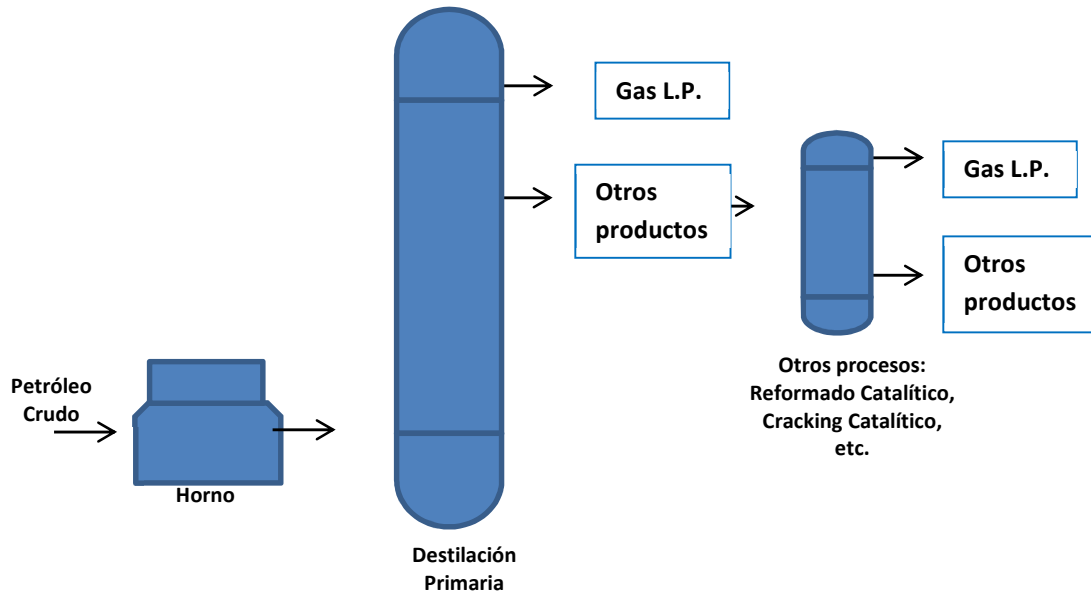


Figura 1. Esquema en el que se señala la obtención del Gas L.P. (Fuente: Fernando F. Blumenkron – Manejo y uso de Gas L.P. y Gas Natural)

### 1.3.- Propiedades Físicas del Gas Licuado de Petróleo.

Por su naturaleza, el gas l.p. carece de olor y color, sin embargo, para anunciar su presencia se le aplica un odorizante cuya aroma es penetrante y molesto, conocido como *mercaptano*. Esta sustancia se mezcla total y libremente con el gas y no es venenosa, no reacciona con los metales comunes, asimismo, es inofensiva a los diafragmas de los medidores. El olor del mercaptano es tan penetrante que basta con poner una gota del mismo en cada litro de gas l.p.

#### Presión de vapor.

El gas licuado de petróleo, se almacena y se transporta en estado líquido, sin embargo se consume en estado vapor.

Si analizamos el comportamiento anteriormente mencionado, se puede decir que al expresar los impactos que ejercen las fuerzas sobre las paredes del recipiente que contiene gas l.p. por unidad de área, se define el concepto de presión de vapor, o para una mayor interpretación es la presión ejercida por el gas encerrado cuando este se haya en presencia de fase líquida, cuyo valor oscila entre los 4, 500 mmHg (milímetros de mercurio) a 21° C (grados centígrados) aproximadamente (*tabla 1 página 09*).





### **Ebullición.**

El punto de ebullición de una sustancia es la temperatura a la cual cambiará del estado líquido al gaseoso. El gas licuado de petróleo se encuentra por arriba de su temperatura de ebullición, por lo anterior no hierve, ya que está sometido a una presión mayor que la atmosférica, por encontrarse en un recipiente cerrado, donde se produce un equilibrio entre las fases líquida y gaseosa.

Pero si esta presión se baja a la atmosférica abriendo la válvula de servicio del tanque, el gas empezará su ebullición. Al cerrar la válvula se empezará a generar otra vez el equilibrio entre las fases.

Tratándose del gas l.p. en estado líquido, ya sea propano o una mezcla de éste con butano, absorberá calor en su paso al estado gaseoso. Sólo que como estos gases tienen una temperatura de ebullición por debajo de los cero grados centígrados, ese calor se obtiene directamente de la atmósfera ambiente.

### **Vaporización del Líquido.**

El líquido tiene almacenada cierta cantidad de calor, de esa cantidad de calor se utiliza la necesaria para vaporizar, por tal motivo la temperatura del líquido descenderá y sólo se podrá recuperar calor de la atmósfera ambiente, que llega hasta el líquido por el único camino disponible, las paredes del tanque que estén bañadas por el líquido.

Si la velocidad con que el líquido recupera calor, es igual o similar a la velocidad con que la pierde no hay problema, por el contrario, empezaría a descender la temperatura del líquido por debajo de los cero grados centígrados y en ese momento se podría apreciar la congelación del aire en el área del recipiente, que está en contacto con el gas l.p. en estado líquido.

### **Relación de expansión.**

Cuando el gas licuado de petróleo sale de algún recipiente, rápidamente se expande transformándose de líquido a gas, al combinarse con el aire forma una mezcla inflamable. Un litro de gas l.p. se convierte entonces en 242 litros de vapor mezclados con aire y en 11, 000 litros de mezcla inflamable (*tabla 1 página 09*).

Si la mezcla de dicho hidrocarburo y aire se lleva a cabo dentro de un área sin ventilación, se tornará explosiva y si enciende explotará. Sin embargo, si la mezcla demasiado rica en contenido de gas o aire, no podrá explotar. A estas dos condiciones se les denomina "límites de inflamabilidad" y se dividen en: "límite inferior" y "límite superior".

Ahora bien si la mezcla se encuentra por encima del límite superior de inflamabilidad, lo que quiere decir que tengamos más del 9.5% de gas l.p. y menos del 90.5% de aire, será inflamable.



### Densidad relativa.

A la relación de cantidad de materia (peso) del gas l.p. con respecto a la del aire se le llama “densidad relativa”, por tal motivo este hidrocarburo en estado vapor es 2.01 más pesado que el aire (*tabla 1 página 09*), una vez que ha escapado si no existe una corriente de aire que lo disipe se extiende pegado al suelo, acumulándose en mezclas explosivas y con grandes posibilidades de encontrar una fuente de ignición que lo encienda.

También se puede llevar a cabo la siguiente relación: el gas l.p. en estado líquido presenta una densidad de 540 gr/l (gramos por litro).

### Poder Calorífico.

A la cantidad de calorías que puede producir un combustible por gramo, kilogramo litro o metro cúbico, se le llama poder calorífico. Este valor sirve para determinar el consumo de combustible, obteniéndolo mediante la relación de la cantidad de calorías necesarias para realizar una operación entre el poder calorífico del combustible.

El poder calorífico del gas licuado de petróleo es de 6,350 Kcal/l (kilocalorías por litro).

<b>Propiedades Físicas / Químicas</b>	
<b>Peso molecular</b>	49.7
<b>Temperatura de ebullición @ 1 atm</b>	-32.5 °C
<b>Temperatura de fusión</b>	-167.9 °C
<b>Densidad de los vapores (aire=1) @ 15.5 °C</b>	2.01 (dos veces más pesado que el aire)
<b>Densidad de líquido gas l.p.</b>	540 gr/l
<b>Presión de vapor @ 21.1 °C</b>	4500 mmHg
<b>Relación de expansión (líquido a gas @ 1 atm)</b>	1 a 242 (un litro de gas líquido, se convierte en 242 litros de gas fase vapor, formando con el aire una mezcla explosiva de aproximadamente 11, 000 litros).
<b>Solubilidad en agua @ 20°C</b>	Aproximadamente 0.0079% en peso (insignificante; menos de 0.1%).
<b>Apariencia y color</b>	Gas insípido e incoloro a temperatura y presión ambiente. Tiene un odorizante que le proporciona un olor característico, fuerte y desagradable.

Tabla 1. Propiedades físico químicas del Gas L.P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Estos valores se obtuvieron del siguiente

link:<http://ssfe.itorizaba.edu.mx/ntec13/webext/secure/hoja/PEMEX%20COMPLETO/MSDS%20GAS%20LP%20PEMEX.pdf>



#### **1.4.- Ventajas del Gas Licuado de Petróleo.**

A continuación se enlistan algunas de las múltiples ventajas que presenta este hidrocarburo:

- Su almacenamiento es en estado líquido, lo que permite tener grandes cantidades en poco espacio y facilita su instalación, movilización y aprovechamiento
- Su poder calorífico es más del doble que el del gas natural
- No genera muchas emisiones contaminantes por lo que es amigable al medio ambiente
- Su combustión no deja residuos, por lo que beneficia en los procesos industriales
- Es bajo en dióxido de azufre, lo que ayuda a la reducción de lluvia acida

En resumen, aunque el gas l.p. está asociado a la producción de gas natural y crudo de petróleo, es una de las energías con mayor potencial calorífico, pudiendo desempeñar prácticamente cualquiera de las funciones de los combustibles primarios de los que se deriva, además cuenta con amplias ventajas medioambientales y económicas respecto a la mayor parte de las energías tradicionales.

#### **1.5.- Suministro de Pemex.**

Pemex Gas realiza las ventas de primera mano de gas licuado a aquellas personas físicas o empresas que cuenten con los permisos de distribución o almacenamiento conforme a lo establecido en el reglamento de gas licuado, los cuales hacen llegar el producto a minoristas y consumidores finales, como es el caso para esta propuesta de instalación ya que con la venta de recipientes transportables, dicho hidrocarburo podrá ser utilizado por los usuarios finales que lo adquieran.

Cabe mencionar que para obtener el suministro de Gas L.P. a crédito por parte de PEMEX se debe contar con los siguientes documentos:

- Formato para Solicitud de Compra y Suministro de Gas Licuado.
- Título expedido por la Secretaría de Energía para el almacenamiento y distribución de gas licuado con capacidad superior a 60,000 litros.
- Oficio de registro de inicio de actividades expedido por la Secretaría de Energía.
- Poder Notarial del representante legal de la empresa para actos de Administración pleitos y cobranzas (con su inscripción en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio).
- Identificación Oficial del Representante Legal.
- Acta constitutiva de la empresa con los datos de inscripción en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio y certificado ante Notario Público.
- Acta de Nacimiento (cuando se trate de persona física).
- Alta de la S.H.C.P.
- Cédula de R.F.C.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON  
AMPLIACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE GAS L.P. PARA CARBURACIÓN,  
EN EL SUMINISTRO DE RECIPIENTES PORTÁTILES



- Carta de autorización designando a la empresa transportista que le dará el servicio de recibo de Pemex y entrega en su planta.

Asimismo, para este proyecto se tomará en cuenta que el suministro de Gas L.P. será mediante un convenio con alguna Planta de Distribución de gas l.p. que se encuentre ubicada cerca de la instalación, lo anterior, con el propósito de hacer eficiente el suministro, transporte y distribución de dicho hidrocarburo, para la correcta operación de la instalación en comento.



## Capítulo Segundo: Características básicas de una Estación de Gas L.P.

### 2.1.- Definiciones de Estación de Gas L.P. para Carburación.

- Instalación que cuenta con la infraestructura necesaria para llevar a cabo el trasiego de Gas L.P., a vehículos automotores con Equipos de Carburación de Gas L.P.<sup>2</sup>
- Es un sistema fijo y permanente para almacenar y suministrar Gas L.P., exclusivamente a los recipientes instalados en vehículos que lo utilicen como combustible, pudiendo contar con elementos complementarios para su funcionamiento. Todo esto incluido en los planos correspondientes.<sup>3</sup>

En la actualidad se tiene un registro de 2401 Estaciones de Gas L.P. para Carburación registradas ante la Secretaría de Energía en operación distribuidas en todo el país de la siguiente manera:

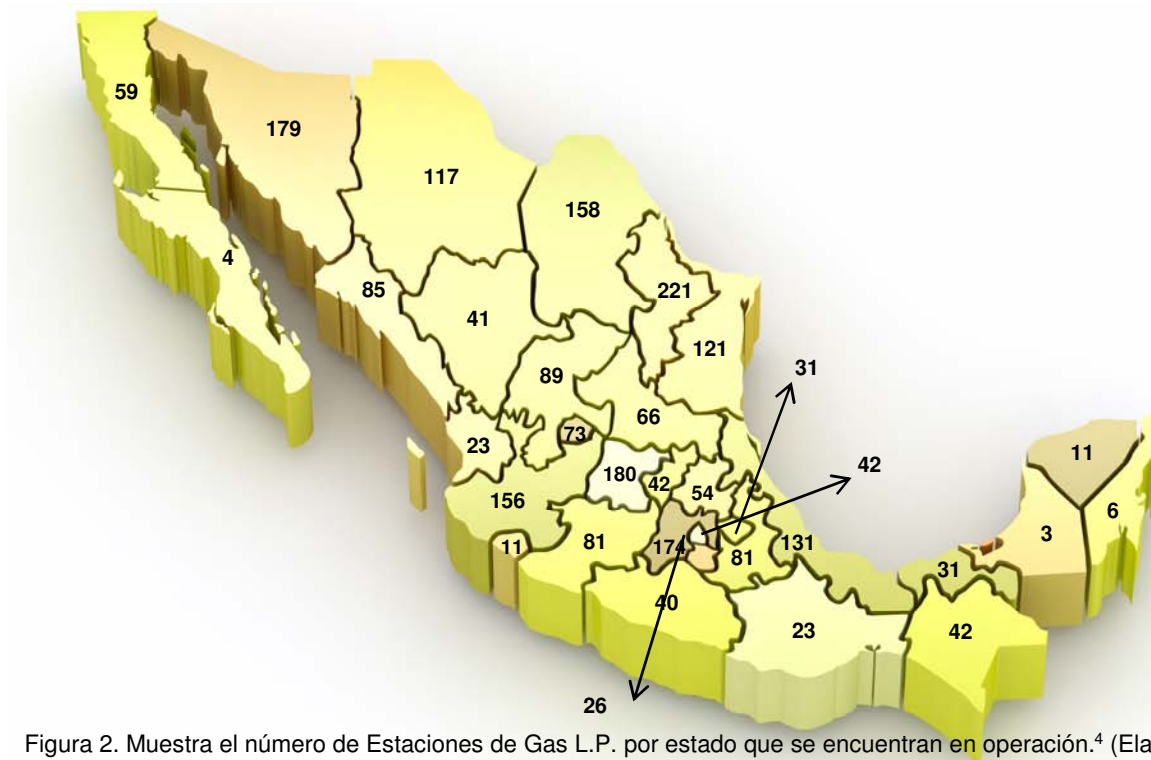


Figura 2. Muestra el número de Estaciones de Gas L.P. por estado que se encuentran en operación.<sup>4</sup> (Elaboración propia)

<sup>2</sup>Esta definición se obtuvo del Reglamento de Gas L.P.

<sup>3</sup>Definición obtenida de la NOM-003-SEDG-2004 Estaciones de Gas L.P., Diseño y Construcción.

<sup>4</sup>Los datos se obtuvieron del Catálogo de Permisos del Sistema Institucional de Gas L.P.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON  
AMPLIACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE GAS L.P. PARA CARBURACIÓN,  
EN EL SUMINISTRO DE RECIPIENTES PORTÁTILES



En la siguiente tabla se muestra la cantidad de estaciones de gas l.p. en operación según el estado federativo de México.

<b>Estados</b>	<b>Número de Estaciones de Gas L.P. en Operación</b>
<b>Aguascalientes</b>	73
<b>Baja California</b>	59
<b>Baja California Sur</b>	4
<b>Chiapas</b>	42
<b>Campeche</b>	3
<b>Chihuahua</b>	117
<b>Coahuila</b>	158
<b>Colima</b>	11
<b>Distrito Federal</b>	42
<b>Durango</b>	41
<b>Guanajuato</b>	180
<b>Guerrero</b>	40
<b>Hidalgo</b>	54
<b>Jalisco</b>	156
<b>México</b>	174
<b>Michoacán</b>	81
<b>Morelos</b>	26
<b>Nayarit</b>	23
<b>Nuevo León</b>	221
<b>Oaxaca</b>	23
<b>Puebla</b>	81
<b>Querétaro</b>	42
<b>Quintana Roo</b>	6
<b>San Luis Potosí</b>	66
<b>Sinaloa</b>	85
<b>Sonora</b>	179
<b>Tabasco</b>	31
<b>Tamaulipas</b>	121
<b>Tlaxcala</b>	31
<b>Veracruz</b>	131
<b>Yucatán</b>	11
<b>Zacatecas</b>	89
<b>Total</b>	<b>2401</b>

Tabla 2. Muestra el número de Estaciones de Gas L.P. por estado que se encuentran en operación (Elaboración propia, datos obtenidos del Sistema Institucional de Gas L.P., sin conflicto de intereses).



Por lo anterior, daremos a conocer los indicadores referentes a las estaciones de gas l.p. clausuradas por el incumplimiento referente al llenado de cilindros portátiles, esto con un previo panorama de la cantidad de instalaciones de este tipo que se encuentran en el país.

En el año 2014 se visitaron 55 Estaciones de gas l.p. para carburación mediante visita extraordinaria, teniendo como resultado 30 clausuradas de las cuales 16 fueron por llenado de cilindros portátiles y las 14 restantes por otras causas.

