

# PROYECTO MECÁNICO

Propiedad de:

**GAS LICUADO, S.A. DE C.V.**

Domicilio:

**CALLE 1 No. 722, ZONA INDUSTRIAL  
GUADALAJARA JALISCO, MEXICO.**

Título de permiso:

**AD-JAL-021-C/99**

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'M' or 'N' at the top, followed by a large, open loop on the right, and a vertical line with a small hook at the bottom right.



Material lámina cabezas:	A-455-A
Espesor lámina cuerpo:	22.22 mm
Material lámina cuerpo:	A-515-70
Coples:	210 Kg/cm <sup>2</sup>
No. de serie:	TP-79052 (T-I) TP-79054 (T-II) TP-79056 (T-III) TP-79055 (T-IV) TP-79058 (T-V) TB-142 (T-VI)
Tara:	51,400 kg. c/u

#### Salidas de líquido:

Las salidas de Gas l.p. en su fase liquida de los recipientes de almacenamiento están ubicadas en su parte inferior.

#### Accesorios:

Un medidor magnético para nivel de líquido Marca Magnatel.

Un medidor rotatorio de nivel de 25.4 mm De diámetro Marca Rego Modelo A9095RS.

Un termómetro Marca Rochester con graduación de -20 a + 50°C de 12.7 mm De diámetro.

Dos manómetros Marca Eva con graduación de 0 a 21 Kg/cm<sup>2</sup> de diámetro.

Dos válvulas de máximo llenado Marca Rego Modelo 3165 de 6.4 mm De diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 86.25% del nivel del tanque.

Tres válvulas de exceso de flujo para gas-líquido Marca Rego Modelo A7539V6 de 76 mm (3") de diámetro, con capacidad de 946 L.P.M. (250 G.P.M.) cada una.

Dos válvulas de exceso de flujo para gas-líquido Marca Rego Modelo A3292B de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 378 L.P.M. (100 G.P.M.) cada una.

Tres válvulas de exceso de flujo para gas-vapor Marca Rego Modelo A3292B de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 927 m<sup>3</sup>/hr (32,700 ft<sup>3</sup>/hr) cada una.

Dos válvulas multiport bridadas Marca CMS Modelo 5850-A de 101 mm (4") de diámetro, cada una con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego Modelo A3149G de 64 mm (2 1/2") de diámetro con capacidad de 294 m<sup>3</sup>/min. Cada una Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.

Una conexión soldada a los tanques para cables a "tierra".

Dos tapones macho roscado acero de 51 mm (2") de diámetro.

Dos tapones macho roscado acero de 76 mm (3") de diámetro.

Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior del tanque cuentan con tubos de descarga de acero cedula 40 de 76 mm (3") de diámetro y de 2.00 metros de altura, además cuenta con puntos de ruptura.

#### Válvulas en el recipiente de almacenamiento

##### Requisitos generales

Los cuerpos de las válvulas de exceso de flujo, no retroceso, alivio de presión e internas son de acero, fundición maleable, fundición nodular y de bronce.

Ing. Efrén Rodríguez Reyes  
Representante Legal

Ing. Ramiro Gómez Rivas  
Proyecto  
Ced. Prof. 2514950

Ing. Francisco Javier Orduña  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
D.F. MEXICO 10000

Las válvulas de exceso de flujo y de no retroceso son adecuadas para una presión de trabajo de cuando menos 2.4 MPa (24.47 kgf/cm<sup>2</sup>).

Cuenta con un tapón macho roscado de acero de alta presión de 51 mm (2") de diámetro.

Además de un tapón macho roscado de acero de alta presión de 76 mm (3") de diámetro. Una conexión soldada al tanque para cable a "tierra".

#### Válvulas de alivio de presión

Cuentan con Dos válvulas multiport bridadas Marca Rego Modelo A8574G de 101 mm. (4") de diámetro, cada una con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego Modelo A3149MG de 64 mm. (2 1/2") de diámetro con capacidad de 260 m<sup>3</sup>/min., cada una. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.

Cada tanque cuenta con ocho válvulas de seguridad o alivio de presión y se tienen instaladas en la parte superior de los tanques. Están calibradas por el fabricante para una presión de apertura de 1.72 MPa (17.58 kgf/cm<sup>2</sup>).

Cuentan con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm. (3") de diámetro y de 2.00 metros de altura, además cuenta con puntos de ruptura. Tienen capuchones protectores en la parte superior para protección de las válvulas.

#### Especificaciones

Los recipientes de almacenamiento son del tipo intemperie y cumplen con la Norma Oficial Mexicana vigente en su fecha de fabricación.

Los recipientes de almacenamiento están sujetos a lo siguiente:

Cuentan con entrada (registro) pasa-hombre

La presión de diseño del recipiente de almacenamiento no es menor a 1.37 MPa (14 kgf/cm<sup>2</sup>) y están equipado con válvulas de alivio de presión calibradas a 1.72 MPa (17.58 kgf/cm<sup>2</sup>) manométricos.

Los recipientes que tienen más de diez años contados a partir de su fecha de fabricación, cuentan con dictamen de evaluación ultrasónica de espesores que establezca que son aptos según los criterios que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002, emitido por una unidad de verificación acreditada y aprobada en dicha norma.

#### Salidas de líquido

Las salidas de líquido de los recipientes de almacenamiento están ubicadas en su parte inferior.

#### Accesorios

Los recipientes de almacenamiento cuentan con dispositivos de seguridad y medición, con indicación local o remota, que permiten:

Conocer que la fase líquida del Gas L.P. ha alcanzado el máximo nivel de llenado permisible.

Indicar el nivel de la fase líquida del Gas L.P. contenido.

Indicar la presión interior en la zona de vapor del recipiente de almacenamiento.

Indicar la temperatura de la fase líquida en la zona de líquido del recipiente de almacenamiento.

  
Ing. Efrén Rodríguez Reyes  
Representante Legal

  
Ing. Raúl Gómez Rivas  
Proyecto  
Ced. Prof. 2514950

  
Ing. Francisco Javier Orduña  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.

### Indicador de nivel

El indicador de nivel de líquido es del tipo flotador con indicador magnético, rotatorio.

### Manómetros

Están instalados precedidos de una válvula de aguja, son secos y tienen un rango de lecturas entre 0 a 24 kgf/cm<sup>2</sup>, graduados en kgf/cm<sup>2</sup>.

### Termómetros

La medida nominal de su carátula no es menor de 50.8 mm de diámetro y registran temperaturas entre -50 °C y 50 °C, con escala graduada en Celsius.

### Válvulas en el recipiente de almacenamiento

Los cuerpos de las válvulas de exceso de flujo, no retroceso, alivio de presión son de acero y bronce.

Las válvulas de exceso de flujo y de no retroceso son adecuadas para una presión de trabajo de cuando menos 2.4 MPa (24.47 kgf/cm<sup>2</sup>).

Las válvulas de alivio de presión instaladas en cada recipiente de almacenamiento están calibradas por el fabricante para una presión de apertura de 1.72 MPa (17.58 kgf/cm<sup>2</sup>).

Cuenta con válvulas de alivio de presión con capacidad de descarga mayor a 62.5 m<sup>3</sup> estándar de aire por minuto y tienen tubos metálicos de descarga con una longitud mínima de 2 m, colocados verticalmente.

Los tubos de desfogue de las válvulas son de acero al carbono, de cédula menor a la 40 y están roscados directamente a la válvula.

El diámetro exterior del tubo de descarga es igual al interior de la descarga de la válvula y cuentan con capuchones protectores.

La válvula de alivio de presión, cuenta de fábrica con un punto de fractura, para la colocación del tubo de desfogue no dañe a la misma en caso de ruptura o golpe.

Cuenta con elemento múltiple de válvulas y es resistente al Gas L.P., y para una presión de trabajo mínima de 1.72 MPa (17.58 kgf/cm<sup>2</sup>).

Los coples destinados al trasiego de Gas L.P., cuentan con válvulas internas, de exceso de flujo y/o de no retroceso; las que no estén en uso, cuentan con un tapón macho sólido.

Los coples para drenado tiene válvula de exceso de flujo; seguida en el sentido del flujo por una válvula de cierre rápido, obturada por un tapón macho.

Después de las válvulas de exceso de flujo y de no retroceso, colocadas en los recipiente, se tienen instaladas en la tubería, válvulas de cierre manual y en algunas se cuenta con válvulas de cierre rápido con actuador neumático

Las válvulas de exceso de flujo utilizadas están indicadas según el tipo de cople utilizado y su función específica de la línea (medio o completo)

El caudal nominal de cierre de las válvulas de exceso de flujo no es mayor a 2.3 veces el caudal normal de operación.

Son resistentes a la presión de trabajo mínima de 2.4 MPa (24.47 kgf/cm<sup>2</sup>)

Ing. Efrén Rodríguez Reyes  
Representante Legal

Ing. Ramiro Gómez Rivas  
Proyecto  
Ced. Prof. 2514950

Ing. Francisco Javier Orduña  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
Número de Identificación 404-6

Válvulas de máximo llenado

Están identificadas en el recipiente de almacenamiento con respecto al porcentaje que indican.

Están instaladas directamente a los coples del recipiente de almacenamiento.

Sus elastómeros son resistentes a la acción del Gas L.P.

Pintura y letreros de los recipientes de almacenamiento

Los recipientes de almacenamiento están pintados de color blanco y cuentan con rótulos y con caracteres no menores a 15 cm, indicando, el producto contenido, la capacidad de agua y el número económico. Así como la Razón social de la empresa.

Evaluación de los recipientes de almacenamiento

De acuerdo a la fecha de fabricación de todos los recipientes, estos han sido evaluados mediante prueba de medición ultrasónica, realizada por una unidad verificadora acreditada en la materia y se cuenta con dictámenes de evaluación de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002

Cuenta con placa de identificación de datos con la descripción de su construcción y el fabricante así como la identificación bajo la Norma con la que fueron construidos. Todos los datos son legibles de forma clara.