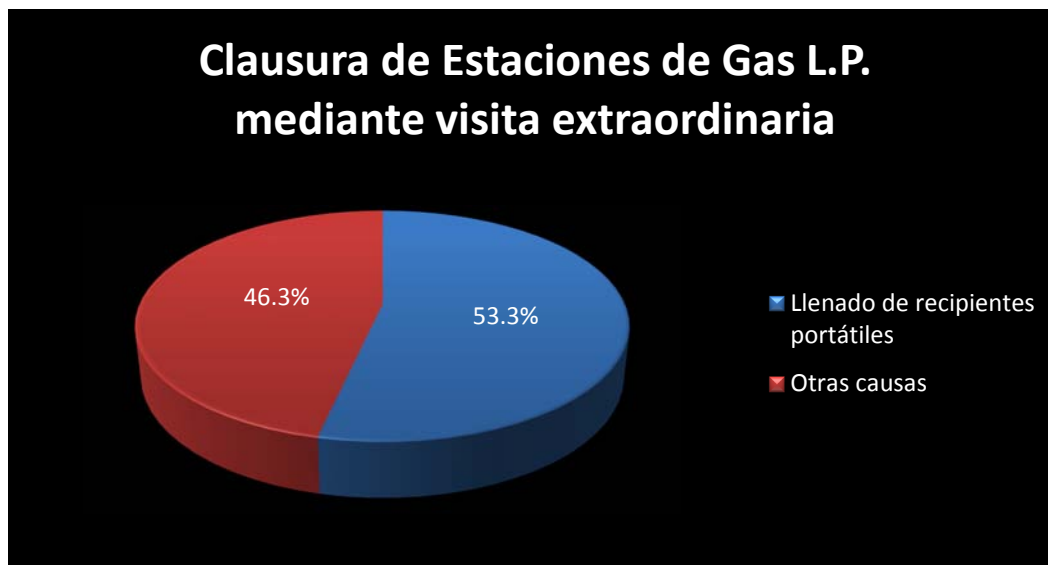


Figura 3. Muestra el porcentaje de Estaciones de Gas L.P. clausuradas por llenado de cilindros portátiles en el año 2014 (Elaboración propia, datos obtenidos con permiso de la Dirección General de Petrolíferos de la Secretaría de Energía).

Por lo anterior, se describirán el tipo de clasificación y ubicación de las estaciones de gas l.p. con referencia a lo que se encuentra asentado en la NOM-003-SEDG-2004, toda vez que esta norma oficial mexicana evalúa el diseño y construcción de las estaciones de gas l.p.

## 2.2.- Clasificación de la Estación de Gas L.P. para Carburación.

Dependiendo de su ubicación las estaciones de gas l.p. se clasifican en:

- a) Urbanas.- Son aquellas que se encuentran ubicadas dentro de los límites de la ciudad.
- b) Suburbanas.- Son aquellas que se localizan fuera de los límites de la ciudad.

Por el tipo de servicio que proporcionan:

- a) Tipo A, Autoconsumo.- Aquellas destinadas a suministrar gas licuado de petróleo a vehículos de una empresa o grupo de empresas, no al público en general.
- b) Tipo B, Comerciales.- Aquellas destinadas para suministrar gas licuado de petróleo a vehículos automotores del público en general.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON  
AMPLIACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE GAS L.P. PARA CARBURACIÓN,  
EN EL SUMINISTRO DE RECIPIENTES PORTÁTILES



- c) Subtipo B.1.- Aquellas que cuentan con recipiente de almacenamiento exclusivos de la estación.
- d) Subtipo B.2.- Aquellas que hacen uso de los recipientes de almacenamiento de una planta de distribución de gas l.p.

Por su capacidad total de almacenamiento, las estaciones se clasifican en:

- ❖ Grupo I.- Con capacidad de almacenamiento hasta 5, 000 L (litros) de agua.
- ❖ Grupo II.- Con capacidad de almacenamiento desde 5, 001 hasta 25, 000 L de agua.
- ❖ Grupo III.- Con capacidad de almacenamiento mayor de 25, 000 L de agua.

Por lo anterior, se determina que este proyecto estará orientado en una estación de carburación de gas l.p. con llenado de recipientes portátiles ubicada en zona urbana, la cual será del tipo B, subtipo B.1. y estará dentro de las instalaciones que comprende el grupo II ya que su capacidad de almacenamiento será de 21, 000 L de agua al 100%.

### **2.3.- Ubicación de la Estación de Gas L.P. para Carburación.**

El área donde se pretenda construir dicha instalación, debe cumplir con los siguientes requisitos generales:

- La estación debe de contar como mínimo con acceso consolidado que permita el tránsito seguro de vehículos
- No deben existir líneas eléctricas con tensión mayor a 4, 000 V (volts), que crucen la estación, ya sean aéreas o por ductos bajo tierra, ni tuberías de conducción de hidrocarburos ajenas a la estación.
- El terreno de la estación de gas l.p. debe tener las pendientes y los sistemas para el desalajo del agua pluvial que eviten inundaciones.
- Las zonas de circulación de los vehículos que carburen con gas, así como los vehículos que transporten su recipiente portátil, para el llenado del mismo deben tener como mínimo una terminación superficial consolidada. Asimismo, las zonas de circulación anteriormente mencionadas deben tener amplitud mínima de 3.5 m (metros) para que el movimiento de los vehículos sea seguro.
- Entre la tangente del recipiente de almacenamiento de la estación de gas l.p. a los centros hospitalarios, lugares de reunión y unidades habitacionales multifamiliares, debe existir una distancia de 30 m como mínimo.





## 2.4.- Delimitación de la Estación de Gas L.P. para Carburación.

Es importante mencionar la delimitación que debe existir en una estación de gas l.p., toda vez que es un punto clave para el manejo adecuado de dicho hidrocarburo, así como, la seguridad de las personas y sus bienes que se encuentran alrededor de la misma, aunque en el subtema anterior se mencionaron las limitantes que existen por la norma oficial mexicana NOM-003-SEDG-2004 (estaciones de gas l.p. para carburación. Diseño y construcción) para la ubicación de las estaciones de gas l.p., en este tema se abordaran los puntos más importantes para delimitar este tipo de instalaciones.

Sabiendo que la instalación se ubicará en una zona urbana se considera lo siguiente:

- El perímetro de la estación de gas l.p. debe estar limitado, en su totalidad, por bardas ciegas, de tabique, block, concreto o mampostería, con una altura mínimo de 3 m sobre el NPT (nivel de piso terminado) excepto en los accesos tales como, puertas para vehículos y personas, y salidas de emergencia.
- El claro mínimo para las puertas de los vehículos y salida de emergencia debe ser de 6 m.
- Se debe contar con al menos una salida de emergencia que conduzca a un lugar que facilite el desalojo de vehículos, personas o ambos.
- Los accesos de la estación de gas l.p. pueden ser libres o a través de puertas metálicas que puedan ser de lámina o malla ciclón, con un claro mínimo de 6 m, para permitir la fácil entrada y salida de vehículos y personas. Como habíamos mencionado antes si la estación está determinada en su totalidad por una barda, esta debe contar con al menos dos accesos para vehículos y personas. Uno de ellos puede servir como salida de emergencia.
- Las edificaciones construidas dentro de la estación de gas l.p. deben utilizar materiales no combustibles en los acabados y estructuras exteriores.
- Las estaciones de gas l.p. deben contar con un servicio sanitario para el público, como mínimo.
- El área de almacenamiento debe estar protegida perimetralmente, por barda ciega de tabique, block, concreto o mampostería, con una altura mínimo de 3 m sobre el NPT, a fin de evitar el paso a personas ajenas a la estación.



## 2.5.- Medios de Protección.

Al hablar de las delimitaciones que se deben considerar en la construcción de una estación de gas l.p. es importante destacar los medios de protección que se definen como las delimitaciones de los equipos e instrumentos que se encuentran dentro de este tipo de instalaciones, dichos medios de protección aumentan la seguridad en la operación de una estación de gas l.p.

A continuación se mencionaran los tipos de medios de protección, así como los lugares donde deben ser instalados:

1.- Postes.- Deben estar espaciados no más de un metro entre caras interiores, enterrados a no menos de 90 cm (centímetros) bajo en nivel de piso terminado, y con altura no menor de 60 cm sobre en NPT.

Asimismo, deben ser de materiales tales como, concreto armado de 20 cm x 20 cm como mínimo, metálicos de tubería de acero al carbono cédula 80 y de 102 mm (milímetros) de diámetro nominal, metálicos de tubería de acero al carbono cédula 40 y de 102 mm de diámetro nominal rellenos de concreto o tramos de vigueta tipo "I" (IPE, IPR, IPN) con alma de 5 mm de espesor mínimo, canal (perfil UPN) de 5 mm de espesor mínimo, así como perfil tubular rectangular (PTR) de 10 cm de ancho como mínimo y espesor mínimo de 6 mm.

2.- Barandales.- Pueden ser viguetas tipo "I" o canal, de cuando menos 15 cm de ancho y espesor no menor de 6 mm, enterrados a no menos de 90 cm bajo el NPT, y soportados por postes espaciados a no más de 1.85 m entre caras interiores. La parte alta del elemento horizontal debe quedar a no más de 60 cm del NPT.

3.- Plataforma de concreto.- Plataforma de concreto armado con altura no menor de 60 cm sobre el NPT.

4.- Muretes de concreto armado.- Deben tener 20 cm de espesor mínimo, altura mínima 60 cm sobre el NPT, y espaciados a no más de 1 m entre caras laterales. Se puede utilizar murete corrido, siempre que éste permita el desalojo de las aguas pluviales.

5.- Protecciones en "U" (grapas).- Tubo de acero al carbono de 102 mm de diámetro nominal y cédula 40 como mínimo, con o sin costura. La separación entre las caras exteriores de la "U" no debe ser mayor a 1 m y enterrados a no menos de 90 cm bajo el NPT. La parte alta del elemento horizontal debe quedar a no menos de 60 cm sobre el NPT.

6.- Trincheras para tuberías.- Las cubiertas de las trincheras deben ser removibles y estar formadas por las siguientes alternativas o combinación de las mismas; rejas metálicas, losas individuales de concreto armado con longitud no mayor a 1 m o placas de acero, las dos últimas deben contar con perforaciones para ventilación.



Por otro lado, las trincheras deben contar con medios para el desalojo de aguas pluviales. Las cubiertas de las trincheras que cruzan zonas de circulación en la entrada y salida a la estación de gas l.p., tendrán que diseñarse para soportar una carga estática de 25 kgf/cm<sup>2</sup>(kilogramos fuerza por centímetro cuadrado).

7.- Barrera de protección vial fabricada en concreto.- En caso de usarse este medio de protección, debe tener no menos de 0.75 m de altura y un ancho de la base no menor a su altura, como el ejemplo que se indica en la figura de este numeral.

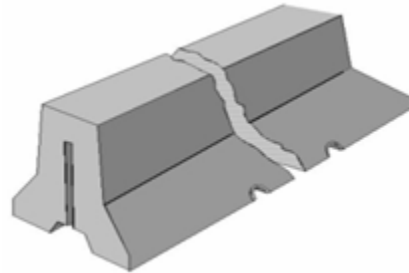


Figura 4. Barrera de protección vial (ilustrativa no limitativa) (Imagen obtenida de la NOM-001-SESH-2014, para fines informativos).

### **2.5.1.- Ubicación de los Medios de Protección.**

Los medios de protección deben colocarse cuando menos en los costados de la zona que contengan los elementos a proteger y que colinden con la zona de circulación de los vehículos.

Para las tomas de suministro, ubicadas en isletas, los medios de protección deben quedar también colocados en los lados que enfrentan el sentido de la circulación. Cabe mencionar, que dichos medios de protección deben ser pintados con franjas diagonales alternadas de amarillo y negro.

Debido a que en este proyecto de estación de gas l.p. para carburación se llevara a cabo la actividad del llenado de cilindros portátiles, se menciona que la plataforma de concreto donde se llevara a cabo dicha operación será de un altura mínima de 1.20 m del NPT a la parte donde se estará llevando a cabo dicha maniobra, asimismo, se tendrá una altura de 2.70 m como mínimo del piso terminado de la plataforma al techo de la misma y todo el perímetro de dicha área será abierto, todo esto se considera para evitar alguna acumulación de gas L.P. en caso de fuga al momento de estar llenando los cilindros portátiles.



## Capítulo Tercero: Equipos esenciales para la modificación de una Estación de Gas L.P.

En este capítulo se desarrollarán los componentes principales que conforman a una estación de gas l.p. para su óptima operación, asimismo, se tomará en cuenta la implementación de los elementos para el área correspondiente al llenado de cilindros portátiles. Esto se aplicará buscando siempre el mejor resultado en cuanto a seguridad, eficiencia y economía para así obtener una instalación con la más alta calidad de servicio.

Los elementos principales para la correcta operación de una estación de gas l.p. se enlistan a continuación:

### 3.1.- Recipiente de Almacenamiento.

Para este proyecto se tomará en cuenta un recipiente de almacenamiento cuya marca se encuentre registrada en el “catálogo de productos certificados para el transporte, almacenamiento y distribución de gas l.p. de la Secretaría de Energía”, lo anterior para brindar mayor seguridad a este elemento tan importante en la estación de gas l.p. como lo es el recipiente de almacenamiento.

El recipiente de almacenamiento será tipo B2, el uso de este tipo de recipientes es para tanques estacionarios de instalaciones de aprovechamiento y estaciones de gas l.p. para carburación, cabe mencionar que si se selecciona dicho recipiente del catálogo de productos anteriormente mencionado, la vigencia de este es del 18 de junio de 2013 al 17 de junio de 2016 y por último se recomienda que la empresa que a la cual se le compraría este recipiente se encuentre certificada por la ANCE (Asociación de Normalización y Certificación, A.C.)<sup>5</sup>

En la siguiente tabla se señalan las características físicas del recipiente de almacenamiento que consideraremos para este proyecto:

Capacidad Nominal		Tara		Diámetro (A)		Longitud (B)		Distancia entre centros de placas de asiento		Ancho de placa de asiento (D)	
Lt.	U.S.Gal	Kg	Lb	Mts.	inch	Mts.	inch	Mts.	inch	Mts.	inch
21,000	5,548	3,643	8,031	2.083	82	6.928	272.750	2.591	102	0.406	16

Tabla3. Especificaciones Técnicas del recipiente de almacenamiento (Los datos que se encuentran en la tabla se obtuvieron del portal de internet de TATSA, únicamente para fines informativos).

<sup>5</sup>Los datos se obtuvieron de la página de internet <http://egob2.energia.gob.mx/portal/certifProducto/2A2721B6-6F1E-4E26-8C10-0D732F0F586F.swf>



### **Características generales:**

Diseñados y fabricados de acuerdo con la NOM-009-SESH-2011 y código ASME Sección VIII; División 1; última edición.

### **Especificaciones:**

- Presión de diseño 17.58 kgf/cm<sup>2</sup>.
- Cordones de la soldadura longitudinal en el cuerpo radiografiados al 100% y cordones circunferenciales radiografiados por muestreo o al 100 % de acuerdo al código ASME.
- Cordones de soldadura de cabezas son radiografiados por muestreo o al 100% de acuerdo al código ASME.
- Placas de asiento y conexión para tierra.
- Entrada pasa-hombre de 381 mm de diámetro.
- Tuberías internas para servicio de vapores.

### **Accesorios:**

- Medidor de nivel magnético Magnatel.
- Termómetro 51mm (-50°C a + 50°C).
- Manómetro de 6mm con carátula de 51 mm (0 a 21kgf/cm<sup>2</sup>)
- Válvulas de exceso de gasto DT2, DT3 y DC2.
- Protector de lámina para medidor de nivel y máximos de llenado.
- Dos válvulas de máximos de llenado de 6.35 mm de diámetro para 85% y 90%.
- Válvula Duo-port de 64 mm de diámetro para las capacidades de 13,000 a 21,000 litros con dos válvulas de seguridad de 64 mm.
- Medidor de nivel de líquido electrónico Rosemount 5301.

### **Salidas:**

Para la capacidad de almacenamiento de 21,000 litros:

- Dos salidas para líquido de 51 mm.
- Dos salidas para vapores de 51 mm.
- Una salida para drenaje de 51 mm con tapón.

### **Acabados:**

Interior: limpio, libre de suciedad, grasa, basura, laminaciones, chisporroteo de soldadura, agua, etc.

Exterior: preparación de superficie de acuerdo al estándar SSPC-SP-6 y 1 capa de recubrimiento primario epóxico de altos sólidos de 4 a 6 milésimas de espesor total seco.

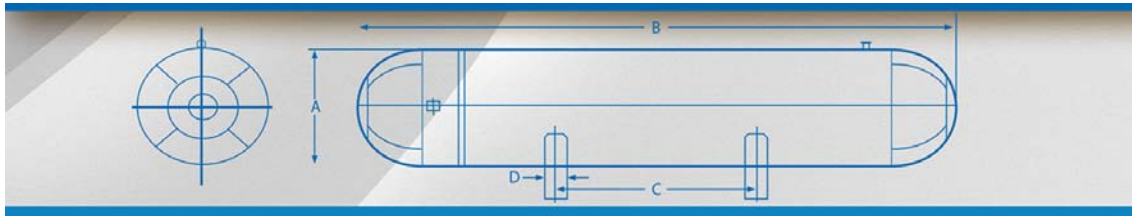


Figura 5. Imagen ilustrativa de las especificaciones técnicas del recipiente de almacenamiento (La imagen se obtuvo del portal de internet de TATSA, únicamente para fines informativos).

### 3.2.- Válvulas.

Definiciones de *válvula de exceso de flujo*:

- Funcionan cuando la descarga o salida por esta válvula es mayor que la capacidad calculada, cerrando automáticamente.
- Son dispositivos que permanecen normalmente abiertos, permitiendo el flujo en cualquier dirección y deteniendo el flujo en una dirección.
- Las válvulas de exceso de flujo permiten el pasaje de líquido o vapor en ambas direcciones. Este es controlado solamente en un solo sentido, según indica la flecha estampada en el cuerpo de la válvula. Si el flujo en este sentido excede un valor predeterminado se produce su cierre. La válvula de exceso de flujo permanecerá cerrada hasta que las presiones en ambas caras del disco de cierre sean aproximadamente iguales. Cuando cese la causa que produjo el flujo excesivo, a través del pequeño orificio que tiene el disco de la válvula se equilibrarán las presiones y se producirá la reapertura de la misma. Cuando se produce la rotura de una línea de conducción las presiones no logran equilibrarse manteniéndose la válvula cerrada con una pequeña pérdida de producto.