Características de las bombas y compresores

Las bombas y compresores son exclusivamente para el uso del Gas L.P. las bombas cuentan con conectores flexibles para evitar vibraciones antes de las bombas, precedidas de válvulas de cierre manual y filtros

La maquinaria para las operaciones básicas de trasiego es la siguiente:

a) Bombas:

Número:

I y II (2 bombas)

Operación básica:

llenado de cilindros (sistema fijo)

Y carburación.

Marca:

Corken

Modelo:

521

Motor eléctrico:

7.5 C.F.

R.P.M.:

780

Capacidad nominal:

243 L.P.M.

(64 G.P.M.)

Presión diferencial

5 Kg/cm<sup>2</sup>

Del trabajo (máx.):

51 mm (2") Ø

Tubería de succión:

51 mm (2") Ø

Tubería de descarga:

Número:

III, IV, V, VI, VII, VIII, IX y X (8 bombas)

Operación básica:

llenado de cilindros

(Sistema móvil "carrusel")

Marca:

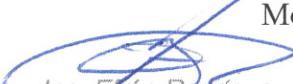
Sihi-Ceho

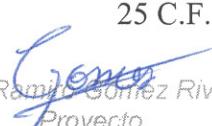
Modelo:

5106

Motor eléctrico:

25 C.F.

  
Ing. Elirén Rodríguez Reyes  
Representante Legal

  
Ing. Raúl Gómez Rivas  
Proyecto  
Ced. Prof. 2514950

  
Ing. Francisco Javier Orduña  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
Av. 16 de Septiembre 1000, Col. Centro, 32000, Tampico, Tamaulipas, México

R.P.M.:	640
Capacidad nominal:	946 L.P.M. (250 G.P.M.)
Presión diferencial	
De trabajo (máx.):	5 kg/cm <sup>2</sup>
Tubería de succión:	101 mm (4") Ø
Tubería de descarga:	101 mm (4") Ø
Número:	XI, XII y XIII (3 bombas)
Operación básica:	Carga de autos-tanque
Marca:	Corken (XI y XIII) Blackmer (XII)
Modelo:	1021 (XI y XIII) LGL3 (XII)
Motor eléctrico:	15 C.F.
R.P.M.:	950 (XI y XIII) 980 (XII) 750 L.P.M. (198 G.P.M.) (XI y XIII) 795 L.P.M. (210 G.P.M.) (XII)
Capacidad nominal:	
Presión diferencial	3 Kg/cm <sup>2</sup>
Tubería de succión:	76 mm (3") Ø
Tubería de descarga:	76 mm (3") Ø

b) Compresores:

Los compresores están instalados sobre una base firme de concreto y tiene coples flexibles en sus extremos, así mismo cuentan con válvula de alivio de presión y línea de desfogue que no están dirigidas a ningún elemento de la planta.

Número:	I, II y III (3 compresores)
Operación básica:	descarga de remolques-tanque y carros-tanque de F.F.C.C. (cancelado)
Marca:	Corken
Modelo:	490
Motor eléctrico:	15 C.F.
R.P.M.:	825
Capacidad nominal:	749 L.P.M. (198 G.P.M.)
Desplazamiento:	61 m <sup>3</sup> /hr.
Ratio de compresión:	1.49
Tubería de gas-liquido:	152 mm (6") Ø
Tubería de gas-vapor:	51 mm (2") Ø

Las bombas y compresores se encuentran ubicados dentro de la zona de protección de los tanques de almacenamiento y además cumplen con las distancias mínimas reglamentarias.

Ing. Efrén Rodríguez Reyes  
Representante Legal

Ing. Ramiro Gómez Rivas  
Proyecto  
Ced. Prof. 2514950

Ing. Francisco Javier Orduña  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V  
Av. Presidente Madero 101 C

Las bombas y los compresores, junto con su motor, se encuentran cimentados a una base metálica, la que a su vez se fija por medio de tornillos anclados a otra base de concreto.

Los motores eléctricos acoplados a las bombas y a los compresores son los apropiados para operar en atmósferas de vapores combustibles y cuentan con interruptor automático de sobrecarga, además se encuentran conectados al sistema general de “tierra”.

La descarga de la válvula de purga de líquidos del compresor tiene una altura de 2.50 metros sobre nivel de piso.

## Equipos de medición.

## Controles de Medición de carruseles de llenado de cilindros:

En la planta se cuenta con dos carruseles de llenado automático, de los cuales uno solo está en operación. Este equipo cuenta con un equipo de llenado automático, consistente en medidores másticos los cuales tienen las siguientes características:

Marca:	Micro Motion
Tipo:	Mass Flow meter sensor
Diámetro de entrada:	12.7 mm
Diámetro de Salida:	12.7 mm
Capacidad:	Máx. 40 L.P.M. Min. 16 L.P.M.
Presión de trabajo:	24.61 Kg/cm <sup>2</sup>
Capacidad del totalizador:	9,999,999 Lts.

## Equipos de medición para la estación de carburación propia.

En la toma para carburación se tiene instalado un medidor másico de Gas L.P. para el control interno en el llenado de tanque montados en vehículos propiedad de la empresa, el cual tendrá las siguientes características:

Marca:	Endress Hauser
Tipo:	Promass E
Diámetro de entrada:	25.4 mm
Diámetro de Salida:	25.4 mm
Capacidad:	Máx. 80 L.P.M. Min. 18 L.P.M.
Presión de trabajo:	24.6 Kg/ cm <sup>2</sup>
Capacidad del totalizador:	9,999,999 Lts.

## Equipo de medición para llenado de cilindros en anden de venta al público:

Para el control de llenado de cilindros portátiles y transportables, se tiene un sistema de llenado por medio de básculas de llenado que al mismo tiempo están siendo medidas por un medidor mísico que cuenta con las siguientes características:

Ing. Efrén Rodríguez Reyes  
Representante Legal

Ing. Ramiro Gómez Rivas  
Proyecto  
Céd. Prof. 2514950

Ing. Francisco Javier Orduña  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
CALLE 100 COL. 100

Marca:	Red Seal
Tipo:	Mass Flow Transducer
Diámetro de entrada:	25.4 mm
Diámetro de Salida:	25.4 mm
Capacidad:	Máx. 80 L.P.M. Min. 18 L.P.M.
Presión de trabajo:	24.61 Kg/cm <sup>2</sup>
Capacidad del totalizador:	9,999,999 Lts.

Medidores de Nivel

En cada tanque ha sido colocado un sistema de medición de nivel del tipo onda guiada, con objeto de obtener el porcentaje del mismo y el inventario de gas de forma remota, el equipo tendrá las características siguientes:

Marca: Endress+Hauser  
Modelo: FMP – 53  
Tipo: Onda guiada  
Conexión:  $\frac{3}{4}$ "

SISTEMA DE TUBERIAS Y CONEXIONESTuberías y Conexiones:

Todas las tuberías instaladas para conducir Gas L.P. son de acero al carbono A/SA-53B y A/SA-106B. cedula 40 cuando son soldables y cedula 80 cuando son instaladas de forma roscada, todas son sin costura.

Todos los accesorios colocados, excepto las bridas, soportan una presión mayor a 2.4 MPa (24.47 Kgf/cm<sup>2</sup>)

Las bridas utilizadas son de fundición nodular clase 300, como mínimo, para una presión mayor de 2.4 MPa (24.47 Kgf/cm<sup>2</sup>) y soportan una temperatura mayor de 338.15 K (65°C).

Los espárragos o birlos son del grado B tipo A-193 y A-307, y las tuercas son de tipo A-194 Grado 2H, como mínimo.

Las conexiones soldables son cedula 40 como mínimo y cumplen con la norma ANSI-B-31.1, párrafo 3.41.4.1

Las conexiones roscadas, solo están colocadas en las tuberías cedula 80 sin costura y corresponden a conexiones capaces de soportar presiones mayores de 2.4 MPa (24.47 Kgf/cm<sup>2</sup>) y soportan una temperatura mayor de 338.15 K (65°C).

Los empaques utilizados en uniones bridadas, son metálicos y resistentes a la acción del Gas L.P. y para una presión mayor de 2.4 MPa (24.47 Kgf/cm<sup>2</sup>) y soportan una temperatura mayor de 338.15 K (65°C).

  
Ing. Efren Rodríguez Reyes  
Representante Legal

  
Ing. Ramiro Gómez Rivas  
Proyecto  
Ced. Prof. 2514950

  
Ing. Francisco Javier Orduña  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
D.F. México D.F. C.P. 14010

La soportaría de la tubería es metálica y soporta el peso de los tubos, quedando espaciados los soportes a una distancia no mayor a los 3 metros de distancia entre uno y otro. Están ahogadas al piso con material y cemento, así mismo sujetan la tubería por medio de abrazaderas según diámetro de tubería, para evitar deslizamientos de la misma.

Los tubos están separados mas de 5 centímetros cuando corresponde a tubos que conducen gas L.P. y más de 10 cm cuando es eléctrica a 127 v. y 20 cm cuando es mayor a los 127 V. estando a una altura mayor del piso terminado de 10 cm.

Existe una parte de la tubería de alimentación de gas L.P. en 2", al andén de llenado de cilindros portátiles que también cumple las distancias antes mencionadas.

Los diámetros de las tuberías instaladas son:

TRAYECTORIA	L i n e a s	LIQUIDO	RETORNO	VAPOR
De tanques a tomas de recepción (descarga de y remolques-tanque y carros-tanque de F.F.C.C. (canceladas)		152, 76 51 mm	-----	76, 51 y 32 mm
De tanques a tomas de suministro (carga de - auto-tanques)		203, 101, 76 y 51 mm	51 mm	51 y 32 mm
De tanques al múltiple de llenado (sistema - móvil "carrusel")		203, 152, 101 y 76 mm	101, 76 y 51 mm	-----
De tanques a toma para Carburación.		203, 76, 51 y 32 mm	101 y 51 mm	51 y 19 mm

En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que pueda existir atrapamiento de éste entre dos o más válvulas de cierre manual, se tienen instaladas válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de  $26.75 \text{ Kg/cm}^2$  y capacidad de descarga de  $22 \text{ m}^3/\text{min.}$ , y son de 13 mm (1/2") de diámetro.

Además cuenta con una protección para la corrosión de un primario inorgánico a base de zinc Marca CarboLine Tipo R.P. 480, y pintura de enlace primario epóxido catalizador tipo R.P. 680.

Se tienen conectores flexibles, son metálicos de diferentes diámetros y longitudes según cada caso, para una presión mayor de 2.4 MPa (24.47 Kgf/cm<sup>2</sup>) y soportan una temperatura mayor de 338.15 K (65°C). los que son bridados las bridadas son clase 300, en los casos que son roscados están roscados a conexiones de acero resistentes a presiones

Ing. Efrén Rodríguez Reyes  
Representante Legal

Ing. Raúl Gómez Rivas  
Proyecto  
Ced. Prof. 2514950

Ing. Francisco Javier Orduña  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
D.F. 11800, MÉXICO D.F.

de 2.4 MPa (24.47 Kgf/cm<sup>2</sup>). Los que son de manguera tiene abrazaderas tipo Boss. En ningún caso son de longitud mayor de un metro.

### **JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DEL DISEÑO DE LA PLANTA.**

Queda justificado en la Memoria Técnica que la capacidad total de almacenamiento es de 1,500,000 litros agua, misma que se tiene en seis recipientes especiales para Gas L.P. tipo intemperie cilíndrico-horizontal, siendo éstos de la Marca CYTSA (Tanque del I al V) y TATSA (tanque VI), con capacidad de 250,000 litros agua cada uno.

#### Capacidad de llenado o gasto en función de la probable operación.

Experimentalmente se ha determinado que la capacidad de la bomba debe satisfacer el llenado máximo y que el flujo no exceda de 30 L.P.M., por recipiente portátil, por lo que un recipiente de 30 Kg. ó 57 litros se llenará en 1.9 minutos aproximadamente.

#### Múltiple de llenado para venta al público y carburación propia:

En este caso se cuenta con un múltiple de llenado de tres salidas, ubicadas en andén de llenado fijo de venta al público, por lo que se requiere un flujo de 90 L.P.M. (24 G.P.M.).

La carburación propia es alimentada por esta misma línea y bombas, demanda 30 L.P.M. (8 GPM), por lo que en total esta sección requiere de 120 L.P.M. (36 G.P.M.)

Se han instalado dos bombas, seleccionadas para satisfacer las demandas del múltiple de llenado y carburación propia y tienen una capacidad nominal de 243 L.P.M. (64 G.P.M.) cada una.

#### Múltiple de llenado automático (Carruseles):

Se cuenta con dos llenadoras giratorias “carruseles”, uno con treinta y otro con treinta y seis salidas, requiriéndose un gasto de 900 L.P.M. (238 G.P.M.) y 1,080 L.P.M (285 G.P.M.) respectivamente. En total con los dos carruseles funcionando se tiene una demanda de 1,980 L.P.M (523 G.P.M.)

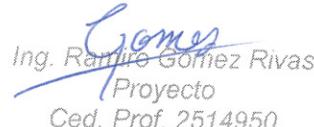
Han sido instaladas 8 bombas exclusivamente para el llenado de cilindros en llenadoras giratorias y tienen una capacidad de 946 L.P.M. (250 G.P.M.) cada una. Las cuales son encendidas una a una, según la necesidad de llenado, con objeto de satisfacer la demanda y cubrir la misma en caso de mantenimiento de algunas de ellas.

#### Calculo del sistema de bombeo más crítico.

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



Ing. Efrén Rodríguez Reyes  
Representante Legal



Ing. Raúl Gómez Rivas  
Proyecto  
Ced. Prof. 2514950



Ing. Francisco Javier Orduña  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
Número UVSC-001-001

La mecánica de flujo dentro de un sistema conteniendo un fluido encerrado, donde existen diferentes alturas y presiones en sus puntos extremos, se resuelve mediante un balance de energía mecánica de flujo como sigue:

$$X1 + \frac{P1}{\tau} + \frac{U1^2}{2g} + W = X2 + \frac{P2}{\tau} + \frac{U2^2}{2g} + F + Fc$$

Donde:

X2 y X1 = 6X = Altura piezométrica en el sistema.

$P_2 - P_1 = 6P$  = Presión diferencial dentro del sistema

U1 y U2 = Velocidades en los puntos extremos del sistema

$g =$  Aceleración de la fuerza de gravedad

$$= 9.81 \text{ m/seg}^2$$

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

$\tau$  = Peso específico del gas-liquido = 540 Kg/m<sup>3</sup>  
(60% Propano - 40% Butano)

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

Ec = Perdidas por contracción

En este caso:

$$U_1 = U_2 \vee F_C = 0 \text{ (cero)}$$

Por lo tanto:

$$W = \delta X + \frac{\delta P}{\tau} + F$$

Pérdidas por fricción o resistencia al flujo dentro del sistema

El valor de F se ha determinado experimentalmente sumando las longitudes equivalentes de los accesorios instalados en la tubería más la longitud de la tubería misma, también experimentalmente se ha calculado para cada diámetro de tubería y para un gasto volumétrico, el valor de la resistencia al flujo de Gas I.P. por unidad de longitud.

CALCULO DE MÚLTIPLE DE LLENADO FIJO Y CARBURACION PROPIA

Cálculo de  $F(a)$  en la alimentación de la bomba: (del tanque VI a la bomba D)

SECCION A (accesorios de 76 mm (3") de diámetro)

Una válvula de exceso de flujo de Ø 76 mm	90	ft.
Dos codos de Ø 76 mm x 90°	16	ft.
Una tee de flujo de Ø 76 mm	16	ft.
Dos ensanchamientos de Ø 76 x 203 mm	10.5	ft.
Una válvula de globo recta de Ø 76 mm	80	ft.

Ing. Efrén Rodríguez Reyes  
Representante Legal

Ing. Ramiro Gómez Rivas  
Proyecto  
Ced. Prof. 2514950

Ing. Francisco Javier Orduña  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
Domicilio: 10551 D 404-6

Longitud de tubería: 6.20 m. X 3.28 20.34 ft.

Longitud total equivalente: 232.84 ft.

SECCION B accesorios de 203 mm (8") de diámetro.

Una reducción de 203 x Ø 76 mm 6.10 ft.

Once tees de flujo de Ø 203 mm 429 ft.

Diez injertos de Ø 76 mm 52.50 ft.

Longitud de tubería: 29.30 m. X 3.28 96.10 ft

Longitud total equivalente: 583.70 ft.

SECCIÓN C ( accesorios de 51 mm (2") de diámetro.)

Una reducción de Ø 76 x 51 mm 2.50 ft.

Una válvula de bola de Ø 51 mm 6 ft.

Un filtro de Ø 51 mm 60 ft.

Longitud de tubería: 3.20 m. x 3.20 10.50 ft.

79.99 ft.

La resistencia al flujo en pies columna de líquido de Gas L.P. por cada pie de longitud de tubería para los gastos volumétricos indicados es:

DIÁMETRO NOMINAL	Ft. Columna de líquido por ft. de tubería (R) para
243 L.P.M. (64 G.P.M.)	
Ø 76 mm (3")	0.013
Ø 203 mm (8")	0.002
Ø 51 mm (2")	0.095

Por lo que las pérdidas en la fricción a la succión de la bomba I son:

Sección	Le	R
(A)	232.84	x 0.013 = 3.03
(B)	583.70	x 0.002 = 1.17
(C)	79.00	x 0.095 = 7.51
-----		
f(a) = 11.71 ft. col. líquido.		

Resistencia al flujo de la bomba F(b):

Ing. Efrén Rodríguez Reyes  
Representante Legal

Ing. Ramiro Gómez Rivas  
Proyecto  
Ced. Prof. 2514950

Ing. Francisco Javier Orduña  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
Domicilio: C.R.O. 404 C

Para 64 G.P.M. (243 L.P.M.) la resistencia al flujo de la bomba es de 0.64 ft. col. de líquido ó 0.1951 m. col. de líquido.

Por lo tanto  $F(b) = 0.64$  pies columna de líquido

#### Cálculo de $F(d)$ en la descarga de la bomba I:

Accesorios de la bomba I al múltiple de llenado

Siete tees de $\varnothing 51$ mm	70	ft.
tres válvulas de globo de $\varnothing 51$ mm	150	ft.
Ocho codos de $\varnothing 51$ mm x $90^\circ$	40	ft.
Longitud de tubería: 88.50 m x 3.28	290.28	ft.

Longitud total equivalente ( $Le$ ): 550.28 ft.

Para un gasto de 180 L.P.M. (47 G.P.M.) en un pie de longitud de tubería (0.3048 m.) de  $\varnothing 51$  mm (2"), la resistencia es:

$0.048 \times \text{ft. col. líquido/ft. de tubería.}$

$F(d) = 550.28 \times 0.048 = 26.4134$  ft. col. líquido.

#### Cálculo de $F(m)$ en el múltiple de llenado:

Se tiene instalado un sistema de llenado de cilindros para la venta al público con tres tomas de llenado solamente.

La velocidad de llenado de un recipiente portátil, está supeditada a la válvula de servicio del mismo, en la cual consideramos un gasto de 30 L.P.M.

Flujo por salida = 30 L.P.M. = 7.93 G.P.M. (se redondea a 8 G.P.M.)