La necesidad de que el disco de cierre cuente con un orificio para posibilitar el equilibrio de las presiones hace que este tipo de válvula nunca provea un cierre total.

En este proyecto se contemplarán válvulas de exceso de flujo para servicio en recipientes, diseñada para uso con líquido o vapor, para llenado, extracción y retorno de vapores en recipientes o en líneas. Son para instalación en líneas de gran longitud o ramificaciones de tubería.

Número de Parte	Latón o Acero	Conexión de entrada (NPT M.)	Conexión de salida (NPT F.)	Hexágono para llave	Longitud apropiada efectiva	Flujos Aproximados Cierre		
						Líquido (GPM Propano)	Vapor SCFH (Propano)	
							Entrada de 25 PSIG	Entrada de 100 PSIG
3292B	Latón	2"	2"	2 7/8"	1 7/8"	100	18,100	32,700

Tabla4. Especificaciones técnicas de las válvulas de exceso de flujo (Dichas especificaciones se obtuvieron del portal de internet de REGO, únicamente para fines de investigación).



Definición de *válvulas de relevo hidrostático*:

- Es un dispositivo automático que está diseñado para abrir a una presión predeterminada y volver a cerrar, previniendo con ello la descarga adicional de flujo, una vez que las condiciones de operación han sido restablecidas. El término de la misma se utiliza para denominar indistintamente y en forma general a una válvula de seguridad, válvula de alivio, válvula de seguridad alivio o a una válvula operada por piloto.
- Todos los recipientes para almacenamiento o transporte de Gas L.P. deben estar protegidos con una *válvula de relevo de presión* como medida de seguridad contra el desarrollo de condiciones tales como, presión hidrostática debido al sobrellenado o de retención de líquido entre dos puntos, alta presión debido a la purga incorrecta del recipiente o alta presión como consecuencia de exponer el recipiente a calor excesivo externo.

El tipo de válvulas que se describirán, son diseñadas para uso como válvulas de alivio suplementarias en contenedores ASME superficiales y subterráneos, también se pueden usar como dispositivos de alivio primarios o secundarios en cilindros DOT o como válvulas de alivio hidrostático.

Número de Parte	Conf. de Inicio de Descarga en PSIG	Conexión del Contenedor NPT M.	Altura Total (Aprox)	Capacidad de Flujo SCFM/ Aire (a)		Adecuadas para Tanques c/Área de superficie de Hasta: (e)	Accesorios			
				UL (a una presión de configuración del 120%)	ASME (a una presión de configuración del 120%)		Tapón Protector	Adaptador de Tubería		Deflector de Agujero de Purga
								Número de parte	Tamaño de Salida	
3135G	250	1¼	5 21/32	5770	5549	300 Pies2	3135-54 (g)	3135-10	2"NPT F.	3133-B

Tabla5. Especificaciones técnicas de las válvulas de relevo hidrostático (Dichas especificaciones se obtuvieron del portal de internet de REGO, únicamente para fines de investigación).

Definición de *válvulas internas*: Dispositivo que está constituido por una válvula de exceso de flujo integrada a una válvula de cierre rápido con accionamiento a control remoto.

El uso más frecuente de las válvulas internas se encuentra en aberturas de líquidos y vapores, usando actuadores de cable o neumáticos, cuentan con exceso de flujo y proporcionan protección térmica a las válvulas con el uso de accesorios remotos.

Para seleccionar las válvulas internas correctamente se debe tomar en cuenta, el máximo flujo requerido en el sistema, asimismo, se agrega el 50% del flujo para calcular lo más apropiado.



Para este proyecto se considera una bomba de 2" de líquido que va a mover 100GPM<sup>6</sup>, la selección de la válvula interna se realiza de la siguiente manera:

Flujo de sistema X Factor de resistencia = Válvula Apropriada

100GPM X 150% = **150GPM**

Número de Parte	Conexión de Entrada NPT M.	Conexión de Salida NPT H.	Flujo de Cierre (GPM) Medio Cople		Flujo de Cierre (GPM) Cople Entero	
			Gas LP	NH3	Gas LP	NH3
<b>A3212RT175</b>	2"	2"	175	158	100	90

Tabla6. Especificaciones técnicas y selección de las válvulas internas (Dichas especificaciones se obtuvieron del portal de internet de REGO, únicamente para fines de investigación).

Este tipo de válvulas presenta muchas ventajas respecto a las válvulas de exceso de flujo y no retroceso de cierre manual, se enlistaran a continuación estas ventajas:

- Presentan un flujo mejorado con menos caída de presión.
- No puede atrapar líquido entre la salida de la válvula y una válvula de interrupción (No requiere de alivio hidrostática)
- Pueden ser abiertas o cerradas remotamente con cable o controles neumáticos.
- Ofrecen protección termal en la toma del recipiente.

### 3.3.- Bombas para flujo de Gas L.P.

Para este proyecto se debe seleccionar una bomba que se encuentre en la lista de las más comerciales y seguras para el manejo adecuado del gas l.p., a continuación se detalla la ficha técnica de una bomba con las características anteriormente mencionadas:

#### Información Técnica:

	Modelo
<b>Designación del Modelo: bombas accionadas por motor eléctrico</b>	LGL-3E
<b>Capacidad del motor eléctrico</b>	5 CF <sup>7</sup>
<b>Temperatura máxima</b>	240° F (115 ° C)
<b>Velocidad máxima</b>	1800 RPM
<b>Capacidad nominal</b>	378 LPM o 100 GPM
<b>Presión diferencial máxima</b>	5 kg/cm <sup>2</sup>

Tabla7. Especificaciones técnicas de la bomba para el flujo del Gas L.P. (Dichas especificaciones se obtuvieron del portal de internet de Blackmer, únicamente para fines de investigación).

<sup>6</sup> GPM significa Galones por minuto, es una unidad para calcular el flujo de algún líquido, en este caso del Gas L.P.

<sup>7</sup> CF significa Caballos de Fuerza es una unidad de potencia





Al instalar este tipo de bomba, la marca realiza diversas recomendaciones en el uso, operación y mantenimiento de la misma, las cuales son:

- El tanque de suministro y su tubería deben ser limpiados y drenados previa puesta en funcionamiento de la bomba
- Para minimizar las pérdidas en la capacidad de entrada, se debe de localizar la bomba tan cerca del origen del líquido como sea posible.
- La tubería de succión y sus uniones deberán ser de un diámetro como mínimo igual a la succión de la bomba.
- Cuando sea necesario un accesorio, deberá localizarse a una distancia mínima equivalente de 5 a 10 veces los diámetros de succión de la bomba.
- Instalar un filtro a una distancia equivalente a 5 o 10 el diámetro de succión de la bomba. El filtro debe tener un área libre mínima de cuatro veces el tamaño de succión de la bomba.
- Las tuberías de succión y descarga deben estar libres de escapes.
- Para compensar la expansión y contracción se deben colocar juntas de expansión a 0.9 metros de las bridas de succión y descarga
- Todas las tuberías y accesorios deben estar debidamente soportadas y así evitar cargas directas a la bomba.
- Blackmer recomienda instalar manómetros de presión en la succión y descarga, en los agujeros roscados de 1/4" provistos para tal propósito, en la carcasa de la bomba para inspeccionar las presiones al poner en marcha.

### **3.4.- Toma de Suministro y Recepción de Gas L.P.**

La toma de suministro se define como la sección de la tubería rígida donde se conecta la manguera utilizada para suministrar gas licuado de petróleo a los recipientes de los vehículos. En esta sección se localizan los soportes para toma, boca de toma, válvulas de corte, de exceso de flujo, de relevo hidrostático, puntos de fractura o separador mecánico, otros dispositivos de control y, en su caso, de medición.

La toma de recepción es la tubería utilizada para el llenado de los recipientes de almacenamiento de la estación, que une la toma de recepción con dicho recipiente. Esa toma cuenta con tubería para gas l.p. líquido y, en su caso, con tubería para gas l.p. vapor.

En este proyecto se ha considerado que la instalación de las tomas anteriormente mencionadas podrían ser colocadas por alguna empresa que cumpla con los estándares de calidad y que cuente con la experiencia necesaria en el ámbito del gas l.p., con esto obtendremos una correcta operación de las tomas de recepción y suministro, así como la mayor seguridad al momento de operarlas.



### 3.5.- Automatización de Andén de Llenado.

Con este tipo de tecnología se puede incrementar sustancialmente la productividad en el andén de llenado. Es importante mencionar que este sistema opera en ambientes peligrosos, asimismo, ayuda a incrementar la seguridad en la operación y manejo del gas l.p. para este proyecto de estación de gas l.p. para carburación con llenado de recipientes portátiles.

Se mencionaran algunas características de este tipo de sistemas:

- Cuenta con equipos a prueba de explosión.
- Reductores de trabajo continuo, y un mínimo mantenimiento.
- Arranque y paro suave de motores.
- Control automatizado por PLC.
- Cadenas templadas de alta durabilidad.
- Elementos galvanizados.
- Capacidad para cilindros de 10 kg hasta 45 kg.
- Cuenta con una capacidad de hasta 700 cilindros por día.



Figura6. Imágenes ilustrativas sobre la automatización en el muelle de llenado de cilindros portátiles (Fuente: portal de internet *Industrial Ochoa*, únicamente para fines de investigación).

### 3.6.- Sistema de Seguridad:

Para este proyecto se tomarán en cuenta las medidas de seguridad que se encuentran establecidas para las estaciones de gas l.p. para carburación, asimismo, se añadirán las condiciones generales de seguridad que se establecen en el diseño y construcción de plantas de distribución de gas l.p. tal y como lo señala la NOM-001-SESH-2014. Toda vez que para este proyecto es de mayor importancia la seguridad por el tipo de operaciones que se desean realizar dentro de las instalaciones.



Debido a la capacidad de almacenamiento con la que se pretende operar, la NOM-003-SEDG-2004 establece en el numeral 10.1 que de acuerdo con su clasificación y la capacidad de agua de almacenamiento total, los recipientes de almacenamiento deben contar con medios para aplicarles agua de enfriamiento, de acuerdo a la siguiente tabla:

Capacidad de almacenamiento total (Litros de agua)	Autoconsumo	Comercial
Hasta 10, 000	No	No
10, 001 a 30, 000	No	Si
Más de 30, 000	Sí	Sí

Tabla8. Señala la protección mediante agua de enfriamiento para las Estaciones de Gas L.P.  
 (Fuente: NOM-003-SEDG-2004, únicamente para fines informativos).

Asimismo, señala que para capacidades de almacenamiento totales menores a 30, 000 L (litros) de agua, el agua de enfriamiento puede ser aplicada mediante hidrantes, monitores o un sistema de aspersión fijo colocado permanentemente. Para capacidades mayores a 30, 000 L de agua, sólo es admisible el uso de un sistema fijo de aspersión de agua.

Por lo anterior, debido a que la seguridad como ya se ha mencionado es parte primordial en este proyecto se contara con los tres sistemas para agua de enfriamiento que son monitores, hidrantes y el sistema fijo de riego por aspersión, para este último se detallaran los requerimientos que se señalan en la NOM-001-SESH-2014.

**3.6.1.- Sistema de Riego por Aspersión:** Los requisitos generales de las especificaciones para el proyecto contra incendio se enlistan a continuación:

- La activación de las bombas de alimentación para este sistema de riego por aspersión se podrá efectuar por operación manual o automática.
- Los controles de arranque manual de los sistemas de agua contra incendio se deben instalar en el o los lugares estratégicos que determine la (el) proyectista, debidamente señalizados.
- Los sistemas de agua contra incendio pueden ser alimentados desde una cisterna o un tanque de agua y deben ser para uso exclusivo de estos sistemas.
- La capacidad mínima del sistema o tanque de agua debe ser la que resulte de sumar 21, 000 litros a la requerida de acuerdo al cálculo hidráulico para la operación del sistema de enfriamiento durante 30 minutos, tomando como base el recipiente de almacenamiento de mayor superficie en la instalación.
- El agua almacenada debe representar cuando menos el 95% de la capacidad mínima calculada de la cisterna o tanque.
- El equipo de bombeo contra incendio debe estar compuesto por una bomba principal y como mínimo por una de respaldo, considerando las siguientes combinaciones:



Principal	Respaldo
<b>Motor eléctrico</b>	Motor de combustión interna
<b>Motor eléctrico</b>	Motor eléctrico (siempre que se cuente con planta de distribución de generación de energía eléctrica). La planta de generación puede abastecer más de un servicio siempre que tenga la capacidad de generación para alimentar simultáneamente los servicios que abastece.
<b>Motor de combustión interna</b>	Motor de combustión interna

Tabla9. Combinaciones para el equipo de bombeo para agua de enfriamiento (Fuente: NOM-003-SEDG-2004, únicamente para fines informativos).

Este sistema de riego por aspersión puede ser instalado por *Egsa* ya que uno de los giros de dicha empresa, es la instalación de equipos, válvulas y accesorios a Estaciones de Gas L.P. para Carburación.

**3.6.2.- Hidrantes:** Es una boca de incendio en una toma de agua diseñada para proporcionar un caudal considerable en caso de incendio. El agua puede obtenerla de la red urbana de abastecimiento o de un depósito, mediante una bomba.

Consideraremos un hidrante con las siguientes especificaciones técnicas:

Hidrante de Columna DN100
Hidrante de columna seca – vaciado automático
Certificación AENOR UNE 23405
Presión nominal 16 bar
Ensayo de estanqueidad 20 bar
Sistema antirotura
Carcaza opcional
Peso 74 kilogramos

Tabla10. Especificaciones técnicas del hidrante. (Fuente: portal de internet de *Padrinsa*, únicamente para fines informativos).

**3.6.3.- Monitor:** Es un equipo de lucha contra incendio, conectado normalmente a un hidrante y destinado a suministrar agua en caso de incendio. Se puede decir que es todo equipo mecánico que descargue un chorro de al menos 1500 litros / minuto (400 galones / minuto).

Fundamentalmente es utilizado cuando existe un alto riesgo de derrames de combustibles o cuando se trata de áreas donde es imposible conseguir la cobertura establecida para los hidrantes.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON  
AMPLIACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE GAS L.P. PARA CARBURACIÓN,  
EN EL SUMINISTRO DE RECIPIENTES PORTÁTILES



Para este proyecto se recomienda tener un monitor doble cremallera tipo corazón, instalado sobre una torreta para tener un mayor alcance, con especificaciones técnicas referidas para este tipo de monitores, las cuales son:

- Movimiento circular horizontal de 360° con freno de fijación
- Fabricado de bronce fundido.
- Con una base de 4 pulgadas.
- Un gasto de 500 a 1, 000 galones por minuto.



## Capítulo Cuarto: Especificaciones Técnicas y Normativas.

### 4.1.- Especificaciones Normativas.

Con la Reforma Energética, de acuerdo a lo manifestado por el Gobierno Federal, México podrá aprovechar sus recursos energéticos de forma racional, sustentable y con apego a los principios de soberanía nacional, eficiencia económica y beneficio social.

Asimismo, derivado de la publicación de la legislación secundaria en materia energética, se llevaron a cabo modificaciones en los distintos organismos de gobierno que participan en el sector, destacando la creación de un nuevo órgano desconcentrado administrativo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con autonomía técnica y de gestión, denominado ASEA (Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos), la cual regulará, supervisará y sancionará en materia de seguridad industrial y operativa a las empresas del sector hidrocarburos, asimismo, tomará en consideración criterios de sustentabilidad y de desarrollo bajo en emisiones de este sector.

Por otra parte las leyes y reglamentos que fueron modificados son los siguientes:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.
- Ley de Hidrocarburos.
- Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.
- Ley Federal sobre Metrología y Normalización.
- Ley Federal de Procedimiento Administrativo.
- Reglamento de las actividades a que se refiere el Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos.
- Reglamento Interior de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.



De igual forma las Normas Oficiales Mexicanas que se aplicaran en este proyecto son:

- NOM-001-SESH-2014, Plantas de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación.
- NOM-003-SEDG-2004, Estaciones de Gas L.P para carburación. Diseño y Construcción.
- NOM-011/1-SEDG-1999, Condiciones de seguridad de los recipientes portátiles para contener Gas L.P., en uso.
- NOM-009-SESH-2011, Recipientes para contener Gas L.P., tipo no transportable, Especificaciones y métodos de prueba.

#### 4.2.- Especificaciones de Obra Civil.

- 1) **Clasificación:** Señalando lo asentado en el numeral II.II de la presente tesina, en la cual hago mención que se trata de una Estación de Carburación de Gas L.P. para Carburación con llenado de recipientes portátiles se ubicara en una zona urbana, la instalación será del tipo B, subtipo B.1. y estará ubicada en el Grupo II ya que su capacidad de almacenamiento será de 21000 L de agua.
- 2) **Diseño:** El diseño de la Estación se hizo apegándose a los lineamientos de las Normas NOM-003-SEDG-2004, "Estaciones de Gas L.P., para Carburación, Diseño y Construcción", NOM-001-SESH-2014, "Plantas de Distribución de Gas L.P., Diseño, construcción y condiciones seguras de operación" así como la Ley de Hidrocarburos publicada el 11 de agosto de 2014.
- 3) **Superficie del Terreno:** El terreno que ocuparía la estación es de aproximadamente 12500 metros cuadrados.
- 4) **Urbanización de la Estación:** Las áreas destinadas para la circulación interior de los vehículos se tendrán en terminación pavimentada y con amplitud suficiente para el fácil y seguro movimiento de vehículos y personas, con las pendientes apropiadas para desalojar el agua de lluvia, todas las demás áreas libres dentro de la instalación se mantendrán limpias y despejadas de materiales combustibles, así como de objetos ajenos a la operación de la misma. El piso dentro de la zona de almacenamiento y muelle de llenado de cilindros portátiles, será de concreto y contará con un desnivel necesario del 1% para evitar estancamientos de aguas pluviales.