Una válvula de globo de $\varnothing 13$ mm	1.00	$\text{Lb/in}^2$
Una válvula de cierre rápido de $\varnothing 13$ mm	1.00	$\text{Lb/in}^2$
Una punta pol de 13 x $\varnothing 6.4$ mm	1.20	$\text{Lb/in}^2$
1.25 m. de manguera de $\varnothing 13$ mm	0.60	$\text{Lb/in}^2$
Una válvula de llenado del recipiente Portátil de $\varnothing 19$ mm	3.00	$\text{Lb/in}^2$

7.00  $\text{Lb/in}^2$

$1 \text{ Lb/in}^2 = 4 \text{ ft. col. líquido.}$

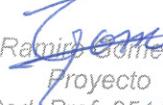
$F(m) = 3 \times 7.00 \times 4 = 84 \text{ ft. col. líquido.}$

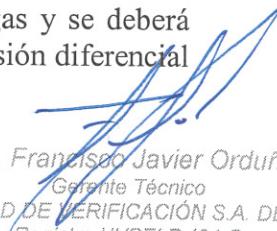
#### Calculo de $F(carb)$ en llenado de tanques de carburación propia:

El llenado de los recipientes para carburación propia, corresponde a la misma línea y bombas que alimentan al múltiple de llenado de cilindros para la venta al público, por lo que se suman la pérdidas por fricción a este cálculo para determinar la capacidad de la(s) bomba(s) y del motor eléctrico de estos elementos trabajando al mismo tiempo.

En la práctica sea determinado que la capacidad de la bomba debe satisfacer un mínimo de 132 L.P.M. (35 GPM), para abastecer satisfactoriamente la demanda de gas y se deberá hacer el cálculo necesario para vencer 5 kilos sobre centímetro cuadrado de presión diferencial que se considera para los tanques de carburación.

  
Ing. Efrén Rodríguez Reyes  
Representante Legal

  
Ing. Remigio Gómez Rivas  
Proyecto  
Ced. Prof. 2514950

  
Ing. Francisco Javier Orduña  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
Domicilio: 11000, 11000, 11000

Resistencia al flujo del medidor:

Se cuenta con un medidor másico de 3/4", por el cual pasara un flujo de 35 G.P.M., de acuerdo a cálculos experimentales la resistencia al flujo será de 3.1 PSI, y 1 PSI equivale a 4 pies columna de líquido, por lo que la resistencia en el medidor será de:

$$3.1 \times 4 = 12.4 \text{ pies columna de líquido}$$

Resistencia al flujo de la manguera:

Se tiene una manguera de 6 metros de longitud de 1" de diámetro, que equivale a (6 x 3.28 = 19.68) 19.68 pies. La resistencia al flujo para la manguera de 1" en 50 pies es de 12.6 PSI, por lo tanto para 19.68 pies (6 metros) es:

$$19.68 \text{ pies} = 4.95 \text{ PSI de caída de presión}$$

$$4.20 \times 4 = 19.83 \text{ pies columna de líquido}$$

Resistencia al flujo en la válvula de llenado del vehículo:

Los tanques de carburación, tienen dos tipos de válvulas de llenado, para este caso se tomara el caso mas critico de llenado, por lo que se realizara considerando una válvula con acoplador Acme de 1 3/4" y entrada a la válvula de 3/4", por lo que si el flujo es de 35 G.P.M. (132 L.P.M.) la caída de presión será de 9.2 PSI, por lo tanto

$$54.7 \times 4 = 218.8 \text{ pies columna de líquido}$$

Resistencia al flujo de la tubería en toma de carburación propia:

La toma de carburación se encuentra ubicada a un contado del andén de llenado y se deriva de la línea de llenado de cilindros de venta al público, quedando prácticamente a un metro de distancia de la línea mencionada, teniendo solo los siguientes accesorios con sus longitudes equivalentes:

DIAM.	FLUJO	CARACTERISTICAS DE LOS ACCESORIOS	LONG. EQUIV	CANT.	LONGITUD TOTAL(Ft)
25.4 mm (1")	35 G.P.M. (132 L.P.M.)	Bushing de mayor a menor	2.8	1	2.8
		Codo 90°	2.8	3	8.4
		Tee flujo directo	1.7	2	3.4
		Válvula solenoide	6.5	1	6.5
		Válvula Pull Away	20	1	20
		Longitud de tubería (1.00 mts)	3.281	1	3.281
		Válvula de acción rápida	13.5	1	13.5
		Total			<b>57.881</b>

La longitud total equivalente en pies (Ft) es de 57.88, para conocer su equivalencia en pies columna de líquido, conocido el flujo y el diámetro y de acuerdo a tablas de resultados experimentales se tiene que:

$$57.881 \times 0.090 = 5.20 \text{ pies columna de líquido}$$

Por lo tanto la suma de pies columna de líquido de sistema de carburación es la siguiente:

Pies columna de líquido del medidor	12.4
Pies columna de líquido de la manguera	19.83
Pies columna de líquido de la válvula de llenado	218.8
Pies columna de líquido de la tubería	5.20

$$\text{Suma F(carb)} = \underline{256.00 \text{ pies columna de líquido}}$$

Ing. Efrén Rodríguez Reyes  
Representante Legal

Ing. Ramón Rivas Rivas  
Proyecto  
Ced. Prof. 2514950

Ing. Francisco Javier Ordúñea  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
Por medio de la Sra. M. de la C. V.

Pérdidas por fricción o resistencia al flujo dentro del sistema:

$$F = F(a) + F(b) + F(d) + F(m) + F(carb)$$

$$F = 11.71 + 0.64 + 26.41 + 84.00 + 256.00 = 378.76 \text{ ft. col. Líquido}$$

$$= 115.44 \text{ m. col. líquido.}$$

Carga de altura:

$$\delta X = X_2 - X_1 = 2.60 - 2.00 = 0.60 \text{ m. col. líquido.}$$

Carga de presión:

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

$$\frac{\delta P}{\tau} = \frac{3 \text{ Kg/cm}^2 \times 10,000}{540 \text{ Kg/m}^3} = 55.55 \text{ m. col. líquido.}$$

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

$$W = \delta X + \frac{6P}{\tau} + F$$

Sustituyendo:

$$W = 0.60 + 55.55 + 115.44$$

$$W = 171.59 \text{ m. col. líquido.}$$

Calculo de potencia de la bomba:

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

Donde:

W = Trabajo mecánico dentro del sistema = 171.59 m. col. líquido.

Q = Gasto o caudal =  $132 / 60 \div 1,000 = 0.0022 \text{ m}^3/\text{seg}$

$\varphi$  = Peso específico del gas-líquido =  $540 \text{ Kg/m}^3$

76 = Factor de conversión.

E = Eficiencia de la bomba = 80%

Sustituyendo:

$$\text{Potencia} = \frac{171.59 \times 0.002 \times 540}{76 \times 0.80} = 3.35 \text{ C.F.}$$

La potencia del motor con que cuenta cada bomba es de 7.5 C.F.

Por lo tanto, considerando la capacidad de la bomba y del motor eléctrico y teniendo dos bombas para este propósito, que satisfecha la demanda en el llenado de cilindros para la venta al público y de carburación propia.

Existe una toma de carburación que funciona de forma independiente a la antes mencionada, la cual trabajara bajo las mismas condiciones

  
Ing. Efrón Rodríguez Reyes  
Representante Legal

  
Ing. Raúl Gómez Rivas  
Proyecto  
Ced. Prof. 2514950

  
Ing. Francisco Javier Orduña  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
Av. Madero 1100 Piso 1000 C.P. 10000 D.F.

Retorno de gas-liquido.

Se indicó que para protección de las bombas por sobrecargas, se tiene instalada una válvula automática para relevo de presión diferencial después de cada bomba, calibrada a 5 Kg/ cm<sup>2</sup>.

CALCULO DE LLENADORAS DE CILINDROS GIRATORIAS (CARRUSEL):Cálculo de F(a) en la alimentación de la bomba: (del tanque VI a la bomba III)

## SECCION A (accesoria de 76 mm (3") de diámetro).

Dos ensanchamientos de Ø76 mm a Ø203 mm	10.5	ft.
Una válvula de exceso de flujo de Ø76 mm	90	ft.
Un codo de Ø76 mm x 90°	8	ft.
Una válvula de globo recta de Ø76 mm	80	ft.
Longitud de tubería: 2.20 m. x 3.28	7.22	ft.
<hr/>		
Longitud total equivalente:	195.72	ft.

## SECCION B (accesorios de Ø203 mm (8") de diámetro).

Once tees de flujo de Ø203 mm	429	ft.
Cuatro injertos de Ø76 mm	21	ft.
Longitud de tubería: 11.60 m. x 3.28	38.05	ft.
<hr/>		
Longitud total equivalente:	488.05 ft.	

## SECCIÓN C accesorios de Ø101 mm (4") .

Una reducción de 203 x 101 mm de 0	7.40	ft.
Una válvula de bola de 101 mm de 0	14	ft.
Un filtro de 101 mm de 0	50	ft.
Longitud de tubería: 3.20 m. x 3.28	10.50	ft.
<hr/>		
Longitud total equivalente:	81.90ft.	

La existencia al flujo en pies columna de líquido de Gas L.P. por cada pie de longitud de tubería para gastos volumétricos indicados es :

DIÁMETRO NOMINAL	Ft. columna de líquido Por ft. de tubería (R)	
	946 L.P.M. (250 G.P.M.)	
76 mm (3")	0.136	
203 mm (8")	0.0013	
101 mm (4")	0.031	

  
Ing. Efrén Rodríguez Reyes  
Representante Legal

  
Ing. Ramiro Sánchez Rivas  
Proyecto  
Ced. Prof. 2514950

  
Ing. Francisco Javier Orduña  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
Número UV-001-004-004

Por lo que las pérdidas en la fricción a la succión de la bomba III son:

Sección	Le	R
(A)	195.72 x 0.136	= 26.62
(B)	488.05 x 0.0013	= 0.63
(C)	81.90 x 0.031	= 2.54
		-----
	F(a)	= 29.79 ft. col. líquido.

Resistencia al flujo de la bomba F(b):

Para 250 G.P.M. (946 L.P.M.) La resistencia al flujo de la bomba es de 2.5 ft. col. de líquido ó 0.7622 m. col. de líquido.

Por lo tanto F(b) = 2.5 pies columna de líquido

Cálculo de F(d) en la descarga de la bomba III al múltiple de llenado más alejado:

Accesorios de la bomba III al múltiple de llenado (carrusel) más lejano.

SECCION A ( accesorios de 101 mm (4") de diámetro).

Una válvula de no retroceso Ø101 mm	14	ft
Un codo de 101 mm x 90°	11	ft.
Un ensanchamiento de 101 x Ø152 mm	3.05	ft.
Longitud de tubería: 2.20 m. x 3.28	6.56	ft.
		-----
Longitud total equivalente:	34.61	ft.

SECCIÓN B (accesorios de 152 mm de diámetro)

Seis tees de Ø152 mm	198	ft.
Una válvula de globo de Ø152 mm	160	ft.
Tres codos de 152 mm de 0 x 90°	48	ft.
Longitud de tubería: 59.70 m. x 3.28	195.82	ft.
		-----
Longitud total equivalente:	601.82	ft.

SECCION C (accesorios de 51 mm (2") de diámetro).

Una reducción de 152 x Ø51 mm	4	ft.
Dos válvulas de globo de Ø51 mm	100	ft.
Una tee de flujo de Ø51 mm	10	ft.
Un filtro de Ø51 mm	60	ft.
Longitud de tubería: Ø9.50 m. x 3.28	31.16	ft.
		-----
Longitud total equivalente:	205.16	ft.

La resistencia al flujo en pies columna de líquido de Gas L.P. por cada pie de longitud de tubería, para gastos volumétricos indicados es:

Ing. Efrén Rodríguez Reyes  
Representante Legal

Ing. Ramón Gómez Rivas  
Proyecto  
Ced. Prof. 2514950

Ing. Francisco Javier Orduña  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
Domicilio: 1100 Piso 404 C

DIÁMETRO  
NOMINAL

Ft. col. de líquido  
por ft. de tubería (R)

900 L.P.M. (238 G.P.M.)

101 mm. (4")	0.031
152 mm. (6")	0.004
51 mm. (2")	0.70

Sección      Le      R

$$\begin{array}{l}
 (A) \quad 34.61 \times 0.031 = 1.07 \\
 (B) \quad 601.82 \times 0.004 = 2.41 \\
 (C) \quad 205.16 \times 0.701 = 143.82 \\
 \hline
 \end{array}$$

$$F(d) = 147.30 \text{ ft. col. líquido.}$$

Cálculo de F(m) en el múltiple de llenado:

La velocidad de llenado de un recipiente portátil, está supeditada a la válvula de servicio del mismo, en la cual consideramos un gasto de 30 L.P.M. Es importante recordar que el múltiple mas alejado es el que tiene 30 llenadoras automáticas.

Flujo por salida = 30 L.P.M. = 7.93 G.P.M.

Una válvula de globo de Ø13 mm	1.00 Lb/in <sup>2</sup>
Una válvula de cierre rápido de Ø13 mm	1.00 Lb/in <sup>2</sup>
Una punta pol de 13 x Ø6.4 mm	1.20 Lb/in <sup>2</sup>
1.25 m. de manguera de Ø13 mm	0.60 Lb/in <sup>2</sup>
Una válvula de llenado del recipiente portátil de Ø19 mm	3.00 Lb/in <sup>2</sup>
Un Medidor másico	2.00 Lb/in <sup>2</sup>
	-----
	8.80 Lb/in <sup>2</sup>

1 Lb/in<sup>2</sup> = 4 ft. col. líquido.

F(m) = 30 x 8.80 x 4 = 1056.00 ft. col. líquido.

Pérdidas por fricción o resistencia al flujo dentro del sistema:

$$F = F(a) + F(b) + F(d) + F(m)$$

$$\begin{aligned}
 F = 29.79 + 2.5 + 147.30 + 1056.00 &= 1235.59 \text{ ft. col. liquid.} \\
 &= 376.58 \text{ m. Col. Líquido}
 \end{aligned}$$

Carga de altura:

$$6X = X_2 - X_1 = 4.60 - 2.00 = 2.60 \text{ m. col. líquido.}$$

Ing. Efrén Rodríguez Reyes  
Representante Legal

Ing. Ramiro Gómez Rivas  
Proyecto  
Ced. Prof. 2514950

Ing. Francisco Javier Orduña  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.

Carga de presión:

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

$$3 \text{ Kg/cm}^2 \times 10,000$$

$$\frac{6P}{\tau} = \text{-----} = 55.55 \text{ m. col. líquido.}$$

$$540 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$W = 6X + \frac{6P}{\tau} + F$$

Sustituyendo:

$$W = 2.60 + 55.55 + 376.58$$

$$W = 434.73 \text{ m. col. líquido.}$$

POTENCIA DE LA BOMBA:

$$W \times Q \times \tau$$

$$\text{Potencia} = \text{-----} = \text{C.F.}$$

$$76 \times E$$

Donde:

W = Trabajo mecánico dentro del sistema = 434.73 m. col líquido.

Q = Gasto o caudal =  $900/60 \div 1,000 = 0.015 \text{ m}^3/\text{seg.}$

$\tau$  = Peso específico del gas-líquido =  $540 \text{ Kg/m}^3$

76 = Factor de conversión.

E = Eficiencia de la bomba = 80%

Sustituyendo:

$$\text{Potencia} = \frac{434.73 \times 0.015 \times 540}{76 \times 0.80} = 57.91 \text{ C.F.}$$

La potencia del motor con que cuenta cada bomba es de 25 C.F. Es importante recordar que el cálculo anterior fue realizado para el múltiple de llenado más lejano. Y que se tienen 8 (ocho) bombas para este propósito.

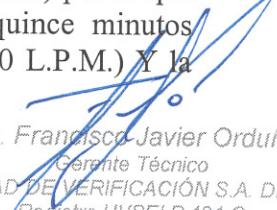
Considerando que existen dos múltiples de llenado automático y que la demanda total en galones es de 523 G.P.M. (1980 L.P.M.). Y que cada bomba proporciona una cantidad de 250 G.P.M., con motor eléctrico de 25 C.F. cada una, se tendrán 2,000 G.P.M., quedando satisfecha la demanda.

#### CARGA DE AUTO-TANQUES:

La carga de auto-tanques se efectúa por medio de tres bombas, para ello se cuenta con seis juegos de tomas: la capacidad de cada bomba es de 795 L.P.M. (210 G.P.M.) por lo que un auto-tanque de 12,500 litros al 90% de su capacidad se llenará en quince minutos aproximadamente. La capacidad de las bombas XI y XIII es 198 G.P.M. (750 L.P.M.) Y la

  
Ing. Efrén Rodríguez Reyes  
Representante Legal

  
Ing. Raúl Gómez Rivas  
Proyecto  
Ced. Prof. 2514950

  
Ing. Francisco Javier Orduña  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
Paseo de la Reforma 1000

bomba XII es de 795 L.P.M. (210 G.P.M.) Por lo que se desarrolla el siguiente cálculo para justificar la capacidad de la bomba y motor eléctrico de la condición más crítica de llenado de auto tanques. Considerando que los tanques IV, V, y VI, son los usados para el llenado de los auto tanques.

Cálculo de F(a) en la alimentación de la bomba mas lejana: (del tanque VI a la bomba XI)

SECCION A (accesorios de 76 mm (3") de diámetro).	Pies (Ft)
Un ensanchamiento de Ø76 mm a Ø203 mm	10.5
Una válvula de exceso de flujo de Ø76 mm	90
Un codo de Ø76 mm x 90°	8.8
Una válvula de globo recta de Ø76 mm	80.0
Longitud de tubería: 2.20 m. x 3.28	7.22
Longitud total equivalente:	196.52

SECCION B (accesorios de Ø203 mm (8") de diámetro).	Pies (Ft)
Once tees de flujo de Ø203 mm	429
Dos injertos de Ø76 mm	10.5
Longitud de tubería: 4.50 m. x 3.28	67.91
Longitud total equivalente:	507.41

SECCIÓN C accesorios de Ø101 mm (4") .	Pies (Ft)
Una reducción de 203 x 101 mm (8" a 4")	7.4
Una válvula de bola de 101 mm	14
Un filtro de 101 mm	50
Longitud de tubería: 3.20 m. x 3.28	10.50
Longitud total equivalente:	81.90

La resistencia al flujo en pies columna de líquido de Gas L.P. por cada pie de longitud de tubería para gastos volumétricos indicados es :

Diámetro Nominal	Pies columna de líquido por pie de tubería ( R )
750 L.P.M. (198 G.P.M.)	
76 mm (3")	0.088
203 mm (8")	0.001
101 mm (4")	0.020

Por lo que las pérdidas en la fricción a la succión de la bomba III son:

Sección	Long. Equivalente (Le)	Resistencia
( A )	196.52 x 0.088	17.29
( B )	507.41 x 0.001	0.507
( C )	80.9 x 0.020	1.618
	F (a) total	19.415

Por lo anterior para la admisión de la bomba del llenado de auto tanques, se tiene una restricción de flujo de F(a) = 19.415 ft. col. líquido.

Ing. Efrén Rodríguez Reyes  
Representante Legal

Ing. Ramiro Gómez Rivas  
Proyecto  
Ced. Prof. 2514950

Ing. Francisco Javier Orduña  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
Méjico D.F. 11800

Resistencia al flujo de la bomba F(b):

Para 198 G.P.M. (750 L.P.M.) la resistencia al flujo de la bomba es de 1.98 ft. col. de líquido ó 0.6095 m. col. de líquido.