## 5) Edificios:

- a) Edificios: Las construcciones destinadas para las oficinas, servicio sanitario para el personal, caseta de equipo contra incendio, área de venta al público y bodega, se localizarán por la esquina Oeste del terreno de la Estación de Gas L.P. los materiales con los que se pretende construir serán en su totalidad incombustibles, ya que su losa será de concreto, paredes de tabique y cemento con puertas y ventanas metálicas.
- b) Bardas y delimitaciones del predio: El terreno que ocupa la Estación de Gas L.P. se tendrá delimitado por sus linderos al Oeste, Este, Norte y Sur, con barda de block de concreto de 3 metros de altura.
- c) Accesos: Por el lindero oeste se encuentran, dos accesos tipo puerta de 6 metros de ancho los cuales servirán como entradas y salidas de los vehículos, y por el sur un acceso de 6 metros que se usara como salida de emergencia, las puertas anteriormente mencionadas serán en su totalidad metálicas.
- d) Estacionamiento: La zona destinada para el estacionamiento interior de los vehículos de los empleados de la instalación, será por el lindero este, asimismo, estará ubicada de tal forma que la entrada y salida de cualquier vehículo al estacionarse no interfiera con la libre circulación de las demás ni afecte a los ya estacionados. El piso será de arena y grava compactada y contará con la pendiente adecuada para evitar estancamiento de agua de lluvia, por último cabe destacar que también contará con las suficientes áreas de circulación.

## 6) Bases de sustentación del recipiente de almacenamiento:

Para el cálculo de las bases de sustentación que llevara el recipiente de almacenamiento con una capacidad de 21, 000 litros de agua al 100% se toman en cuenta los resultados ya obtenidos en un proyecto con la misma capacidad de almacenamiento, lo anterior toda vez que se debe estar seguro del cálculo anteriormente mencionado debido a los movimientos de dilatación entre las bases y el recipiente de almacenamiento.

Las siguientes variables nos ayudaran al cálculo que se desea obtener:

F= Resistencia del terreno.

W= Carga por soporte.

M= Momento flexionante máximo.

As= Áreas de acero.

$f'c$ = Resistencia de ruptura de concreto = 210 kg/cm<sup>2</sup>

$f_y$ = Esfuerzo en el límite de fluencia del acero = 4,000 kg/cm<sup>2</sup>

$f_s$ = Resistencia a la tensión del acero = 0.50 \*  $f_y$  = 0.50 (4,000) = 2,000 kg/cm<sup>2</sup>

$V_c$ = Esfuerzo cortante del concreto = 0.03 \*  $f'c$  = 0.03 (210) = 6.3 kg/cm<sup>2</sup>





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON  
AMPLIACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE GAS L.P. PARA CARBURACIÓN,  
EN EL SUMINISTRO DE RECIPIENTES PORTÁTILES



$$u = \text{Esfuerzo de adherencia} = 0.05 * f's = 0.05 (210) = 10.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_c = \text{Módulo de elasticidad del concreto} = 10,000$$

$$E_s = N = \text{Módulo de elasticidad del acero} = 2,200,000 / 144,914 = 15.18$$

K, J = Constantes de cálculo de acuerdo a la resistencia del concreto.

$$K = 1 / (1 + f_s / N * f's) = 1 / (1 + 2000 / (15.18 * 94.5)) = 0.42$$

$$J = 1 - K / 3 = 1 - 0.42 / 3 = 0.86$$

Datos del recipiente de almacenamiento:

Capacidad en litros al 100% de agua (H<sub>2</sub>O) = 21,000 lts.

Tara en Kilogramos = 3,643 kg

Peso total en Kilogramos = 33,500 kg

Carga por soporte = 16,750 kg

*Peso aproximado de la base* = Densidad del concreto reforzado = 2,400 kg/m<sup>3</sup>

Dimensiones: T-I Columna 2.50 \* 3.10 \* 0.40 = 3.10

Zapata 3.10 \* 2.40 \* 0.30 = 2.23

2,400 kg/m<sup>3</sup> \* 5.33 m<sup>3</sup> = 12,792 kg

Para seguridad en el diseño de las zapatas se considera un terreno con resistencia de 5 Ton/m<sup>2</sup>, valor crítico para un subsuelo poco compacto, usado para fines de cálculo.

Área de la zapata =  $\frac{\text{carga por soporte} + \text{peso aprox. Base}}{\text{Resistencia del terreno}}$

$$\text{Área de la zapata} = \frac{16750 + 12792}{5} = 5908.4 \text{ m}^2$$

$$\text{Área del trapecio} = \frac{(3.10 + 2.50) * 2.50}{2} = 7 \text{ m}^2$$

V1 = Fuerza cortante = Área del trapecio \* Resistencia del terreno

$$V1 = 7 * 5000 = 35000 \text{ kg}$$

$$dv = V1 / (Vc * J * b) = 35000 / (63000 * 0.86 * 2.6) = 0.24 \text{ m} + \text{Recub.} = 0.36 \text{ m}$$



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON  
AMPLIACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE GAS L.P. PARA CARBURACIÓN,  
EN EL SUMINISTRO DE RECIPIENTES PORTÁTILES



El peralte de la zapata propuesta es de 0.30 m

$$M = V_1 * L = 35000 * (0.78) = 27300 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_c = 0.45 * f'_s = 0.45 (210) = 94.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$r = f_c / 2 * J * K = (94.5) / 2 (0.86 * 0.42) = 17.07 \text{ kg/cm}^2$$

El peralte de la zapata propuesta es de 0.40 m.

$$A_s = M / f_s * J * d_m = 27300 * 100 / (2000 * 0.86 * 50) = 31.74 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área de varillas} = 31.74 \text{ cm}^2$$

16 varillas de 5/8" a cada 19 cm

$$\text{Número de varillas} * \text{perímetro} = 16 * 3.1416 * 1.59 = 79.92 \text{ cm}$$

Esfuerzo cortante aplicado en la parte superior del soporte ( $V_s$ ):

$$V_s = K' * W$$

Donde:  $K'$  = coeficiente sísmico = 0.10

$$W = \text{carga del soporte} = 16,750 \text{ kg} = 16.750 \text{ ton}$$

$$V_s = 0.10 * 16.750 = 1.675 \text{ ton}$$

Momento de volteo por sismo ( $M_s$ );

$$M_s = V_s * h$$

Donde:  $h$  = altura desde el centro de gravedad de todas las cargas.

$$M_s = 10.2 * 2.5 = 25.5 \text{ ton-m}$$

Incremento de la fatiga del terreno más el momento sísmico ( $F$ );

$$F = \frac{W}{A} + \frac{M_y}{I}$$



Donde:

$$A = \text{Área de la zapata propuesta} = b \times L \\ = 3.10 \times 2.40 = 7.44 \text{ m}^2$$

$$MY = \text{Momento de flexión} = M_s \times L/2 \\ = 25.5 \times 5.70/2 = 72.675 \text{ ton} \cdot \text{m}^2$$

$$I = \text{momento de inercia} = \frac{b \times L^3}{12} = \frac{4.50 \times (570)^3}{12} = 59.5 \text{ m}^2$$

Sustituyendo:

$$F = \frac{16.750}{25.85} + \frac{72.675}{59582} = 3.97 + 1.42 = 5.40 \text{ ton/m}^2$$

## 7) Servicios Sanitarios:

- En una sección de la construcción que se localizará por la esquina Norte del terreno de la instalación se ubicaran los servicios sanitarios; mismos que estarán contruidos en su totalidad con materiales incombustibles.
- Se cuenta con un servicio sanitario para el personal de la Estación de Gas L.P. que consta de dos tazas, tres mingitorios, tres lavabos y tres regaderas, para el personal de la oficina se contara con dos servicios sanitarios individuales únicamente con taza y lavabo. Para el abastecimiento de agua a los servicios sanitarios anteriormente mencionados se contara con una cisterna independiente de capacidad considerable.
- El drenaje de aguas negras estará construido por medio de tubos de concreto de 0.15 metros de diámetro, con una pendiente de 2% a una fosa séptica.

Todos los servicios sanitarios contarán con pisos impermeables y antiderrapantes, los muros estarán contruidos con materiales impermeables hasta una altura de 1.50 metros para su fácil limpieza.

## 8) Rótulos de prevención y pintura

- Conforme al numeral 11.1 de la NOM-003-SEDG-2004 el recipiente de almacenamiento se pintara de color blanco y se marcarán los caracteres de capacidad de agua y número económico, con colores distintivos no menores a 0.15 metros, asimismo, se rotulara la razón social en el cuerpo del recipiente.
- Las plataformas de concreto que constituyen la zona de almacenamiento y el muelle de llenado de recipientes portátiles, así como los topes y medios de protección distribuidos



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON  
 AMPLIACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE GAS L.P. PARA CARBURACIÓN,  
 EN EL SUMINISTRO DE RECIPIENTES PORTÁTILES



en toda la instalación, serán pintados con franjas diagonales de color amarillo y negro de forma alternada.

- c) De igual manera de conformidad con el numeral 8.13 de la NOM-003-SEDG-2004 las tuberías a la intemperie estarán pintadas de la siguiente manera

<b>Agua contra incendio</b>	<b>Rojo</b>
<b>Aire o gas inerte</b>	<b>Azul</b>
<b>Gas en fase vapor</b>	<b>Amarillo</b>
<b>Gas en fase líquida</b>	<b>Blanco</b>
<b>Gas en fase líquida en retorno</b>	<b>Blanco con banda de color verde</b>
<b>Tubos de desfogue</b>	<b>Blanco</b>
<b>Tubería eléctrica</b>	<b>Negra</b>

Tabla 11. Código de colores para las tuberías instaladas en la Estación de Gas L.P. (Fuente norma oficial mexicana NOM-003-SEDG-2004).

- d) En el interior de la Estación de Gas L.P se instalaran los siguientes rótulos, tal y como lo señala el numeral 13 de la NOM-003-SEDG-2004:

<b>Rótulo</b>	<b>Pictograma</b>	<b>Lugar</b>
Alarma contra incendio		Interruptores de alarma
Prohibido estacionarse		Cuando aplique en puertas de acceso de vehículos y salida de emergencia, por ambos lados y en la toma siamesa
Prohibido fumar		Área de almacenamiento, trasiego y muelle de llenado de recipientes portátiles
Hidrante		Junto al hidrante



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON  
AMPLIACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE GAS L.P. PARA CARBURACIÓN,  
EN EL SUMINISTRO DE RECIPIENTES PORTÁTILES



Extintor		Junto a cada extintor
Peligro, gas inflamable		Área de almacenamiento, tomas de recepción, suministro y muelle de llenado.  Si existe despachador un por cada uno
Se prohíbe el paso a vehículos o personas no autorizados		Área de almacenamiento, tomas de recepción y muelle de llenado de recipientes portátiles.
Se prohíbe encender fuego		Área de almacenamiento, tomas de recepción, suministro y muelle de llenado.
Salida de emergencia		Interior y exterior de las puertas
Velocidad máxima de 10 KPH <sup>8</sup>		Áreas de circulación

<sup>8</sup> KPH significa kilómetros por hora



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON  
AMPLIACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE GAS L.P. PARA CARBURACIÓN,  
EN EL SUMINISTRO DE RECIPIENTES PORTÁTILES



Uso obligatorio de calzado de seguridad		Muelle de llenado
Uso obligatorio de guantes		Muelle de llenado
Código de colores de las tuberías	Letrero	Zona de Almacenamiento
Letreros que indiquen los diferentes pasos de maniobras	Letrero	Muelle de llenado
Punto de arranque del sistema de agua contra incendio	Letrero	Muelle de llenado
Válvula de alimentación al sistema de enfriamiento por aspersión de agua	Letrero	Junto a la válvula
Botón de paro de emergencia, pulse para operar	Letrero	Junto a la válvula de paro de emergencia



### 4.3.- Especificaciones Mecánicas.

#### 1) Recipiente de Almacenamiento:

- a) La Estación de Gas L.P. contará con un recipiente de almacenamiento tipo A conforme a lo establecido en la NOM-009-SESH-2011, se encontrara a la intemperie sobre el NPT de la plataforma de la zona de almacenamiento, será horizontal, con una capacidad de 21000 litros al 100% de agua y estará ubicado de tal forma que cumpla con las distancias mínimas reglamentarias.
- b) El recipiente de almacenamiento está montado sobre bases de concreto de tal forma que pueda desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación.
- c) El recipiente tendrá una altura de 2 metros, medida de la parte interior del mismo al nivel de piso terminado.
- d) Se contara con una escalerilla, misma que servirá para facilitar el uso y lectura del instrumental.
- e) El recipiente y la escalerilla, contarán con un recubrimiento el cual proporcionara una resistencia mínima a la corrosión de 350 horas en cámara de niebla salina, con un espesor mínimo de 50 micrómetros.
- f) En el recipiente de almacenamiento se instalarán accesorios, considerando que el mismo tendrá las siguientes características:

<b>Recipiente de almacenamiento</b>	
<b>Conforme a la norma:</b>	NOM-009-SESH-2011
<b>Capacidad en litros de agua:</b>	21000 litros
<b>Año de fabricación:</b>	2014
<b>Diámetro exterior:</b>	2.083 metros
<b>Longitud total:</b>	6.928 metros
<b>Presión de diseño:</b>	17.58 kgf/cm <sup>2</sup>
<b>Factor de seguridad:</b>	4
<b>Formas de las cabezas:</b>	Semiesféricas
<b>Eficiencia:</b>	100%
<b>Espesor lámina de cabezas:</b>	9.50 mm
<b>Espesor lámina cuerpo:</b>	16.52 mm
<b>Tara</b>	3643 kilogramos

Tabla12. Especificaciones técnicas del recipiente de almacenamiento (Fuente: del portal de internet de TATSA, únicamente con fines informativos).



- g) Contará con los siguientes accesorios:
- Medidor de nivel magnético Magnatel.
  - Termómetro marca Fisher de ½ pulgadas MNPT, de -40° a 120°F, -50° a 50 °C serie J700.
  - Manómetro a presión marca Fisher, el cual cuenta con una carátula, carcasa de plástico de Terluran<sup>9</sup> de 2 pulgadas y 51 mm de diámetro, con un rango de medición de 0 a 21 kgf/cm<sup>2</sup>
  - Dos válvulas de máximo llenado de 6.35 mm de diámetro para 85% y 90%.
  - Tres válvulas internas para líquido, vapor y retorno de líquido de Gas L.P. de 2” con fecha de fabricación del año 2014.
  - Dos válvulas de relevo de presión de 1 ¼ de pulgadas con fecha de fabricación del año 2014
  - Una conexión a tierra soldada por cada extremo del recipiente de almacenamiento.

2) **Maquinaria:** La maquinaria para las operaciones básicas de trasiego será la bomba, a continuación se detallaran las características de las mismas.

Bomba para llenado de tanques de carburación y cilindros portátiles, marca Blackmer modelo LGL-3E, cuenta con un motor eléctrico a prueba de explosión de 5 caballos de fuerza, con una velocidad máxima de 1800 revoluciones por minuto, una capacidad nominal de 378 LPM o 100 GPM, la presión diferencial máxima de trabajo es de 5 kg/cm<sup>2</sup>, la tubería de succión es de 3” y la tubería de descarga de 2”

**Información Técnica:**

Modelo Tamaño 2	
Designación del Modelo: bombas accionadas por motor eléctrico	LGLD2E
Torque requerido @ 100psi (6.9 bar)	48 lbs-pie (65 Nm)
Temperatura máxima	240° F (115 ° C)
Velocidad máxima	640 RPM
Presión diferencial máxima	150 psi (10.3 bar)
Presión de trabajo máxima	350 psi (24.1 bar)

Tabla13. Información técnica de la bomba (Referencia: portal de internet de la marca *blackmer*, únicamente para fines informativos).

<sup>9</sup> Marca registrada de BASF.





### 3) Justificación técnica del diseño de la Estación de Gas L.P.

Se ha determinado que la capacidad de la bomba debe satisfacer el llenado máximo y que el flujo no debe exceder de 30 LPM<sup>10</sup> por recipiente, ya que aproximadamente cada cilindro portátil se llena en aproximadamente 1.79 minutos. En este caso se contara con una ramificación de 3 pulgadas de diámetro y con una salida, por lo que se requerirá para este accesorio un flujo de 120 LPM.

Cabe mencionar que debido a las consideraciones técnicas anteriormente mencionadas la bomba seleccionada tendrá que satisfacer la demanda en la toma, teniendo una capacidad nominal de 378 LPM, el gasto restante se considerara para las tomas de suministro que llenaran los recipientes de los vehículos que carburan con Gas L.P., no obstante, si aun así sigue existiendo gasto de la bomba este se retornará al recipiente de almacenamiento.

Para efecto de cálculo, analizaremos el sistema de bombeo en el punto más crítico.

Cálculo del flujo de la tubería de almacenamiento y de descarga del sistema de bombeo, así como retorno de líquido.

Recordando, sabemos que la mecánica de fluidos indica que en cualquier sistema que contenga algún fluido encerrado, donde existan diferentes presiones en sus puntos extremos, se podrá resolver mediante un balance de energía, como se indica:

$$X_1 + \frac{P_1}{\rho} + \frac{(U_1)^2}{2g} + W = X_2 + \frac{P_2}{\rho} + \frac{(U_2)^2}{2g} + F + F_c$$

Donde:

$X_2 - X_1 = AX$  = Altura piezométrica en el sistema.

$P_2 - P_1 = AP$  = Presión diferencial dentro del sistema.

$U_1$  y  $U_2$  = Velocidades en los puntos extremos del sistema.

$g$  = Aceleración de la fuerza de gravedad = 9.81 m/seg<sup>2</sup>

$W$  = Trabajo mecánico dentro del sistema o carga que tiene que vencer la bomba.

$\rho$  = Peso específico del gas-líquido = 530 kg/m<sup>3</sup> en la relación de 70% propano y 30% butano.

$F$  = Pérdidas por fricción o resistencia al flujo en las tuberías.

$F_c$  = Perdidas por contracción

Para este caso:

$$U_1 = U_2 \text{ y } F_c = 0; \quad W = AX + \frac{AP}{\rho} + F$$

<sup>10</sup> Litros por minuto.