Por lo tanto F(b) = 1.98 pies columna de líquido

Cálculo de F(d) en la descarga de la bomba

Accesorios de la bomba XI a la toma mas lejana No. 6:

SECC.	DIAM.	FLUJO GPM	CARACTERISTICAS DE ACCESORIOS	LONG. EQUIV	CANT.	LONG. TOTAL F(t)
A	$\varnothing 101 \text{ mm}$ (4")	198 GPM (750 LPM)	Válvula de no retroceso	25.0	1	25.0
			Codo de 90°	8.0	1	8.0
			Codos 45°	5	2	10
			Ensanchamiento menor a mayor	5.0	1	5.0
			Longitud de tubería de 8 m. x 3.28	3.28	8	26.24
			<b>Longitud total equivalente:</b>			<b>74.24</b>
B	$\varnothing 152 \text{ mm}$ (6")	198 GPM (750 LPM)	Tee salida lateral	23	2	46
			Tee flujo directo	7	2	14
			Longitud tubería de 8 m.	3.281	8	26.24
			<b>Longitud total equivalente:</b>			<b>86.24</b>
C	$\varnothing 51 \text{ mm}$ (2")	198 GPM (750 LPM)	Reducción menor a mayor	5.2	1	5.2
			Válvula bola	6	1	6
			Válvula Interna abertura ancha $\varnothing 51$ mm	23	1	23
			Codo 51 mm x 90°	5	1	5
			Válvula Pull Away	40	1	40
			Manguera llenado 6 m	4.2	6	25.2
			Válvula acción rápida	14	1	14
			Válvula e retención una vía	55.6	1	55.6
			<b>Longitud total equivalente:</b>			<b>174.0</b>

La resistencia al flujo en pies columna de líquido de Gas L.P. por cada pie de longitud de tubería, para gastos volumétricos indicados es:

SECCION	DIAMETRO NOMINAL	FLUJO GPM	LONGITUD EQUIV. (Le)	PRESIÓN COL. LIQ. POR PIE DE TUB. (R)	PIE COL. LIQ. TOTAL
A	$\varnothing 101 \text{ mm}$ (4")	198 GPM (750 LPM)	74.24	0.020	1.48
B	$\varnothing 152 \text{ mm}$ (6")	198 GPM (750 LPM)	86.24	0.003	0.258
C	$\varnothing 51 \text{ mm}$ (2")	198 GPM (750 LPM)	174.00	0.70	121.8
					<b>123.538</b>

$F(d) = 123.538$  ft. col. líquido.

Ing. Efrén Rodríguez Reyes  
Representante Legal

Ing. Raúl Gómez Rivas  
Proyecto  
Ced. Prof. 2514950

Ing. Francisco Javier Orduña  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
D.F. C.P. 11800, MÉXICO D.F. 10100

Pérdidas por fricción o resistencia al flujo dentro del sistema:

$$F = F(a) + F(b) + F(d)$$

$$F = 19.415 + 1.98 + 123.538 = 144.93 \text{ ft. col. líquido.}$$

$$= 44.172 \text{ m. Col. Líquido}$$

Carga de altura:

$$XT = X2 - X1$$

$$XT = 4.60 - 1.50$$

$$XT = 3.10 \text{ m. col. líquido.}$$

Carga de presión:

La presión diferencial en el sistema de bombeo para el llenado de auto tanques se considera de  $5 \text{ Kg/cm}^2$ , valor promedio observado durante un ciclo normal de trabajo.

$$\frac{P}{\tau} = \frac{5 \text{ Kg/cm}^2 \times 10,000}{540 \text{ Kg/m}^3} = 92.59 \text{ m. col. líquido.}$$

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

$$W = XT + \frac{P}{\tau} + Ft$$

Sustituyendo:

$$W = 3.10 + 92.59 + 44.172$$

$$W = 139.86 \text{ m. col. líquido.}$$

POTENCIA DE LA BOMBA:

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

Donde:

W = Trabajo mecánico dentro del sistema = 139.86 m. col líquido.

Q = Gasto o caudal =  $198/60 \div 1,000 = 0.0033 \text{ m}^3/\text{seg.}$

$\tau$  = Peso específico del gas-líquido =  $540 \text{ Kg/m}^3$

76 = Factor de conversión.

E = Eficiencia de la bomba = 80%

Sustituyendo:

$$\text{Potencia} = \frac{139.86 \times 0.0033 \times 540}{76 \times 0.80} = 4.099 \text{ C.F.}$$

Ing. Efrén Rodríguez Reyes  
Representante Legal

Ing. Ramiro Gómez Rivas  
Proyecto  
Ced. Prof. 2514950

Ing. Francisco Javier Orduña  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
Méjico D.F. 11800 C.P.

La potencia del motor con que cuenta cada bomba es de 15 C.F. se tienen instaladas 3 (tres) bombas para el llenado de auto tanques.

### JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE LA POTENCIA DE LOS COMPRESORES.

Para la descarga de remolques-tanque y de carros tanque de F.F.C.C. (canceladas) se cuenta con tres compresores cuyas condiciones de instalación son:

Compresor Maca Corken Modelo 490  
Motor eléctrico de: 15 C.F.

Ø Tubería de gas líquido:	152 mm	(6")
	51 mm	(2")
Ø Tubería de gas-vapor:	76 mm	(3")
	51 mm	(2")

Para flujos de Gas L.P. en estado líquido por tubería de 152 mm (6") de diámetro, se recomienda que éste tenga un rango de velocidad de 34 a 102 cm/seg., (dato tomado del "Handbook Butane-Propane Gases") para reducir al mínimo las pérdidas de fricción en las tuberías. Para efecto de cálculo hemos seleccionado la velocidad máxima permitida de este rango:

$$Q = V \times A \quad \text{de aquí:} \quad V = Q / A$$

Donde:

$Q$  = Caudal en  $cm^3$ /seg.

$V$  = Velocidad media en cm/seg.

$A$  = Área transversal de la tubería =  $186.26 \text{ cm}^2$

$$Q = 102 \times 186.26 = 18,998 \text{ } cm^3/\text{seg.} \times 60/1,000 \\ = 1,140 \text{ L.P.M.} = 301 \text{ G.P.M.}$$

Por lo que cada compresor, deberá transferir un flujo de  $1,140/2 = 570 \text{ L.P.M.}$  (151 G.P.M.)

Desplazamiento ( $q$ ) de gas-vapor:

Para transferir un flujo de 1,140 L.P.M. (301 G.P.M.) de gas-líquido, se requiere un desplazamiento ( $q$ ) de gas-vapor por compresor de :

$$q = 151 \text{ G.P.M.} / 5.75 = 26.26 \text{ ft}^3/\text{min.} = 44.65 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

(5.75 = Factor de conversión dado por el fabricante)

Condiciones de operación iniciales (1) y finales (2): (Según mediciones promedio observadas por el tipo de mezcla de Gas L.P. suministrado por PEMEX).

Ing. Efrén Rodríguez Reyes  
Representante Legal

Ing. Ramón Gómez Rivas  
Proyecto  
Ced. Prof. 2514950

Ing. Francisco Javier Orduña  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
Méjico, D.F. 11300

$$P_1 = 7 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T_1 = 17.5^\circ\text{C}$$

$$= 100 \text{ PSI} + 14.7 = 114.7 \text{ PSIA}$$

$$= 63.5^\circ\text{F}$$

$$P_2 = 11 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T_2 = 33.3^\circ\text{C}$$

$$= 156 \text{ PSI} + 14.7 = 170.7 \text{ PSIA}$$

$$= 92^\circ\text{F}$$

### Cálculo de la potencia del motor del compresor.

Relación de compresión (r) :  $r = P_2 / P_1 = 170.7 / 114.7 = 1.49$

Exponente de compresión (k) :  $k = C_p / C_v = 1.15$  para el Propano

Eficiencia volumétrica (VE) :  $VE = 90\%$  (dato tomado de gráficas del fabricante)

Desplazamiento mínimo del pistón (PD) :

$$PD = q / VE = 26.26 \text{ CFM} / 0.90 = 29.18 \text{ CFM} = 49.61 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

Velocidad máxima de operación (R.P.M.):

$$R. P. M. = \frac{PD}{PD / 100 \text{ rpm}} = \frac{29.18 \text{ CFM} \times 100}{4.3 \text{ CFM}} = 678$$

(del fabricante, tenemos que para el Modelo 490 el valor de PD/100 R.P.M. = 4.3 CFM).

POTENCIA REQUERIDA (HP):

$$HP = (BHP/10 \text{ CFM}) \times PD \times 1.10$$

$$= 2.65/10 \text{ CFM} \times 29.18 \times 1.10$$

$$= 8.5 \text{ C.F.}$$

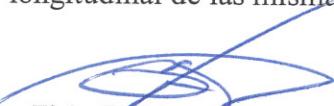
(De gráficas Brake Horsepower (BHP) del fabricante se obtiene un valor de BHP = 2.65 con k = 1.15 r = 1.49 y p = 115 PSIA).

La potencia del motor con que cuenta el compresor es de 15 C.F. operando a 825 R.P.M. obteniendo un desplazamiento de 61  $\text{m}^3/\text{hr.}$  (36 CFM) y capacidad de 749 L.P.M. (198 G.P.M.)

### INSTALACIÓN DE LAS TUBERÍAS:

#### Tuberías sobre el NPT o en trinchera

Las tuberías están sobre soportes espaciados a 3 m, como máximo, evitando su flexión debido a su peso propio y están sujetas a dichos soportes, de manera que permitan el deslizamiento longitudinal de las mismas y prevengan su desplazamiento lateral.

  
Ing. Efrón Rodríguez Reyes  
Representante Legal

  
Ing. Raúl Gómez Rivas  
Proyecto  
Ced. Prof. 2514950

  
Ing. Francisco Javier Orduña  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
Cédula de Identidad 100000000000000000

Existe un claro de 10 cm, entre tuberías y nivel de piso, asimismo, hay un claro mínimo de 5 cm, entre paños de tuberías, con excepción de las eléctricas.