Es importante considerar las pérdidas por fricción o resistencia del Gas L.P. dentro del recipiente de almacenamiento. Este valor se obtiene al experimentar la suma de longitudes equivalentes de los accesorios instalados en la tubería, sumando a esto la longitud de la tubería misma, esto también se ha calculado para cada diámetro de tubería, así como para cada gasto volumétrico, teniendo como resultado el valor de la resistencia del gas l.p. por unidad de longitud.

Cálculo de F en la alimentación de la bomba:

Una "T" de 76 mm de diámetro → 16 ft  
Una válvula de exceso de flujo de 76 mm de diámetro. → 90 ft  
Dos válvulas de globo de 76 mm de diámetro. → 160 ft  
Un filtro de paso de 76 mm de diámetro → 42 ft

Longitud de la tubería: 7 X 3.28 metros → 22 ft

Longitud total equivalente = **330 ft**

Para un gasto de 100 GPM (378 LPM) en pie de longitud de tubería (0.3048 m) de 76 mm (3") de diámetro, la resistencia es: 0.025 ft col. de líquido / ft de tubería

$F(a) = 330 \times 0.025 = \mathbf{8.25 \text{ ft col. líquido}}$

Resistencia al flujo de la bomba F (b):

Para 100 GMP (378 LPM) o menos, la resistencia al flujo de la bomba es de 1.5 ft col. de líquido o 0.4572 m col. de líquido.

Calculo de F en la descarga de la bomba:

Accesorios de 51 mm de diámetro.

Cuatro "T" de 51 mm de diámetro → 12 ft  
Seis codos de 51 mm de diámetro → 30 ft  
Dos válvulas de bola de 51 mm de diámetro → 30 ft  
Longitud de tubería: 30 X 3.28 metros → 39 ft

Longitud total equivalente = **111 ft**

La resistencia al flujo en pies columna de líquido de Gas L.P. por cada pie de longitud de tubería para el gasto volumétrico



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON  
AMPLIACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE GAS L.P. PARA CARBURACIÓN,  
EN EL SUMINISTRO DE RECIPIENTES PORTÁTILES



Diámetro Nominal			ft col. de líquido por ft de tubería	
	188 LPM	480 LPM	90 LPM	360 LPM
	50 GPM	150 GPM	24 GPM	95 GPM
<b>51 mm (2")</b>	0.048		0.017	
<b>76 mm (3")</b>	0.004	0.051		0.025
<b>101 mm (4")</b>		0.012		

Tabla14. Datos técnicos de la resistencia al flujo por gasto volumétrico (Fuente: proyecto de una instalación de gas l.p. con capacidad de almacenamiento de 21,000 litros de agua al 100%).

$$Le \times R = 0.016 \times 111 = \mathbf{1.77}$$

F a la descarga de la bomba es = **1.77 ft col. líquido**

Cálculo de F en la toma de carburación:

La velocidad de llenado de un recipiente está supeditada a la válvula de servicio del mismo en el cual consideramos un gasto de 30 LPM.

Flujo de salida = 30 LPM = 7.93 GPM

Una válvula de globo de 13 mm de diámetro  $\longrightarrow$  2.2 lb/in<sup>2</sup>

Una válvula de cierre rápido de 13 mm de diámetro  $\longrightarrow$  1 lb/in<sup>2</sup>

1.25 metros de manguera de 13 mm de diámetro  $\longrightarrow$  0.60 lb/in<sup>2</sup>

Una válvula de llenado del recipiente de carburación de 19 mm de diámetro  $\longrightarrow$  3 lb/in<sup>2</sup>

Una reducción de 76 X 13 mm de diámetro  $\longrightarrow$  0.20 lb/in<sup>2</sup>

Presión total equivalente = **7 lb/in<sup>2</sup>**

**1 lb/in<sup>2</sup> = 4 ft col. Líquido**

**F = 4 X 7 X 10 = 280 ft col. líquido**

Es importante mencionar que el cálculo de la F en la toma de carburación, puede ser igualmente aplicado para cada una de las llenaderas que se instalaran en el muelle de llenado, toda vez que los datos técnicos son muy similares al llenar un recipiente de carburación de un vehículo con el llenado de un recipiente portátil.

Perdidas por fricción o resistencia al flujo dentro del sistema:

$$F = 8.25 + 1.5 + 1.77 + 280 = \mathbf{291.52 \text{ ft col. líquido}}$$

$$= \mathbf{88.85 \text{ m col. líquido}}$$



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON  
AMPLIACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE GAS L.P. PARA CARBURACIÓN,  
EN EL SUMINISTRO DE RECIPIENTES PORTÁTILES



Carga de altura:

$$\Delta X = X_2 - X_1 = 1 - 0.30 = \mathbf{0.70 \text{ m col. líquido}}$$

Carga de presión:

La presión diferencial en el sistema de bombeo para el llenado de recipientes de carburación se considera de  $3 \text{ kg/cm}^2$ , valor promedio observado durante un ciclo normal de trabajo.

$$\frac{\Delta P}{\rho} = \frac{3 \text{ kg/cm}^2 \times 10000}{530 \text{ kg/cm}^2} = \mathbf{56.60 \text{ m col. líquido}}$$

Trabajo mecánico dentro del sistema o carga que tiene que vencer la bomba:

$$W = \Delta X + \frac{\Delta P}{\rho} + F$$

Sustituyendo:

$$W = 0.70 + 56.60 + 88.85$$

$$\mathbf{W = 146.15 \text{ m col. líquido}}$$

Potencia:

$$\text{Potencia} = \frac{W \times Q \times \rho}{76 \times E} = \text{C.F.}$$

Donde:

$W$  = Trabajo mecánico dentro del sistema = 146.15 m col. líquido

$Q$  = Gasto o caudal =  $0.00126 \text{ m}^3/\text{seg.}$

$P$  = Peso específico de gas-líquido =  $530 \text{ kg/cm}^3$

76 = Factor de conversión.

$E$  = Eficiencia de la bomba = 80%



Sustituyendo:

$$\text{Potencia} = \frac{146.15 \times 0.00126 \times 530}{76 \times 0.8} = \mathbf{1.6052 \text{ C.F.}}$$

La potencia del motor con que contará la bomba es de 5.0 C.F.

El excedente de gas-líquido se retornará del almacenamiento al tanque por medio de la línea de retorno instalada en el recipiente de almacenamiento. Asimismo, se indica que se instalara una válvula de relevo automática después de la bomba, calibrada a 5 kg/cm<sup>2</sup> (71.1 lb/in<sup>2</sup>).

#### 4) Tuberías y conexiones.

- a) Tuberías y conexiones: Todas las tuberías que se instalarán para conducir gas l.p. son de acero cedula 40 sin costura, para alta presión, con conexiones soldables de acero forjado para una presión mínima de trabajo de 21 kg/cm<sup>2</sup>, y donde existan accesorios roscados, estos serán para una presión de trabajo de 140 a 210 kg/cm<sup>2</sup> y con tubería de acero cedula 80. Las pruebas de hermeticidad se efectuaran por un periodo de 60 minutos con gas inerte a una presión mínima de 10 kg/cm<sup>2</sup>.

Los diámetros de las tuberías instaladas son:

Trayectoria	Líquido	Retorno de líquido	Vapor
De tanque a tomas de recepción	76 mm	51 mm	51 mm
Suministro	51 mm	51 mm	51 mm
Muelle de llenado	51 mm	51 mm	51 mm

Tabla15. Diámetro de las tuberías a instalar en la Estación de Gas L.P. (Fuente: proyecto de una instalación de gas l.p. con capacidad de almacenamiento de 21,000 litros de agua al 100%).

En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que puedan existir atrapamientos de este entre dos o más válvulas de cierre manual, se tendrán instaladas válvulas de seguridad de relevo hidrostático, calibradas para una presión de apertura de 28.13 kg/cm<sup>2</sup> y capacidad de descarga de 22 m<sup>3</sup>/min y de 13 mm de diámetro.

Además contará con una protección para la corrosión de un primario inorgánico a base de zinc y pintura de enlace primario epóxico catalizador.

- b) Llenadora de carburación: Cada llenadora tendrá accesorios, tales como, válvula de globo de 13 mm de diámetro, manguera especial para Gas L.P. de 13 mm de diámetro y una válvula de cierre rápido de 13 mm de diámetro.



- c) Mangueras: Todas las mangueras serán para uso exclusivo de Gas L.P., construidas con hule neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y acción de dicho hidrocarburo. Estarán diseñadas para una presión de trabajo de 24.60 kg/cm<sup>2</sup> y a una presión de ruptura de 140 kg/cm<sup>2</sup>. Se contará con mangueras en la toma de carburación y llenaderas de cilindros portátiles, estando protegidas contra daños mecánicos. Cuando dichas mangueras no se encuentre en servicio sus acopladores quedaran protegidos con tapón.

Las tomas de carburación contarán con un medidor volumétrico para el control interno en el suministro de Gas L.P., asimismo se instalara un medidor de este tipo a la entrada del muelle de llenado el cual efectuara la misma operación.

<b>Marca:</b>	<b>Neptune</b>
<b>Tipo:</b>	<b>4D</b>
<b>Diámetro de entrada:</b>	<b>32 mm</b>
<b>Diámetro de salida:</b>	<b>32 mm</b>
<b>Capacidad:</b>	<b>Máx. 114 LPM y Min. 18 LPM</b>
<b>Presión de trabajo:</b>	<b>24.6 kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Registro modelo:</b>	<b>833</b>
<b>Capacidad del totalizador:</b>	<b>99, 999,999 lts.</b>
<b>Capacidad del registro-impresor:</b>	<b>99, 999 lts.</b>

Tabla16. Especificaciones técnicas de los medidores volumétricos (Fuente: portal de internet de *egsa*, únicamente para fines informativos).

#### 4.4.- Especificaciones Eléctricas

Se elabora con la finalidad de tener un conjunto de requisitos técnicos para la correcta construcción de una instalación eléctrica de fuerza y alumbrado que cubra los requisitos de seguridad, minimización de pérdidas y que cumpla con las normas oficiales mexicanas para este rubro.

El fluido eléctrico es conducido desde la alimentación hasta los aparatos de consumo por medio de cables de cobre con dispositivos de control como interruptores y arrancadores. El paso normal de la corriente a través de los conductores produce calentamiento por el llamado efecto Joule ( $R I^2$ ); por lo cual es necesario calcular el calibre adecuado de los conductores para evitar una elevación de temperatura que pueda dañar el forro del cable; por otra parte las corrientes de corto circuito pueden ser de tal magnitud que producen explosiones en tableros, transformadores y equipo.

El objetivo es calcular el calibre del cable, interruptores y demás equipo eléctrico necesario para que llegue el fluido hasta el aparato o dispositivo que se desea accionar, con pérdidas de voltaje o potencial mínimas.



Datos generales:

La planta divide su carga en tres renglones principales:

2A. Fuerza para servicio contra incendio con una carga de 27,300 Watts y un factor de demanda del 100%, lo que significa:	27,300 W
2B. Fuerza para operación de la planta con una carga de 21,154 Watts y un factor de demanda del 80%, lo que significa:	17,277 W
2C. Alumbrado con una carga de 300 Watts, y un factor de demanda del 60% lo que significa:	180 W

NOTA: Esta instalación contará con un circuito de bloqueo para los arrancadores de las bombas, que sacará de operación a estos equipos en el momento en que opera el motor eléctrico de la bomba del sistema contra incendio, por lo que la demanda total será:

Watts totales:	17,407
Factor de potencia:	0.90
KVA máximos:	30.0

**Capacidad de corto del circuito:**

La magnitud de corto circuito proporcionada por CFE (Comisión Federal de Electricidad) en la acometida es la siguiente:

- 20 MVA<sup>11</sup> en corto circuito trifásico.
- 12 MVA en corto circuito monofásico.

**Capacidad del Transformador:**

El transformador seleccionado de acuerdo a la carga instalada tomando en cuenta la demanda máxima será el de la capacidad inmediata encontrada en el mercado que es de 30 KVA.

---

<sup>11</sup> MVA significa mega vatios



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON  
AMPLIACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE GAS L.P. PARA CARBURACIÓN,  
EN EL SUMINISTRO DE RECIPIENTES PORTÁTILES



Datos generales:

Potencia de base = 30000

Voltaje de base en AT = 3200

Voltaje de base en BT = 220

Corriente de base en AT =  $30000 / (13200 \times 1.73) = 1.31371519$

Corriente de base en BT =  $30000 / (220 \times 1.73) = 78.8229112$

Impedancia Z en AT =  $13200^2 / 30000 = 5808$

Impedancia Z en BT =  $220^2 / 30000 = 1.61333333$

### Selección de protección en alta tensión:

#### Corta circuitos fusible:

$1 p = 30(100) / (1.73 \times 13200) = 1.3137 \text{ A}$

Corriente de C.C. trifásico en AT =  $20 \times 1000 / (1.73 \times 13200) = 0.8758 \text{ KA}$

Corriente de C.C. asimétrica  $1.6 \times 0.8758 = 1.40128$

Con los valores anteriores se seleccionaron los cortacircuitos con las siguientes características:

Tensión de servicio nominal = 14.4. KV

Capacidad de conducción continua = 100 amps.

Capacidad interrumpida = 10000 amps.

Fusibles = 2 amps.

Apartarrayos: Como la alimentación primaria proviene de un sistema en estrella con neutro sólidamente aterrizado, se utilizarán apartarrayos tipo auto vascular de óxido de zinc de 12 KV y 5, 000 amperes. de capacidad de drenado a tierra. La conexión a tierra se hará mediante cable flexible y la alimentación a la tierra general mediante puentes de alambre de cobre desnudo calibre No. 4 AWG, con conector para línea viva. Si la acometida es de cobre, los conectores irán directamente conectados a dicha acometida; si es de aluminio, la acometida será por medio de conectores de estribo.





### **Dispositivos de baja tensión:**

La selección de los dispositivos utilizados en baja tensión se llevó a cabo mediante el siguiente diseño de criterio:

Interruptor general a baja tensión tipo: termo magnético.

Conductor con aislamiento tipo: THW 75 °C.

Temperatura ambiente promedio: 40 °C.

Caída máxima de tensión permitida: 3%.

Dispositivos de los conductores bajo condiciones de corto circuito = 150 °C.

Dispositivos dentro de 15 cm<sup>2</sup> de área dentro de la zona de almacenamiento y trasiego serán a prueba de explosión.

Las canalizaciones en el área antes mencionada serán de tubería conduit de hierro galvanizado, de pared gruesa, con sellos de seguridad a la llegada y salida de los dispositivos alimentadores.

La resistencia máxima de red a tierras será de 10 ohms.

El tanque de almacenamiento, los motores de las bombas, el múltiple de llenado, las básculas, las llenadoras del muelle y las de carburación, las canalizaciones eléctricas, accesorios y por último la estructura metálica del muelle de llenado estarán sólidamente conectadas a tierra.

El desbalanceo entre fases será menor al 5% procurando alimentar las cargas monofásicas.

### **Selección del interruptor general en baja tensión:**

$$I_s = 30 (1000) / (1.73 \times 220) = \mathbf{78.8 \text{ amps.}}$$

$$\text{Capacidad requerida} = 78.8 \times 0.88 = \mathbf{70 \text{ amps.}}$$

Interruptor seleccionado = 70 A, 3 polos, 600 volts, 18000 A.

El fabricante señala que la capacidad interruptiva para los interruptores termo magnéticos trabajando a 220 volts con un rango de amperes de 15 a 100 es de 18000 amperes.

Esta corriente es menor que la capacidad interruptiva del interruptor seleccionado (5025 < 18000), por lo que no generara problemas con el interruptor seleccionado.



### **Corto circuito en terminales del interruptor.**

Reactancia del transformador en Pu's = 0.0236  
Reactancia de la carga =  $(30/15) \times 0.25$  en Pu's = 0.5  
Reactancia equivalente en Pu's = 0.02509551  
Corriente de corto circuito  $I_{cc} = 1 / \text{Reactancia equivalente} = 39.8477601$   
Corriente asimétrica de CC  $I_{cc} \text{ ASIM} = 1.6 \times 39.8477601 = 63.7564162$   
Corriente base en BT =  $30000 / (220 \times 1.73) = 78.8229112$   
Corriente asimétrica de CC en amps. =  $63.75 \times 78.82 = 5025.46633$

Resistencia CFE =  $0.0015 \times 0.5 / 0.0015 \times 0.5 = 0.001495513$   
Reac trans = 0.236 Pu's  
Reactancia equivalente =  $0.0236 + 0.001495513 = \mathbf{0.025095513}$

### **Selección de conductores:**

Del transformador al interruptor general: Se han seleccionado conductores calibre 6 por fase, los cuales tienen una capacidad de 55 amps cada uno con una temperatura de 60 °C.

La carga total conectada será de 11.19 KW, con un factor de potencia de 0.85% demandando una corriente de:

$$\frac{11.190}{1.73 \times 220 \times 0.85} = \mathbf{34 \text{ amps.}}$$

Corriente por temperatura  $55 \times 0.88 = 48.8$  amps.

Como la distancia del transformador hasta el interruptor será de 4 m no es necesario calcular el valor anterior incluyendo la impedancia.