Las tuberías que conducen Gas L.P. están separadas 10 cm, como mínimo, de conductores eléctricos o tuberías conduit donde la tensión nominal es menor o igual a 127 V, y separadas 20 cm, como mínimo, cuando la tensión nominal sea mayor a 127 V.

#### Tubería en trinchera y subterránea

Se encuentran sobre soportes espaciados a distancias menores de 3 metros, previniendo que tengan deslizamiento longitudinal y desplazamiento lateral.

Están colocadas a una altura superior de 10 cm del nivel inferior del piso de la trinchera y con claros mayores de 5 cm entre paños de las tuberías.

Las tuberías de gas en la trinchera están separadas de la tubería eléctrica, mas de 10 cm cuando la tensión nominal sea menor de 127 y de 20 cm cuando sea mayor a esta.

#### Prueba e inspección de soldaduras en tuberías

La instalación fue revisada en todas sus uniones previas a la puesta en operación. Adicionalmente existe un programa de revisión de fugas en toda la instalación. Y se procede a reparación según sea el caso

Para identificación de tuberías se sigue el siguiente código de colores en las líneas conductoras de el gas L.P. es sus diferentes etapas. Así como del agua contra incendio, electricidad y aire

Tubería	Color
Agua contra incendio	Rojo
Aire o gas inerte	Azul
Gas L.P., en fase vapor	Amarillo
Gas L.P., en fase líquida	Blanco
Gas L.P., en fase líquida en retorno	Blanco con bandas de color verde
Tubos de desfogue	Blanco
Tubería eléctrica	Negro

Las bandas deben estar pintadas con un ancho no menor a 10 cm y espaciadas no más de 1 m en toda la longitud de la tubería de la línea de retorno

#### Accesorios del sistema de tuberías

Todas son resistentes a las presiones y temperaturas del Gas L.P.

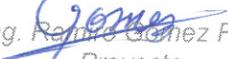
#### Indicadores de flujo

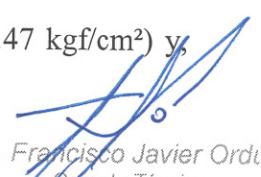
Se tienen indicadores de flujo en la tubería de descarga de la toma de recepción.

Los indicadores de flujo son de dos tipos de indicadores, los simples de dirección de flujo y del tipo mirilla de cristal que permita la observación del paso del Gas L.P.

Son adecuados para una presión de trabajo de cuando menos 2.4 MPa (24.47 kgf/cm<sup>2</sup>) y, cuando sus extremos son bridados, son clase 300.

  
Ing. Efrén Rodríguez Reyes  
Representante Legal

  
Ing. Raúl Gómez Rivas  
Proyecto  
Ced. Prof. 2514950

  
Ing. Francisco Javier Orduña  
Jefe Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
Número de Identificación 104-0

### Válvula de retorno automático

En la tubería de descarga de cada bomba se tiene instalada una válvula de retorno automática.

Es adecuada para una presión de trabajo de cuando menos 2.4 MPa (24.47 kgf/cm<sup>2</sup>) y, en sus extremos son bridados, ser clase 300.

### Conectores flexibles

Son metálicos y de manguera para Gas L.P., para una presión de diseño mínima de 2.4 MPa (24.47 kgf/cm<sup>2</sup>); en algunos conectores sus terminales son bridados y las bridas deben ser clase 300.

Las que son a base de manguera para Gas L.P., cuenta con cuando menos una capa de refuerzo metálico o de fibras textiles; en este tipo de conectores se tienen las abrazaderas tipo BOSS. Y su longitud no es mayor de 1 m.

### Manómetros

Los manómetros siempre están precedidos de una válvula de aguja.

Se cuenta con manómetros del tipo seco y amortiguado por líquido.

Registran lecturas comprendidas entre 0 a 2.06 MPa (0 a 21 kgf/cm<sup>2</sup>),

### Filtros

Los filtros están instalados en las tuberías de succión de las bombas, son para una presión de trabajo, como mínimo, de 1.7 MPa (17.58 kgf/cm<sup>2</sup>), a temperatura ambiente. También se tienen los clasificados como 400 WOG.

Su cuerpo es de fundición maleable o fundición nodular.

Cuando los filtros son bridados, las bridas son clase 300.

### Válvulas de operación manual

Las válvulas de operación manual pueden ser de globo y de esfera, sus elastómeros son para el manejo de Gas L.P., y sus cuerpos de fundición maleable, fundición nodular o bronce. También se tienen instaladas aquellas clasificadas como 400 WOG.

Son adecuadas para una presión de trabajo de, cuando menos, 2.4 MPa (24.47 kgf/cm<sup>2</sup>) y, cuando sus extremos son bridados, son clase 300, como mínimo. También hay válvulas clasificadas como 400 WOG

### Válvulas de relevo hidrostático

En los tramos de tubería o tubería y manguera, en que pueda quedar atrapado Gas L.P. líquido entre dos válvulas de operación manual o automática, exceptuando los tramos de manguera para llenado de recipientes transportables en las llenadoras, se tienen instaladas, entre ellas, una válvula de relevo hidrostático.

La descarga de estas válvulas no está dirigida hacia un recipiente de almacenamiento.

La presión nominal de apertura de estas válvulas es, como mínimo, de 2.35 MPa (24 kgf/cm<sup>2</sup>) y de 2.84 MPa (29 kgf/cm<sup>2</sup>), como máximo. La presión nominal de apertura está indicada en las válvulas.

Son para el manejo de Gas L.P., y sus cuerpos son a base de bronce y latón.

Ing. Efrén Rodríguez Reyes  
Representante Legal

Ing. Ramón Gómez Rivas  
Proyecto  
Ced. Prof. 2514950

Ing. Francisco Javier Orduña  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
Cédula Profesional 404-0

Válvulas de no retroceso y exceso de flujo

Sus elastómeros son resistentes a la acción del Gas L.P., y sus cuerpos son de acero, bronce o latón.

En todas las válvulas de no retroceso y las de exceso de flujo que son elementos independientes tienen instaladas precedidas, en el sentido del flujo, una válvula de cierre de acción manual del tipo de globo o de esfera.

El caudal nominal de cierre de las válvulas de exceso de flujo no es mayor a 2.3 veces el caudal normal de operación.

Son adecuadas para una presión de trabajo de 2.4 MPa (24.47 kgf/cm<sup>2</sup>), como mínimo.

Las válvulas de exceso de flujo que se utilizadas deben ser apropiadas para su uso en tubería y pueden ser elementos independientes o estar integrados en válvulas internas equipadas con actuador de acción manual, neumática, con accionamiento remoto o local.

Múltiple de llenado.

Se cuenta con dos múltiples de llenado construidos con tubería de acero cédula 40, para alta presión de 51 y 152 mm de diámetro y conexiones soldables para una presión mínima de trabajo de 210 Kg/cm<sup>2</sup>. Se tienen fijos a la estructura del techo por medio de soportes especiales. Los múltiples alimentan un cabezal con tres llenaderas y dos carruseles, uno de treinta y otro de treinta y seis llenadoras.

Cada múltiple de llenado cuenta además con una válvula de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm (1/2") de diámetro y un manómetro con graduación de 0 a 21 Kg/cm<sup>2</sup> de 6.4 mm (1/4") de diámetro en su entrada y carátula de 64 mm (2 1/2") de diámetro.

Basculas de llenado y de reposo.Básculas de llenado:

Sobre el muelle de llenado se tienen instaladas treinta y seis básculas del tipo de plataforma con capacidad de 260 Kgs. cada una, y treinta y tres caudalímetro básicos, mismos que son usadas para el control del peso en el llenado de recipientes portátiles, éstas básculas y caudalímetro básicos están conectadas para su mejor protección al sistema general de "tierra". Para el control de llenado de los cilindros, se cuenta con controles electrohidráulicos para llenado, los cuales accionan por medio de una válvula solenoide la cual, al llegar al peso deseado cierra una válvula neumática que permite el paso del líquido.

Básculas de reposo:

Se cuenta también en el muelle de llenado con cinco básculas del tipo de plataforma y tres básculas sensibles para reposo de recipientes portátiles, igualmente conectadas a "tierra".

Llenadoras:Sistema transportador con llenadora giratoria

  
Ing. Efrén Rodríguez Reyes  
Representante Legal

  
Ing. Raúl Gómez Rivas  
Proyecto  
Ced. Prof. 2514950

  
Ing. Francisco Javier Orduña  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
Méjico D.F. 11300 C.P. 11300

Sobre el andén de llenado y el llenado de cilindros se cuenta con dos llenadoras circulares giratorias (carrusel), uno con treinta salidas e igual número de básculas y otro con treinta y seis salidas e igual número de caudalímetro básicos.

Cada báscula cuenta con un sistema de suspensión automática de llenado de cilindros por medio de cabezas de llenado neumáticas.

Cada llenadora giratoria (carrusel) es accionada por un motor eléctrico de 1 H.P. a prueba de explosión.

Los cilindros son conducidos desde su descarga de los camiones de reparto al muelle de llenado por medio de una banda transportadora hacia la llenadora giratoria para su llenado y de ahí son regresados a los vehículos de reparto, pasando antes por una báscula sensible del tipo carátula para su repeso.

#### Sistema Fijo de llenado

Sobre el muelle de llenado y para el llenado de cilindros; se cuenta con tres salidas de igual número de básculas, con un caudalímetro básico para mejor control del flujo de las tres salidas. Fuera del anden y cercano a la zona de venta al publico, se ubica un pequeño anden para el llenado de recipientes transportables y portátiles, también cuenta con tres salidas y un caudalímetro básico

#### Cada llenadora cuenta con los siguientes accesorios:

Una válvula de cierre rápido de 13 mm de diá., para reemplazar las mangueras.

Una manguera especial para Gas L.P. de 13 mm de diámetro.

Una válvula de globo de 13 mm de diámetro.

Un conector especial para llenado (punta pol y maneral) de 13 mm de diámetro.

#### Vaciado de gas de los cilindros:

En esta Planta se cuenta con un sistema para el vaciado de gas de los cilindros portátiles, el cual tiene ubicado en la parte posterior del muelle de llenado y anexa al mismo, consta de dos recipientes especiales para Gas L.P. de 200 litros cada uno, los que tienen las válvulas y aditamentos necesarios para realizar las operaciones de evacuación de cilindros con toda seguridad; también se cuenta para Orealizar esta operación con un compresor Marca Corken Modelo 290 con motor de 5 H.P. a prueba de explosión.

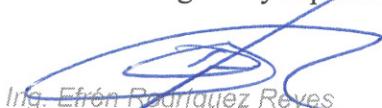
Las tuberías son de acero cédula 80, roscadas y soldables de 32 mm de diámetro con conexiones para  $140 \text{ Kg/cm}^2$  como mínimo y roscadas y de  $10.5 \text{ Kg/cm}^2$  como mínimo para las soldables.

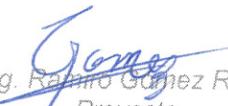
El múltiple consta de ocho salidas y cuenta con las válvulas y accesorios requeridos para realizar la evacuación de gas sin necesidad de tirar gas a la atmósfera.

Las mangueras que se usan son especiales para Gas L.P. construidas con hule neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y diseñadas para una presión de trabajo  $17.57 \text{ Kg/cm}^2$  y ruptura a  $140 \text{ Kg/cm}^2$ .

Para el purgado de las bombas usadas para el llenado de cilindros, se cuenta con una línea C-80 de  $1 \frac{1}{2}$ " desde el equipo de vaciado de cilindros hasta las purgas de dichas bombas. Esto con el fin de evitar emisiones del gas vapor a la atmósfera.

Los accesorios existentes son de diámetro igual al de las tuberías en que se encuentran instalados. Las mangueras que se usan son especiales para Gas L.P., construidas de hule neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y diseñadas para una presión de trabajo de  $17.57 \text{ Kg/cm}^2$  y ruptura a  $140 \text{ Kg/cm}^2$ .

  
Ing. Efrén Rodríguez Reyes  
Representante Legal

  
Ing. Raúl Gómez Rivas  
Proyecto  
Ced. Prof. 2514950

  
Ing. Francisco Javier Orduña  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
Número de Identificación: 404-0

TOMAS DE RECEPCIÓN, SUMINISTRO Y CARBURACION.

Los soportes de las tomas están fijos y anclados al piso.

Los soportes están diseñados para un esfuerzo previsible causado por el movimiento de un vehículo conectado a una manguera.

En todas las tomas de recepción, suministro y carburação propia se cuenta con un separador mecánico y se han omitido los puntos de fractura

El diseño de las tomas es tal que, al descargar un vehículo, no se obstaculiza la circulación.

Cuentan con válvulas de exceso de flujo y de cierre de emergencia.

Las tomas de recepción están localizadas una por el lado Sur del tanque de almacenamiento I y a una distancia de 16.50 metros del mismo; en esta toma se realiza la descarga de remolques-tanque y otra por el lado Este de la zona de almacenamiento y a una distancia de 12.00 metros de la misma, donde se efectúa la descarga de carros-tanque de F.F.C.C. (canceladas).

Tomas de recepción:

Para descargar remolques-tanque se cuenta con seis juegos de tomas, constando estos juegos de dos bocas terminales de 51 mm (2") de diámetro para conducir gas-líquido que se conectan a la tubería general de 152 mm (6") de diámetro; además cada juego está integrado por una boca terminal de 32 mm (1 1/4") de diámetro para conducir gas-vapor que se conecta a la tubería general de 76 mm (3") de diámetro.

Cuenta con válvulas no retroceso, válvulas de cierre manual y válvulas internas de actuación remota tipo neumático e indicador de flujo.

Las bocas terminales de gas-líquido y gas-vapor en la descarga de remolque-tanques y carga de autos-tanque cuentan con válvulas de control remoto neumáticas.

Tomas de suministro:

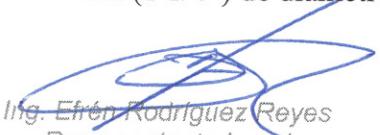
Las tomas de suministro están localizadas por el lado Oeste de los tanque de almacenamiento y a una distancia de 6.00 metros de los tanques.

Para la carga de autos-tanque se realiza por medio de tres bombas, teniéndose la tubería a la descarga de 101 mm (4") de diámetro, hasta llegar a los seis juegos de tomas, donde cada juego su diámetro es de 51 mm (2") de diámetro conservándolo hasta su boca terminal; la tubería que conduce gas-vapor en esta trayectoria es de 51 mm (2") de diámetro, ya en la toma se divide en 32 mm (1 1/4") de diámetro conservándolo hasta su boca terminal. Cuenta con válvulas de exceso y no retroceso, válvulas de cierre manual y válvulas internas de actuación remota tipo neumático

Toma de carburação:

La toma de carburação está localizada por el lado Oeste del muelle de llenado, estando dicha toma a una distancia de 6.00 metros de las llenadoras.

Para carga de tanque montado en vehículos propiedad de la misma empresa, se cuenta con una toma para carburação, se realiza por medio de las bombas I y II teniéndose la tubería a la descarga de 51 mm de diámetro, hasta la llegada del medidor de 32 mm, La salida del mismo a 32 mm (1 1/4") de diámetro.

  
Ing. Efren Rodriguez Reyes  
Representante Legal

  
Ing. Ramiro Gomez Rivas  
Proyecto  
Ced. Prof. 2514950

  
Ing. Francisco Javier Orduña  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
Número UNISEL D 104.0

La manguera utilizada es de 2.54 cm (1") y tiene una longitud de 6 metros, cuenta con válvula de cierre rápido y seguro de apertura. Asimismo esta línea cuenta con válvula de exceso de flujo y válvula de cierre de acción remota

Las líneas de tubería que hacen el recorrido de zona de almacenamiento a las tomas de recepción, suministro y carburación, van visibles, permitiendo además la ventilación y mantenimiento de las mismas.

Todas las tomas cuentan en sus bocas terminales con una válvula de exceso de flujo de cierre automático, dos válvulas de globo recta, una válvula automática doble no retroceso un tramo de manguera especial para Gas L.P. y un acoplador de llenado, siendo éstos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene y solo en las tomas para gas-líquido se cuenta además con una válvula de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas de 6.4 mm (1/4") de diámetro.

Tomas de descarga de carros-tanque de F.F.C.C. se encuentran canceladas.

#### Mangueras y conexiones:

Las mangueras cuentan con una capa de refuerzo metálico o de fibras textiles.

Son de materiales resistentes a la acción del Gas L.P. y para una presión de trabajo de 2.4 MPa (24.47 kgf/cm<sup>2</sup>).

Las mangueras que permanentemente están conectadas a las tomas cuentan en sus extremos libres, con una válvula de operación manual; si ésta es de cierre rápido, con seguro.

Todas las mangueras usadas para conducir Gas L.P. son especiales para éste uso, construidas con hule neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y a la acción del Gas L.P., están diseñadas para una presión de trabajo de 17.57 Kg/cm<sup>2</sup> y una presión de ruptura de 40 Kg/cm<sup>2</sup>. Se cuenta con mangueras en el múltiple de llenado para cilindros y en las tomas de recepción y suministro y carburación, estando estas protegidas contra daños mecánicos.

Las mangueras cuando no están en servicio sus acopladores quedarán protegidas con tapón.

#### Soportes:

Estas tomas, para su mejor protección, están fijas en un extremo de su boca terminal en un marco metálico, contándose también en esta zona con pinzas especiales para conexión a "tierra" de los transportes al momento de efectuar el trasiego del Gas L.P., los coples soldables que contienen a las abrazaderas cuentan con puntos de ruptura.

#### Área de colocación de sello de garantía

La fuente de calor no es Clase I, División 1 por lo que se localiza fuera del muelle de llenado, zona de almacenamiento y de la zona de carga y descarga de recipientes transportables. A una distancia mayor de 12 metros de las áreas confinadas mencionadas.

Dado que el fluido calefactor es el aire ambiente, no se toma del muelle de llenado o de la zona de carga y descarga de recipientes transportables.

El equipo utilizado para aplicar el fluido calefactor lo aplica a presión positiva.

  
Ing. Elrén Rodríguez Reyes  
Representante Legal

  
Ing. Ramón Gómez Rivas  
Proyecto  
Ced. Prof. 2514950

  
Ing. Francisco Javier Orduña  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
Número de Inscripción 404-0

Las firmas que aquí se plasman, corresponden a la Memoria, Técnico Descriptiva y Justificativa de la Planta de Almacenamiento para Distribución de Gas L.P., propiedad de "GAS LICUADO, S.A. DE C.V.", ubicada en Calle 1 No. 722 Zona Industrial, Municipio de Guadalajara, Jalisco, México.

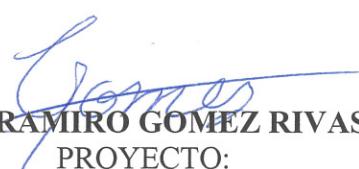
Guadalajara, Jal., Noviembre de 2015



**LIC. EFREN RODRIGUEZ REYES**  
REPRESENTANTE LEGAL



**ING. FRANCISCO JAVIER ORDUÑA RODRIGUEZ**  
UNIDAD DE VERIFICACION EN GAS L.P.  
ENTIDAD DE VERIFICACION S.A. DE C.V.  
REG. No. UVSELP 191 - C



**ING. RAMIRO GOMEZ RIVAS**  
PROYECTO:  
ING. MECANICO ELECTRICISTA  
CED. PROF. 2514950