Del bus de alta tensión al arrancador magnético y a la bomba:

La alimentación se efectuará con cable 10 y la distancia es de 84 m. En este caso se tomó en cuenta la resistencia del cable por lo que los cálculos para el cable seleccionado se tomaron en cuenta de los siguientes valores encontrados:

Impedancia fase del cable en Pu's  
Impedancia base del cable =  $220^2 / 30000 = 1.61333333$   
Resistencia del cable 10 = 0.0036585  
Reactancia del cable 10 = 0.00020664  
Impedancia total =  $0.307314 + 0.01735776$   
Impedancia total = 0.19048388  
Impedancia CFE =  $30 / 20000 = 0.0015$



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON  
 AMPLIACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE GAS L.P. PARA CARBURACIÓN,  
 EN EL SUMINISTRO DE RECIPIENTES PORTÁTILES



Impedancia del transformador = 0.0236  
 Impedancia total desde el bus de AT = 0.1904839 + 0.0358594  
 Impedancia total = Z CFE + Z transformador + Z cable  
 Impedancia total = (0.1904839 + 0.0358589)  
 Impedancia total = magnitud = 0.19382977, Angulo = 10.66°  
 Icc trifásica = 1 / 0.19382977 = 5.159166 Pu's

**Tubería conduit:** Para conductores desde el transformador hasta el interruptor general se eligió tubo conduit de acero y pared gruesa. Para no exceder el 40% del factor de relleno que requiere la norma, el diámetro de la tubería es el siguiente:

Área cables 6 = 13.3 mm<sup>2</sup> X 3 = 39.9 mm<sup>2</sup>  
 Factor para 3 cables = 0.40

Área del tubo requerida = 99.75 mm<sup>2</sup>  
 Área del tubo de ¾ de pulgada = 356 mm<sup>2</sup>

356 > 99.75  
 Área de cables 10 = 5.26 mm<sup>2</sup> X 3 = 15.78 mm<sup>2</sup>  
 Área de cables 12 = 3.307 mm<sup>2</sup> X 3 = 9.92 mm<sup>2</sup>  
 Área total de conductores = 15.78 + 9.92 = 25.7 mm<sup>2</sup>

Factor para 6 cables = 0.40  
 Área tubo de 19 mm = 356 mm<sup>2</sup>

La conducción eléctrica a través de los cables de cobre en tubería conduit seleccionada desde los arrancadores hasta los motores de las bombas, es mayor a la calculada las cuales deberán ser a prueba de explosión, con cajas de registro y sellos de seguridad así como los motores y estaciones de botones que se encuentren dentro de la zona de trasiego y muelle de llenado.

**Tiempo máximo de operación del interruptor para que el conductor no sobre pase los 150°:**

La corriente de corto circuito Icc puede producir un efecto térmico en el aislante del conductor que es necesario revisar la forma de reducirlo.

Se da la relación para el conductor de cobre:

$$(I / A)^2 \times t = 0.0297 \log (t_2 + 324.5) / (t_1 + 234.5)$$



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON  
AMPLIACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE GAS L.P. PARA CARBURACIÓN,  
EN EL SUMINISTRO DE RECIPIENTES PORTÁTILES



En donde:

A = sección transversal del conductor = 26.240 CM (para conductor de cable 6)

I<sub>cc</sub> = corriente máxima I<sub>cc</sub> = 406 amps.

t<sub>1</sub> = temperatura máxima normal = 75° C

t<sub>2</sub> = temperatura máxima permisible del conductor al corto circuito = 150 °C

Sustituyendo:

$$t = \frac{0.002797986}{(I/A)^2} = 11.7 \text{ segundos.}$$

Se tiene una relación entre la corriente I<sub>cc</sub> = 406 amps y la capacidad del interruptor 70 amps = 5.8 la corriente nominal, por lo que la curva característica del disparo proporcionada por el fabricante para la relación anterior, se obtiene en un tiempo de disparo mínimo de 5.5 segundos y otro máximo de 9 segundos.

Con lo anterior se deduce que el interruptor no permitirá que la temperatura llegue al valor máximo, cortando la corriente en un tiempo más corto y que el aislamiento quedara protegido.

Los interruptores de bomba se seleccionaron de la siguiente manera:

Bomba: Motor 5 C.F. con una placa de 10 amps con 220 volts, por lo que suponiendo una corriente I<sub>cc</sub> de 5 veces el valor anterior, tenemos que I<sub>cc</sub> = 50 amps.

Lo anterior es debido a que los motores toman una corriente en el arranque de tres veces la de la placa, siendo así necesario seleccionar un interruptor de 50 amps que tendrá el múltiplo de la corriente nominal de 5, según la curva de disparo del fabricante, el tiempo mínimo de disparo es de 3 segundos y el máximo de 11 segundos.

**Red de tierras:** La red de tierras será capaz de disparar una corriente de falla a tierra de la magnitud que dispone en el punto de suministro por parte de CFE.

En el punto de entrega la capacidad de corto circuito monobásica proporcionada por CFE es de:

$$I_{cc} = 12000 / (1.73 \times 13.2) = 525 \text{ amps.}$$

$$I_{sec \text{ cero}} = 525 / 3 = 175 \text{ amps.}$$

$$I_{sec \text{ cero Pu's}} = 175 / (30000 \times 1.73)$$



$$X_{\text{TRANS}} = 0.0236 \text{ Pu's}$$

$$X_{\text{CARGA}} = (30 / 11.19) \times 0.25 = 0.6762849 \text{ Pu's}$$

$$X_{\text{TRANS}} + X_{\text{CARGA}} = 0.0236 + 0.6762849 = 0.69988449 \text{ Pu's}$$

$$X_{\text{O}} = (1 / 120) \times 2 \times 0.25095513 = 0.000418258 \text{ Pu's}$$

### Descripción de los circuitos:

Se encuentra un tablero principal en la parte oriente de las oficinas, formado por interruptores de fuerza y alumbrado, arrancadores magnéticos cometidos en gabinete metálico, conteniendo lo siguiente:

1 interruptor marca S.D. Cat No. FAL 26070 de 3 X 70 amps. del que se derivan

6 interruptores termo magnéticos QO 120 para alumbrado 120 volts.

3 interruptores termo magnéticos QO 220 para alumbrado 220 volts.

1 interruptor termo magnético FAL26050 para motor de 3 C.F.

1 interruptor termo magnético FAL26070 para motor de 5 C.F.

### Niveles de iluminación en áreas de trabajo:

Se calcula de acuerdo al manual de General Electric, con la siguiente ecuación:

$$E = \frac{(\text{No. L}) (\text{L.L}) (\text{C.U.}) (\text{L.L.F})}{A} = \frac{3 \times 50000 \times 0.6 \times 0.865}{3000} = 25.9 \text{ luxes}$$

Como mínimo tendremos 20 luxes para este tipo de trabajo podemos asegurar que las luminarias propuestas cumplirán con el objetivo, el mantenimiento de los balastos será permanente, cambiando lo necesario para evitar chispas o corto circuitos.

## 4.5.- Especificaciones del sistema contra incendio y seguridad.

### 1) Lista de componentes del sistema:

- a) Extintores manuales.
- b) Extintores de carretilla.
- c) Alarma.
- d) Manejo de agua a presión.
- e) Capacitación al personal.



## 2) Descripción de los componentes del sistema:

- a) Extintores manuales: Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se instalará extintores de polvo químico seco de 9 kg, a una altura de 1.5 metros del NPT a la parte más alta del extintor, en los siguientes lugares:

Uno junto al tablero eléctrico.

Tres en oficinas.

Tres en estacionamiento para vehículos.

Uno en caseta de equipo contra incendio.

Uno en los sanitarios.

Dos en la bomba.

Tres en la zona de almacenamiento.

Tres en el muelle de llenado.

Dos en tomas de carburación.

- b) Extintor de carretilla: Se instalaran extintores de carretilla con capacidad de 60 kg, de polvo químico seco, uno en la zona de almacenamiento y el otro en el muelle de llenado.

- c) Alarma: Las alarmas a instalar serán del tipo sonoro claramente audible en el interior de la Estación de Gas L.P., con apoyo visual de confirmación, operando con una corriente eléctrica de 127 V.

- d) Manejo de agua a presión: Se contara con un sistema compuesto por los siguientes elementos:

- e) Cisterna de seguridad de 32000 litros de agua con las siguientes medidas; 5 X 10 metros con una profundidad de 1 metros. Está recinto será subterráneo, construido de concreto armado y tabique. Su llenado se implementara a base de pipas de agua.

- f) Cuarto de máquinas ubicado arriba de la cisterna anteriormente mencionada, con las siguientes medidas; 4 X 6.50 metros y una altura de 2.5 metros, contara con acceso para maquinaria y personal. Estará equipada de una bomba con motor de combustión interna de 18 HP y un gasto de 1892 LPM a 5 kg/cm<sup>2</sup> de presión, asimismo, se equipara este cuarto con una bomba con motor eléctrico de 15 HP con el mismo gasto y presión del primer motor mencionado.

- g) Red distribuidora, construida con tubo de PVC, clase 11.2 kg/cm<sup>2</sup> accesorios y conexiones de hierro fundido clase 8.5 kg/cm<sup>2</sup>. Esta tubería se instalara subterránea a 1 metro sobre el NPT, cabe mencionar, que la red que alimenta el sistema de enfriamiento inicia su recorrido saliendo del cuarto de máquinas con tubería de 102 mm de diámetro.



h) Capacitación al personal: Se impartirán cursos al personal que labora en dichas instalaciones, abarcando los siguientes temas: posibilidades y limitaciones del sistema contra incendio, personal nuevo y su integración a los sistemas de seguridad aplicables en la Estación de Gas L.P. y por último, uso de los diferentes componentes del sistema.

### 3) **Justificación de las potencias de los motores eléctricos y de combustión interna para el sistema de agua de enfriamiento:**

El gasto de agua requerido en la etapa más crítica de operación del sistema de enfriamiento es el siguiente:

$$Q = 1520 \text{ LPM} = 0.026 \text{ m}^3/\text{seg}$$

#### **Características del fluido.**

$$\text{Densidad } (\delta) = 988 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Viscosidad } (\mu) = 1.009 \times 10^{-3} \text{ kg/m-seg}$$

#### **Tuberías:**

Material hierro negro

$$\text{Rugosidad de diseño} = E = 0.015$$

**Diámetro Nominal = 102mm (4").**

$$\text{Área sección transversal } (A) = 82.1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{Diámetro interior } (D) = 0.1023 \text{ m}$$

$$E/d = 0.0015$$

$$\text{Gasto } (Q) = 0.027 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$\text{Velocidad } (V = Q/A) = 2.28 \text{ m/seg}$$

$$\text{Longitud de tubería} = 6 \text{ m}$$

$$\text{Longitud equivalente de los accesorios del sistema} = 1.5 \text{ m}$$

$$\text{Longitud equivalente total } (L) = 7.50 \text{ m}$$



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON  
AMPLIACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE GAS L.P. PARA CARBURACIÓN,  
EN EL SUMINISTRO DE RECIPIENTES PORTÁTILES



Número de Reynolds (Re) =  $3.35 \times 10^5$

Coefficiente de fricción = 0.0209

Pérdidas de fricción = 0.784 m

**Diámetro nominal = 76 mm (3")**

Área sección transversal (A) =  $47.7 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

Diámetro interior (D) = 0.0779 m

E/d = 0.002

Gasto (Q) =  $0.015 \text{ m}^3/\text{seg}$

Velocidad (V = Q/A) = 3.14 m/seg

Longitud de tubería = 38.60 m

Longitud equivalente de los accesorios del sistema = 9 m

Longitud equivalente total (L) = 47.60 m

Número de Reynolds (Re) =  $2.44 \times 10^5$

Coefficiente de fricción = 0.0220

Pérdidas de fricción = 6.755 m

**Diámetro nominal = 51 mm (2")**

Área sección transversal (A) =  $21.6 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

Diámetro interior (D) = 0.0525 m

E/d = 0.003

Gasto (Q) =  $0.006 \text{ m}^3/\text{seg}$

Velocidad (V = Q/A) = 2.77 m/seg





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON  
 AMPLIACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE GAS L.P. PARA CARBURACIÓN,  
 EN EL SUMINISTRO DE RECIPIENTES PORTÁTILES



Longitud de tubería = 3 m

Longitud equivalente de los accesorios del sistema = 0.10 m

Longitud equivalente total (L) = 3.10 m

Número de Reynolds (Re) =  $1.19 \times 10^5$

Coefficiente de fricción = 0.0246

Pérdidas de fricción = 0.504 m

$$H_f = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 + H - h_f = \frac{P_2}{\rho} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2$$

$$H = h_f + \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} + Z_2 - Z_1$$

$$h_f = h_f(4'') + h_f(3'') + h_f(2'') + h_f(2'')$$

$$h_f = 0.784 + 6.755 + 0.504 + 0.812 = \mathbf{8.85 \text{ m}}$$

**Carga de succión:** Profundidad de la cisterna + Altura de la bomba.

$$= \frac{(3.50 + 1) \text{ m}}{10,000} \times 998 \text{ kg/cm}^2 = \mathbf{0.4491 \text{ kg/cm}^2}$$

$P_1$  = Presión en la descarga + carga de succión.

$$= 5 \text{ kg/cm}^2 + 0.4491 \text{ kg/cm}^2 = \mathbf{5.4491 \text{ kg/cm}^2}$$

$P_2$  = Presión = 3 kg/cm<sup>2</sup>

$P$  = Presión de trabajo + Presión atmosférica – carga de succión

$$P = 3 \text{ kg/cm}^2 + 1.03 \text{ kg/cm}^2 - 0.4491 \text{ kg/cm}^2 = \mathbf{3.5809 \text{ kg/cm}^2}$$

$$\frac{P_2 - P_1}{\rho \times 998} = \frac{3.5809 (10000)}{\rho \times 998} = \mathbf{35.88 \text{ m}}$$



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON  
AMPLIACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE GAS L.P. PARA CARBURACIÓN,  
EN EL SUMINISTRO DE RECIPIENTES PORTÁTILES



$$\frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} = \frac{(3.14)^2 - (1.45)^2}{2(9.81)} = \mathbf{0.39 \text{ m}}$$

$$Z_2 - Z_1 = 6 - (-3.50) = \mathbf{9.50 \text{ m}}$$

$$H = hf + \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} + Z_2 - Z_1$$

$$H = 10.49 + 35.88 + 0.39 + 9.50 = \mathbf{56.26 + 25.74 = 60 \text{ m}}$$

$$HP = \frac{\rho \times Q \times H}{76} = \mathbf{15 \text{ HP}}$$



#### 4.6.- Especificaciones Económicas.

**Tiempo de vida útil del proyecto:** Para la Estación de Gas L.P. con llenado de cilindros portátiles, se tienen considerados 30 años de vida útil en todas sus etapas.

**Conceptos de inversión:**

Inversión	
Concepto	Inversión estimada
Proyecto	\$ 90,000
Obra Civil	\$ 2, 106,000
Obra Eléctrica	\$ 1, 976,000
Obra mecánica y tuberías	\$ 1, 911,000
Sistema de Seguridad y Contra Incendio	\$ 917,000
<b>Sub Total</b>	<b>\$ 7, 000,000</b>

Estimación de un proyecto de una planta de distribución de gas l.p. con una capacidad de almacenamiento de 21,000 litros de agua al 100 % y un andén de llenado automatizado.

**Inversión requerida:** El capital total requerido para llevar a cabo el proyecto, se tiene considerada la cantidad de \$ 7, 000, 000.00 (Siete millones de pesos 00/100 MN.)

Periodo de recuperación del capital, justificado con memoria de cálculo respectivo.

Precio máximo actual de Gas L.P. al público \$ 14.14

Volumen de venta proyectada

Año	Ton/mes	Ton/año
1	100	1200
2	150	1800
3	200	2400
4	250	3000
5	300	3600
6	350	4200
7	450	5400

Proyección de venta, elaboración propia.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON  
AMPLIACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE GAS L.P. PARA CARBURACIÓN,  
EN EL SUMINISTRO DE RECIPIENTES PORTÁTILES



Una forma para determinar la *tasa interés de retorno (TIR)* es de la siguiente manera:

Volumen de venta proyectada (Ton/año) x Valor presente x Utilidad Final = Utilidad Acumulada

$$1^{\circ} \text{ año} = 1200 \times 14.4 \times 5.5\% = \$ 950,400$$

$$2^{\circ} \text{ año} = 1800 \times 14.4 \times 5.5\% = \$ 2,376,000$$

$$3^{\circ} \text{ año} = 2400 \times 14.4 \times 5.5\% = \$ 4,276,800$$

$$4^{\circ} \text{ año} = 3000 \times 14.4 \times 5.5\% = \$ 6,652,800$$

$$5^{\circ} \text{ año} = 3600 \times 14.4 \times 5.5\% = \$ 9,504,000$$

$$6^{\circ} \text{ año} = 4200 \times 14.4 \times 5.5\% = \$ 12,830,400$$

$$7^{\circ} \text{ año} = 5400 \times 14.4 \times 5.5\% = \$ 17,107,200$$

Es evidente que el TIR se recupera pasando el cuarto año, asimismo, para aproximar el resultado tenemos:

Tasa Interna de Retorno = **5 años**

El *VPN* (valor presente neto) que equivale a las ganancias netas para una proyección de siete años se estima por la cantidad de \$ 17, 107, 200.00 (Diecisiete millones ciento siete mil doscientos pesos 00/100 MN).



## **Conclusiones.**

Una vez estudiadas y explicadas las características de diseño civil, mecánico, eléctrico y de sistema contra incendio, podemos determinar que la implementación de la estación de gas es factible en operación ya que contendrá un muelle de llenado que suministrará el hidrocarburo en recipientes portátiles; dicha condición, en la actualidad se practica, pero no de manera autorizada por parte de la Secretaría de Energía, y con la propuesta incluida en el presente trabajo, el llenado de recipientes portátiles podrá cumplir con la normatividad aplicable en materia de Gas L.P.

Por lo anterior este proyecto representa una innovación en el ramo de distribución de hidrocarburos ya que contempla las condiciones de seguridad óptimas de una Planta de Distribución a una Estación de Gas L.P. para Carburación.

La automatización del muelle de llenado en el que las bandas sin fin facilitan el manejo de los cilindros, aumentan en gran escala la seguridad de la operación y a su vez, en la conclusión del proceso, que será mediante una báscula de repeso, la cual dará al usuario final la certeza de la calidad en el servicio que solicita; dando como resultado una base técnica aceptable e innovadora que proporcionará al usuario final y a la empresa beneficios compartidos.

No omito mencionar que los sistemas de enfriamiento (riego por aspersion, monitores e hidrantes), mencionados en capítulos anteriores son técnicamente factibles y confiables para la correcta operación de la estación, según las mismas memorias de cálculo presentadas en el subtema de especificaciones para el sistema contra incendio y seguridad.

## **Conclusiones personales.**

Este proyecto me resulta una excelente opción para disminuir considerablemente la problemática que se vive en la actualidad, referente a la baja venta del hidrocarburo en Estaciones de Gas L.P. para Carburación, debido a que este tipo de instalaciones solo puede distribuir el mismo a vehículos que carburan con Gas L.P.

Cabe mencionar, que este proyecto va mayormente orientado a la economía de las personas que les es imposible adquirir el recipiente portátil completamente lleno, y que al mismo tiempo para ellos es más viable adquirir la cantidad necesaria de dicho hidrocarburo. Esta problemática se debe considerablemente al aumento constante del Gas L.P. ya que el precio máximo para este año es de \$ 14.14 pesos por kilogramo del mismo, esto impacta a la economía de familias que no cuentan con un recurso digno para vivir.

Por lo anterior, la implementación de este tipo de instalaciones ayudara a los usuarios finales a obtener el combustible de una forma eficaz y eficiente, aumentara las ventas a este tipo de instalaciones; siempre asegurando la operación dentro y fuera de las mismas para el bienestar y seguridad de las personas.



## Bibliografía.

<b>Autor(es):</b>	<b>Claudio Mataix</b>
<b>Año de publicación:</b>	1982
<b>Título del libro:</b>	<i>Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas</i>
<b>Lugar de publicación:</b>	Oxford New York
<b>Editorial:</b>	Alfaomega

<b>Autor(es):</b>	<b>Fernando F. Blumenckron</b>
<b>Año de publicación:</b>	1995
<b>Título del libro:</b>	<i>Manejo y uso de gas l.p. y gas natural</i>
<b>Lugar de publicación:</b>	México. Distrito Federal
<b>Editorial:</b>	Kron

<b>Autor(es):</b>	<b>Virgil Moring Faires</b>
<b>Año de publicación:</b>	2007
<b>Título del libro:</b>	<i>Termodinámica</i>
<b>Lugar de publicación:</b>	México. Distrito Federal
<b>Editorial:</b>	Limusa

## Mesografía.

<http://www.powermaster.com.mx/www/informacion/combustibles.html>

<http://es.slideshare.net/nekqz/caractersticas-fsico-qumicas-del-gas-lp-y-del-gas-natural>

<http://ssfe.itorizaba.edu.mx/ntec13/webext/secure/hoja/PEMEX%20COMPLETO/MSDS%20GAS%20LP%20PEMEX.pdf>

<http://seicoboletin.blogspot.mx/2011/06/tipos-de-valvulas-de-relevo-de-presion.html>

<http://www.regoproducts.com/pdfs/L-102SV.pdf>

[http://www.solaresflorida.com/pdfs/l\\_102sv\\_product\\_catalog\\_spanish.pdf](http://www.solaresflorida.com/pdfs/l_102sv_product_catalog_spanish.pdf)

[http://mako.com.mx/catalogos/catalogo\\_FISHER.pdf](http://mako.com.mx/catalogos/catalogo_FISHER.pdf)

<http://www.egsa.mx/ProyectosStandBy.aspx>

<http://www.industrialochoa.com/productos.html>

[http://www.pradinsa.com/es/productos/hidrantes\\_y\\_contra incendios\\_6/index.htm](http://www.pradinsa.com/es/productos/hidrantes_y_contra incendios_6/index.htm)

<http://www.ssig.com.mx/productos/gabinetes.html>



Anexo 1.- Hoja de seguridad del Gas L.P. (Fuente: Pemex, únicamente para fines informativos).



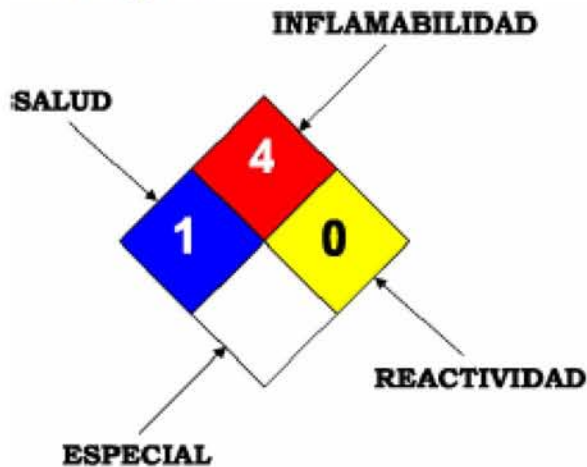
**HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD  
 PARA SUSTANCIAS QUÍMICAS**  
**GAS LICUADO DEL  
 PETRÓLEO**

**TELÉFONOS DE EMERGENCIA (LAS 24 HORAS):**

<b>PEMEX</b> Centro de Control del Sistema Nacional de Ductos: 01-800-012 2900 01-800-839 8000 1944-6090, 1944-6091 y 1944-6092	<b>CENTRAL DE FUGAS DE GAS LP</b> D.F. y Área Metropolitana: 5353-2515, 5353-2823, 5353-2763	<b>SETIQ</b> Sistema de Emergencia de Transporte para la Industria Química D.F. y Área Metropolitana: 5559-1588 En la República Mexicana: 01-800-0021400	<b>CENACOM</b> Centro Nacional de Comunicaciones D.F. y Área Metropolitana 51280056, 51280000, Ext. 11470-11476	<b>COATEA</b> Centro de Orientación para la Atención de Emergencias Ambientales (PROFEPA) 2615-2045, 5449-6391, 5449-6300 Ext. 16296
---	---	---	--	--

**Rombo de Clasificación de Riesgos**

**GRADOS DE RIESGO:**  
 4. MUY ALTO  
 3. ALTO  
 2. MODERADO  
 1. LIGERO  
 0. MÍNIMO



**1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO**

1. Hoja de Datos de Seguridad para Sustancias Químicas No: HDSSQ-LPG	4. Familia Química: Hidrocarburos del Petróleo
2. Nombre del producto: Gas licuado comercial, odorizado	5. Fórmula: C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> + C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>
3. Nombre Químico: Mezcla Propano-Butano.	6. Sinónimos: Gas LP, LPG, gas licuado del petróleo.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON  
 AMPLIACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE GAS L.P. PARA CARBURACIÓN,  
 EN EL SUMINISTRO DE RECIPIENTES PORTÁTILES



## 2. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS INGREDIENTES

1.Nombre de los componentes	%	2. No. CAS	3. No. UN	4. LMPE: PPT, CT	5. IPVS	6. Grado de riesgo			
						S	I	R	Especial
Propano	60	74-98-6	1075	Asfixiante Simple	2100 ppm	1	4	0	
Butano	40	106-97-8	1011	PPT: 800 ppm	---	1	4	0	
Etil-mercaptano (odorizante)	0.0017 – 0.0028	75-08-1	2363	PPT: 0.95 ppm CT: 2 ppm	500 ppm	2	4	0	

## 3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

HR: 3 (HR = Clasificación de Riesgo, 1 = Bajo, 2 = Mediano, 3 = Alto).

El gas licuado tiene un nivel de riesgo alto, sin embargo, cuando las instalaciones se diseñan, construyen y mantienen con estándares rigurosos, se consiguen óptimos atributos de confiabilidad y beneficio. La LC<sub>50</sub> (Concentración Letal cincuenta de 100 ppm), se considera por la inflamabilidad de este producto y no por su toxicidad.

### SITUACIÓN DE EMERGENCIA

Cuando el gas licuado se fuga a la atmósfera, vaporiza de inmediato, se mezcla con el aire ambiente y se forman súbitamente nubes inflamables y explosivas, que al exponerse a una fuente de ignición (chispas, flama y calor) producen un incendio o explosión. El múltiple de escape de un motor de combustión interna (435 °C) y una nube de vapores de gas licuado, provocarán una explosión. Las conexiones eléctricas domésticas o industriales en malas condiciones (clasificación de áreas eléctricas peligrosas) son las fuentes de ignición más comunes.

Utilícese preferentemente a la intemperie o en lugares con óptimas condiciones de ventilación, ya que en espacios confinados las fugas de LPG se mezclan con el aire formando nubes de vapores explosivos, éstas desplazan y enrarecen el oxígeno disponible para respirar. Su olor característico puede advertirnos de la presencia de gas en el ambiente, sin embargo el sentido del olfato se perturba a tal grado que es incapaz de alertarnos cuando existan concentraciones potencialmente peligrosas. Los vapores del gas licuado son más pesados que el aire (su densidad relativa es 2.01; aire=1).

### EFFECTOS POTENCIALES PARA LA SALUD

OSHA PEL: TWA 1000 ppm (Límite de exposición permisible durante jornadas de ocho horas para trabajadores expuestos día tras día sin sufrir efectos adversos)

NIOSH REL: TWA 350 mg/m<sup>3</sup>; CL 1800 mg/m<sup>3</sup>/15 minutos (Exposición a esta concentración promedio durante una jornada de ocho horas).

ACGIH TLV: TWA 1000 ppm (Concentración promedio segura, debajo de la cual se cree que casi todos los trabajadores se pueden exponer día tras día sin efectos adversos).

OSHA: Occupational Safety and Health Administration.

PEL: Permissible Exposure Limit.

CL: Ceiling Limit: En TLV y PEL, la concentración máxima permisible a la cual se puede exponer un trabajador.

TWA: Time Weighted Average: Concentración en el aire a la que se expone en promedio un trabajador durante 8h, ppm ó mg/m<sup>3</sup>

NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health.

REL: Recommended Exposure Limit.

ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists.





*TLV: Threshold Limit Value.*

**Ojos:** La salpicadura de una fuga de gas licuado nos provocará congelamiento momentáneo, seguido de hinchazón y daño ocular.

**Piel:** El contacto con este líquido vaporizante provocará quemaduras frías.

**Inhalación:** Debe advertirse que en altas concentraciones (más de 1000 ppm), el gas licuado es un asfixiante simple, debido a que diluye el oxígeno disponible para respirar. Los efectos de una exposición prolongada pueden incluir: dolor de cabeza, náusea, vómito, tos, signos de depresión en el sistema nervioso central, dificultad al respirar, mareos, somnolencia y desorientación. En casos extremos pueden presentarse convulsiones, inconsciencia, incluso la muerte como resultado de la asfixia.

**Ingestión:** En condiciones de uso normal, no es de esperarse. En fase líquida puede ocasionar quemaduras por congelamiento.

#### 4. PRIMEROS AUXILIOS

**Ojos:** La salpicadura de este líquido puede provocar daño físico a los ojos desprotegidos, además de quemadura fría; aplicar de inmediato y con precaución agua tibia. Busque atención médica inmediata.

**Piel:** Las salpicaduras de este líquido provocan quemaduras frías; deberá rociar o empapar el área afectada con agua tibia o corriente. No use agua caliente. Quitese la ropa y los zapatos impregnados. Solicite atención médica inmediata.

**Inhalación:** Si se detecta presencia de gas en la atmósfera, retire a la víctima lejos de la fuente de exposición, donde pueda respirar aire fresco. Si no puede ayudar o tiene miedo, aléjese de inmediato. Si la víctima no respira, inicie de inmediato la reanimación o respiración artificial (RCP = reanimación o respiración cardio-pulmonar). Si presenta dificultad al respirar, personal calificado debe administrar oxígeno medicinal. Solicite atención médica inmediata.

**Ingestión:** La ingestión de este producto no se considera como una vía potencial de exposición.

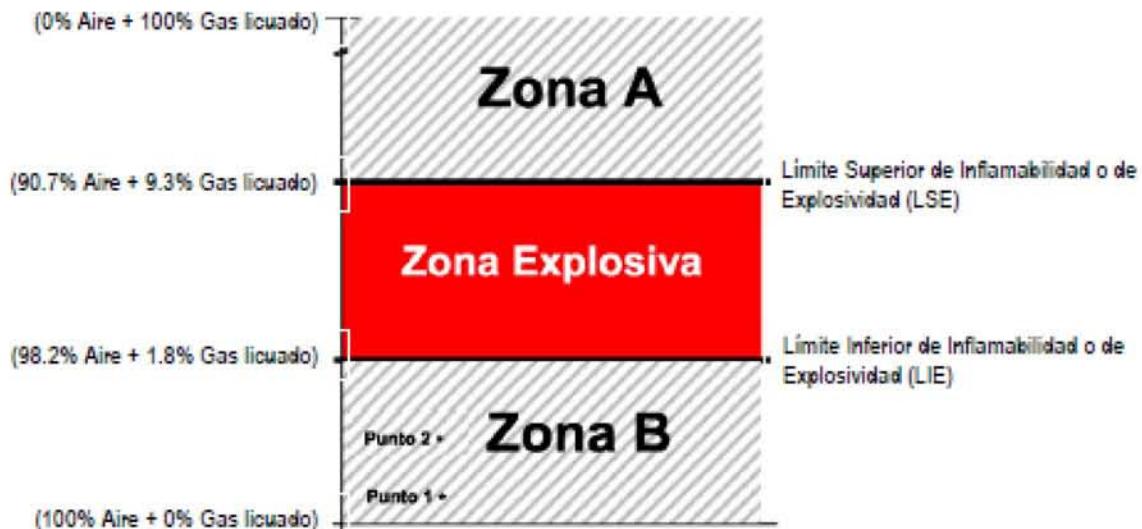
#### 5. PELIGROS DE EXPLOSIÓN E INCENDIO

Punto de flash	- 98.0 °C	<b>Punto de Flash:</b> Una sustancia con un punto de flash de 38°C ó menor se considera peligrosa; entre 38° y 93°C, moderadamente inflamable; mayor a 93°C la inflamabilidad es baja (combustible). El punto de flash del LPG ( - 98°C) lo hace un compuesto sumamente peligroso.	
Temperatura de ebullición	- 32.5 °C		
Temperatura de autoignición	435.0 °C		
Límites de explosividad:	<i>Inferior</i>		1.8 %
	<i>Superior</i>		9.3 %



## Mezcla Aire + Gas licuado

Zonas A y B. En condiciones ideales de homogeneidad, las mezclas de aire con menos de 1.8% y más de 9.3% de gas licuado no explotarán, aún en presencia de una fuente de ignición. Sin embargo, a nivel práctico deberá desconfiarse de las mezclas cuyo contenido se acerque a la zona explosiva, donde sólo se necesita una fuente de ignición para desencadenar una explosión.



Punto 1 = 20% del LIE: Valor de ajuste de las alarmas en los detectores de mezclas explosivas.

Punto 2 = 60% del LIE: Se ejecutan acciones de paro de bombas, bloqueo de válvulas, etc., antes de llegar a la Zona Explosiva.

**Medios de Extinción:** Polvo químico seco (púrpura K = bicarbonato de potasio, bicarbonato de sodio, fosfato monoamónico) bióxido de carbono, agua esparcida para enfriamiento. Apague el fuego, solamente después de haber bloqueado la fuente de fuga.

### Instrucciones Especiales para el Combate de Incendios.

#### a) Fuga a la atmósfera de gas licuado, sin incendio:

Esta es una condición realmente grave, ya que el gas licuado al ponerse en contacto con la atmósfera se vaporiza de inmediato, se mezcla rápidamente con el aire ambiente y produce nubes de vapores con gran potencial para explotar violentamente al encontrar una fuente de ignición.

Algunas recomendaciones para prevenir y responder a este supuesto escenario, son:

- Asegurar anticipadamente que la integridad mecánica y eléctrica de las instalaciones estén en óptimas condiciones (diseño, construcción y mantenimiento).
- Si aún así llega a fallar algo, deben instalarse con precaución:
  - Detectores de mezclas explosivas, calor y humo con alarmas sonoras y visuales.
  - Válvulas de operación remota para aislar grandes inventarios, entradas, salidas, en prevención a la rotura de mangueras, etc., para actuarlas localmente o desde un refugio confiable (cuarto de control de instrumentos).
  - Redes de agua contraincendio permanentemente presionadas, con los sistemas de aspersión, hidrantes y monitores disponibles, con revisiones y pruebas frecuentes.
  - Extintores portátiles.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON  
AMPLIACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE GAS L.P. PARA CARBURACIÓN,  
EN EL SUMINISTRO DE RECIPIENTES PORTÁTILES



- Personal de operación, mantenimiento, seguridad y contraincendio altamente entrenado y equipado para atacar incendios o emergencias.
- Simulacros operacionales (falla eléctrica, falla de aire de instrumentos, falla de agua de enfriamiento, rotura de manguera, rotura de ducto de transporte, etc.) y contraincendio.
- No intente apagar el incendio sin antes bloquear la fuente de fuga, ya que si se apaga y sigue escapando gas, se forma una nube de vapores con gran potencial explosivo. Pero deberá enfriar con agua rociada los equipos o instalaciones afectadas por el calor del incendio.

b) *Formación de una nube de vapores no confinada, con 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, retírese de inmediato lo más posible del área contrario a la dirección del viento.
- Proceda a bloquear las válvulas que alimentan gas a la fuga y ejecute las instrucciones operacionales o desfogues al quemador, mientras enfría con agua, tuberías y recipientes expuestos al calor (el fuego, incidiendo sobre tuberías y equipos, provoca presiones excesivas). No intente apagar el incendio sin antes bloquear la fuente de fuga, ya que si se apaga y sigue escapando gas, se forma una nube de vapores con gran potencial explosivo, lastimando al personal involucrado en las maniobras de ataque a la emergencia.

## 6. RESPUESTA EN CASO DE FUGA

*En caso de fuga:* Se deberá 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 esparcida para enfriamiento o mejor aún, con vapor de agua; además solicite ayuda a la Central de Fugas de Gas de su localidad.

## 7. PRECAUCIONES PARA EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Almacene los recipientes en lugares autorizados, (NOM-002-SEDG-1999, "Bodegas de Distribución de Gas LP en Recipientes Portátiles: Diseño, Construcción y Operación"), lejos de fuentes de ignición y de calor. Disponga precavidamente de lugares separados para almacenar diferentes gases comprimidos o inflamables, de acuerdo a las normas aplicables. Almacene invariablemente todos los cilindros de gas licuado, vacíos y llenos, en posición vertical, (con esto se asegura que la válvula de alivio de presión del recipiente, siempre esté en contacto con la fase vapor del LPG). No deje caer ni maltrate los cilindros. Cuando los cilindros se encuentren fuera de servicio, mantenga las válvulas cerradas, con tapones o capuchones de protección de acuerdo a las normas aplicables. Los cilindros vacíos conservan ciertos residuos, por lo que deben tratarse como si estuvieran llenos (NFPA-58, "Estándar para el Almacenamiento y Manejo de Gases Licuados del Petróleo").

*Precauciones en el Manejo:* Los vapores del gas licuado son más pesados que el aire y se pueden concentrar en lugares bajos donde no existe una buena ventilación para disiparlos. Nunca busque fugas con flama o cerillos. Utilice agua jabonosa o un detector electrónico de fugas. Asegúrese que la válvula del contenedor esté cerrada cuando se conecta o se desconecta un cilindro. Si nota alguna deficiencia o anomalía en la válvula de servicio, deseche ese cilindro y repórtelo de inmediato a su distribuidor de gas. Nunca inserte objetos dentro de la válvula de alivio de presión.



## 8. CONTROLES CONTRA EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

Ventile las áreas confinadas, donde puedan acumularse mezclas inflamables. Acate las medidas de seguridad indicadas en la normatividad eléctrica aplicable a este tipo de instalaciones (NFPA-70, "Código Eléctrico Nacional").

**Protección Respiratoria:** En espacios confinados con presencia de gas, utilice aparatos auto contenidos para respiración (SCBA o aqualung para 30 ó 60 minutos o de escape para 10 ó 15 minutos), en estos casos la atmósfera es inflamable ó explosiva, requiriendo tomar precauciones adicionales.

**Ropa de Protección:** Evite el contacto de la piel con el gas licuado debido a la posibilidad de quemaduras frías. El personal especializado que interviene en casos de emergencia, deberá utilizar chaquetones y equipo para el ataque a incendios, además de guantes, casco y protección facial, durante todo el tiempo de exposición a la emergencia.

**Protección de Ojos:** Se recomienda utilizar lentes de seguridad reglamentarios y, encima de éstos, protectores faciales cuando se efectúen operaciones de llenado y manejo de gas licuado en cilindros y/o conexión y desconexión de mangueras de llenado.

**Otros Equipos de Protección:** Se sugiere utilizar zapatos de seguridad con suela anti derrapante y casquillo de acero.

## 9. PROPIEDADES FÍSICAS / QUÍMICAS

Peso molecular	49.7
Temperatura de ebullición @ 1 atm	- 32.5 °C
Temperatura de fusión	- 167.9 °C
Densidad de los vapores (aire=1) @ 15.5 °C	2.01 (dos veces más pesado que el aire)
Densidad del liquido (agua = 1) @ 15.5 °C	0.540
Presión vapor @ 21.1 °C	4500 mmHg
Relación de expansión (liquido a gas @ 1 atm)	1 a 242 (un litro de gas liquido, se convierte en 242 litros de gas fase vapor, formando con el aire una mezcla explosiva de aproximadamente 11,000 litros).
Solubilidad en agua @ 20 °C	Aproximadamente 0.0079 % en peso (insignificante; menos del 0.1 %).
Apariencia y color	Gas insípido e incoloro a temperatura y presión ambiente. Tiene un odorizante que le proporciona un olor característico, fuerte y desagradable.

## 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

**Estabilidad Química:** Estable en condiciones normales de almacenamiento y manejo.

**Condiciones a Evitar:** Manténgalo alejado de fuentes de ignición y calor intenso, así como de oxidantes fuertes.

**Productos Peligrosos de Combustión:** Los gases o humos, productos normales de la combustión son bióxido de carbono, nitrógeno y vapor de agua. La combustión incompleta puede formar monóxido de carbono (gas tóxico), ya sea que provenga de un motor de combustión o por uso doméstico. También puede producir aldehidos (irritante de nariz y ojos) por la combustión incompleta.



**Peligros de Polimerización:** No polimeriza

### 11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

El gas licuado no es tóxico; es un asfixiante simple que, sin embargo, tiene propiedades ligeramente anestésicas y que en altas concentraciones produce mareos. No se cuenta con información definitiva sobre características carcinogénicas, mutagénicas, órganos que afecte en particular, o que desarrolle algún efecto tóxico.

### 12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

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 está en la lista de contaminantes marinos DOT (49 CFR Parte 1710).

### 13. CONSIDERACIONES PARA DISPONER DE SUS RESIDUOS

**Disposición de Residuos:** No intente eliminar el producto no utilizado o sus residuos. En todo caso regréselo al proveedor para que lo elimine apropiadamente.

Los recipientes vacíos deben manejarse con cuidado por los residuos que contiene. El producto residual puede incinerarse bajo control si se dispone de un sistema adecuado de quemado. Esta operación debe efectuarse de acuerdo a las normas mexicanas aplicables.

### 14. INFORMACIÓN SOBRE SU TRANSPORTACIÓN

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

\*DOT: (Departamento de Transporte de los Estados Unidos de América).



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



## 15. REGULACIONES

**Leyes, Reglamentos y Normas:** La cantidad de reporte del LPG, por inventario o almacenamiento, es de 50,000 kg, de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

El transporte de Gas L.P. está regido por el "Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos" y por las siguientes normas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes:

1. Registro y permiso vigente para transporte de materiales peligrosos.
2. El operador deberá contar con licencia vigente para conductores de materiales peligrosos.
3. La unidad deberá estar identificada de acuerdo con la NOM-004-SCT-2-1994.
4. Contar con información para emergencias durante la transportación de acuerdo a la NOM-005-SCT-2-1994.
5. Revisión diaria de la unidad de acuerdo con la NOM-006-SCT-2-1994.
6. Revisión periódica de auto-tanque de acuerdo con la NOM-X59-SCFI-1992
7. Revisión periódica de semirremolques de acuerdo con la NOM-X60-SCFI-1992.

## 16. INFORMACIÓN ADICIONAL

Las instalaciones, equipos, tuberías y accesorios (mangueras, válvulas, dispositivos de seguridad, conexiones, etc.) utilizados para el almacenamiento, manejo y transporte del gas licuado deben diseñarse, fabricarse y construirse de acuerdo a las normas aplicables. En el Anexo 1 se muestra el dibujo de una instalación típica para llenado de autotanque de gas licuado.

El personal que trabaja con gas licuado debe recibir capacitación y entrenamiento en los procedimientos para su manejo y operación, reafirmando con simulacros frecuentes. La instalación y mantenimiento de las redes de distribución de gas licuado, cilindros y tanques estacionarios debe ejecutarse solo por personal calificado.

**Advertencia Sobre Odorizantes:** El gas licuado del petróleo tiene un odorizante para advertir de su presencia. El más común es el etil mercaptano. La intensidad de su olor puede disminuir debido a la oxidación química, adsorción o absorción. El gas que fuga de recipientes y ductos subterráneos puede perder su odorización al filtrarse a través de ciertos tipos de suelo. La intensidad del olor puede reducirse después de un largo período de almacenamiento.

Si el nivel de odorización disminuye, notifique a su distribuidor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN  
AMPLIACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE GAS L.P. PARA CARBURACIÓN,  
EN EL SUMINISTRO DE RECIPIENTES PORTÁTILES



**Recomendaciones para la Instalación, Uso y Cuidado de Cilindros Portátiles y Tanques Estacionarios para Servicio de Gas Licuado.**

1. Los tanques y cilindros para gas licuado deben instalarse sobre una base firme, preferentemente a la intemperie o en lugares abiertos, protegidos contra golpes y caída de objetos. Los tanques estacionarios además, deberán anclarse. Figuras 1 y 2.

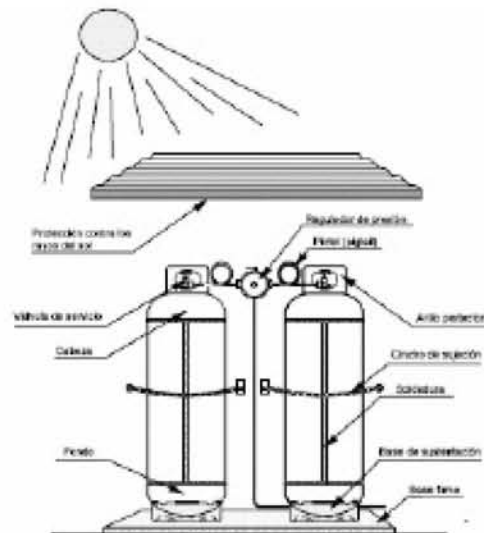


Figura 1. Instalación típica para cilindros portátiles.

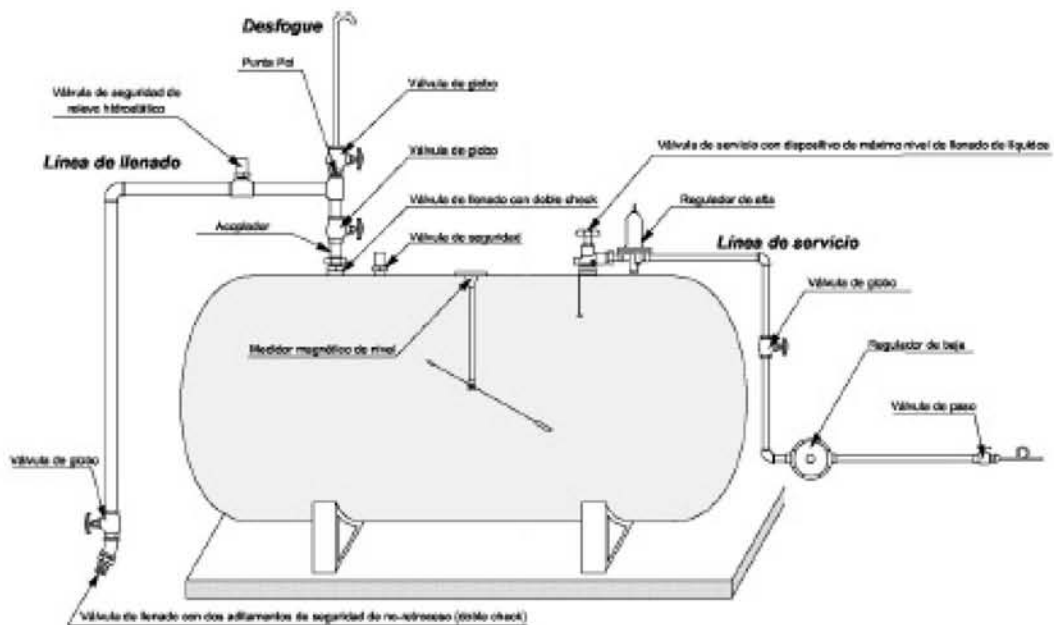


Figura 2. Instalación típica para tanques estacionarios



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON  
AMPLIACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE GAS L.P. PARA CARBURACIÓN,  
EN EL SUMINISTRO DE RECIPIENTES PORTÁTILES



2. Los cilindros deben sujetarse a la pared con un cable, cincho u otro medio adecuado para evitar que se caigan.
3. Proteja los recipientes de los rayos solares. La exposición a altas temperaturas provoca aumentos de presión y apertura de las válvulas de seguridad, con la subsecuente liberación de gas a la atmósfera.
4. Para evitar sobrellenados y presión excesiva en los recipientes, con la consecuente liberación de gas, se recomienda instalar en ellos, válvulas de servicio con dispositivo indicador de máximo nivel de llenado de líquidos. Figura 3.

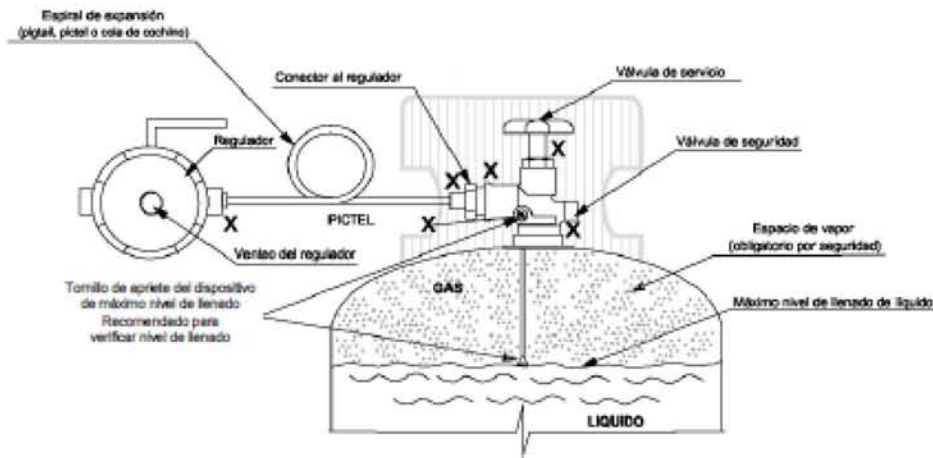


Figura 3. Muestra el dispositivo indicador de máximo nivel de llenado de líquidos, la espiral de expansión (pictel) y la localización de posibles puntos de fuga (X).

5. Para evitar que las válvulas de seguridad fallen, manténgalas con un capuchón metálico, o un tapón especial de hule que las proteja de la lluvia y de agentes extraños como polvo, basura, agua, etc.
6. Cada vez que cambie cilindros, exija a los operadores que no los maltraten y que le entreguen cilindros en buenas condiciones (pintura, golpes, abolladuras, corrosión, etc.). Si la apariencia de éstos no le satisface, pida que se los cambien.
7. Asegúrese de utilizar las herramientas adecuadas al conectar y desconectar los cilindros.
8. Una vez abierta la válvula de servicio, busque fugas con agua jabonosa en los puntos marcados con "X". Si observa burbujas, cierre la válvula de servicio y reapriete las conexiones. **No fume mientras realiza estos trabajos.** Figura 3.
9. No fuerce la espiral de expansión (pictel, pigtail o cola de cochino) su flexibilidad está diseñada para facilitar, sin dañar, la conexión entre las válvulas de servicio y los reguladores de presión. Figura 3.
10. No modifique su instalación de gas sin la debida autorización. Consulte a su distribuidor.





*Recomendaciones de Seguridad para Usuarios de Gas Licuado en Caso de Fuga.*

1. Los vapores de gas licuado son más pesados que el aire, por lo tanto, al fugar tienden a descender y acumularse en sótanos, alcantarillas, fosas, pozos, zanjas, etc. Sin embargo, su olor característico por el odorizante adicionado permite percibirlo fácilmente. La nube de gas acumulada puede encontrar fuentes de ignición y originar explosiones. Figura 4.

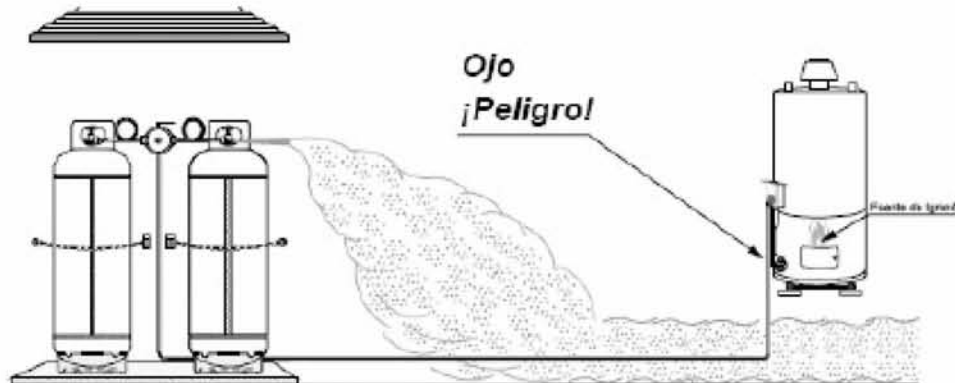


Figura 4. – Desplazamiento típico de una fuga de gas licuado

2. Si huele a gas, cierre la válvula de servicio y busque fugas. Utilice agua jabonosa, nunca use encendedores, velas, cerillos o flamas abiertas para tratar de localizar la posible fuga.
3. Si observa acumulación de vapores, asegúrese primero que no haya flamas cercanas o posibilidad de generar chispas (interruptores eléctricos, pilotos de estufa, calentadores, anafres, velas, motores eléctricos, motores de combustión interna, etc.). Enseguida abra puertas y ventanas.
4. Disipe los vapores de gas licuado abanicando el área con trapos o cartones grandes. NO USE VENTILADORES ELÉCTRICOS, NI ACCIONE INTERRUPTORES ELÉCTRICOS, porque generan chispa y pueden producir explosiones.
5. NO SE CONFIE, MIENTRAS HUELA A GAS, EXISTE UN FUERTE PELIGRO DE EXPLOSIÓN.
6. Si la fuga es mayor, llame a la Central de Fugas, al Departamento de Bomberos y/o Protección Civil.
7. Cerciórese de que el problema se resuelva y no hayan quedado acumulaciones remanentes de gas.

*La información presentada en este documento se considera correcta a la fecha de emisión. Sin embargo, no existe garantía expresa o implícita respecto a la exactitud y totalidad de conceptos que deben incluirse, o de los resultados obtenidos en el uso de este material. Asimismo, el productor no asume ninguna responsabilidad por daños o lesiones al comprador o terceras personas por el uso indebido de este material, aún cuando hayan sido cumplidas las indicaciones de seguridad expresadas en este documento, el cual se preparó sobre la base de que el comprador asume los riesgos derivados del mismo.*



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON  
AMPLIACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE GAS L.P. PARA CARBURACIÓN,  
EN EL SUMINISTRO DE RECIPIENTES PORTÁTILES



**Anexo 2.- Planométrico de la instalación, indicando las construcciones y actividades existentes en un radio de 30 metros a partir de las tangentes de los recipientes de almacenamiento, y que dentro de este radio no existen centros hospitalarios, educativos o de reunión (numeral 5.1.1 inciso h) de la norma oficial mexicana NOM-003-SEDG-2004).**

