

Planta de distribución de Gas L.P.  
Propiedad de Thermogas S.A. de C.V.  
Planta Tizapan  
Memoria Técnico-Descriptiva.  
Sección Civil

---

## Memoria Técnico-Descriptiva

Planta de Distribución de Gas L.P.  
Título de Permiso  
**LP/13922/DIST/PLA/2016**

Nombre del Proyecto:  
**“PLANTA TIZAPAN”**

Sección:  
**Civil**

Propiedad de:  
**THERMOGAS S.A. de C.V**

Capacidad de Almacenamiento:  
**151,500 Litros en un recipiente**

Domicilio:

**KM 46+000 de la Carretera Jiquilpan–Guadalajara Municipio de Tizapan el Alto Estado de Jalisco**

Fecha:  
**Agosto de 2016**



**Efren Rodríguez Reyes**  
Representante Legal



**Francisco Javier Orduña Rodríguez**  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
DANIELA IV/SEI D 1010

Planta de distribución de Gas L.P.  
Propiedad de Thermogas S.A. de C.V.  
Planta Tizapan  
Memoria Técnico-Descriptiva.  
Sección Civil

Breve Descripción de la Adecuación:

El proyecto obedece a la adecuación de la planta a los lineamientos de la Norma Oficial mexicana NOM-001-SESH-2014, Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras de operación

1.- Normatividad Aplicable

1.1.- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014 Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras de operación.

1.2.-Cumpliendo con los requisitos del Reglamento de Construcción del Municipio de Tizapan el Alto, Estado de Jalisco.

1.3.-Usando como referencia Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de concreto:

Reglamento de las construcciones de concreto reforzado ACI-318-89-R92, ACI-318R-89 y ACI-318-71 (American Concrete Institute).

I.- CUMPLIMIENTO A LA NORMATIVIDAD

Especificaciones del proyecto civil

Requisitos del predio

- El predio donde está construida la planta de distribución cuenta, como mínimo, con un acceso consolidado que permite el tránsito seguro de vehículos. No existen líneas eléctricas con tensión mayor a 4 000 V, ajenas a la planta de distribución, que crucen el predio de la misma.
- La distancia mínima entre la tangente del recipiente de almacenamiento más cercano a elementos externos es la establecida en las características constructivas del proyecto civil. La medición se hace desde la tangente del recipiente de almacenamiento más cercano hasta la pared de la edificación del lugar de reunión.
- Las distancias mínimas medidas conforme a los numerales, tienen una tolerancia de 2%.

Urbanización

- a) El terreno de la planta de distribución tiene las pendientes y los sistemas para desalojo del agua pluvial que evitan su inundación. Las zonas de circulación y los estacionamientos de los auto-tanques y vehículos de reparto tienen como mínimo una terminación superficial consolidada.
- b) Las zonas de circulación tienen una amplitud mínima de 3.5 m para que el movimiento de vehículos sea seguro.

Efren Rodríguez Reyes  
Representante Legal

Francisco Javier Orduña Rodríguez  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
Rancho Tlalpan IVM/SEIP P 101C

Planta de distribución de Gas L.P.  
Propiedad de Thermogas S.A. de C.V.  
Planta Tizapan  
Memoria Técnico-Descriptiva.  
Sección Civil

---

### Delimitación del predio

- Por estar en zona no urbana, y la distancia entre la tangente del recipiente de almacenamiento más cercano al centro de la carretera federal o estatal es menor o igual a 100 m, el costado que ve a ésta, está delimitado por una barda ciega de tabique, con una altura mínima de 3 m, y los demás costados están delimitados, con malla ciclónica u otro material incombustible con una altura mínima de 1.8 m.

### Accesos

#### Puertas para vehículos y personas

- Las puertas para personas son parte integral de la puerta para vehículos.
- El claro mínimo de las puertas para vehículos es como mínimo de 6 m.
- Las puertas en la planta de distribución por estar en zona no urbana, con distancia menor de 100 m de la tangente del recipiente de almacenamiento más cercano al centro de carretera federal o estatal, son metálicas.
- La planta de distribución cuenta con una salida de emergencia que conduce a un lugar que facilita el desalojo de vehículos, personas o ambos. Las puertas de dicha salida tienen un claro mínimo de 6.00 m, son metálicas, con altura mínima de 1.80 m.

#### Para carro-tanques

- No se cuenta con acceso para carro tanques

#### Descripción de circulación interior.

- Se cuenta con área suficiente de circulación en la parte interior de la planta, para la circulación segura de los vehículos de la empresa y personas siendo en su parte más angosta de 12.90 m.
- La terminación superficial del área de circulación es empedrada.

#### Edificaciones

- Las edificaciones en el interior de la planta de distribución son materiales no combustibles en los acabados y estructuras exteriores.

#### Características de las construcciones y materiales empleados

- Las oficinas, bodegas, sanitarios y demás construcciones al interior de la planta están realizadas en muros losas y pisos con material incombustible, siendo los muros de tabique, lozas de concreto con terminación de aplanado de cemento y, pisos de cemento, con ventanas y puertas de estructura metálica.

Planta de distribución de Gas L.P.  
Propiedad de Thermogas S.A. de C.V.  
Planta Tizapan  
Memoria Técnico-Descriptiva.  
Sección Civil

---

- Se cuenta con cuarto de servicio en el interior de la planta para el personal de vigilancia.
- Se cuenta con servicios sanitarios.
- Se cuenta con comedor para uso del personal, ubicadas a más de 25.00 m del tanque de almacenamiento.

#### Zona de almacenamiento

- El piso tiene terminación de concreto y cuenta con un desnivel que permite el desalojo del agua pluvial en esta zona.

#### Bases de sustentación de los recipientes de almacenamiento

- En su momento fueron diseñadas de conformidad con un estudio de mecánica de suelos
- Para su cálculo, como mínimo, se consideró que el recipiente de almacenamiento se encuentra lleno con un fluido cuya densidad sea de 1.0 kg/L.
- Permiten los movimientos de dilatación y contracción del recipiente de almacenamiento.
- Los recipientes de almacenamiento están diseñados para ser colocados sobre bases de sustentación tipo cuna por lo que quedan colocados en la parte de la placa de apoyo.

#### La placa de apoyo:

- a) Cubre un ángulo no menor a 120°.
- b) Tiene un espesor mínimo de 6.35 mm.
- c) Esta soldada al recipiente de almacenamiento, en todo su perímetro, por arco eléctrico, y su cara interior y la del recipiente están cubiertas como mínimo, con un primario anticorrosivo.
- d) Quedar su superficie completamente sobre la base de sustentación.

#### Colocación de recipientes de almacenamiento

- Entre la placa de apoyo y la base de sustentación se colocó material impermeabilizante para minimizar los efectos de corrosión por humedad.

#### Escaleras y pasarelas

- Para efectuar la lectura de los instrumentos de indicación local en los recipientes de almacenamiento, se cuenta con una escalerilla fija, individual.

Planta de distribución de Gas L.P.  
Propiedad de Thermogas S.A. de C.V.  
Planta Tizapan  
Memoria Técnico-Descriptiva.  
Sección Civil

---

- Para el acceso a la parte superior de los recipientes de almacenamiento, se cuenta con una escalera fija y permanente, terminada en pasarela. Se tienen dos o más recipientes de almacenamiento colocados en batería, por lo que la pasarela se extiende de forma que permite el tránsito entre ellos. Las escaleras y pasarelas están construidas con material incombustible.
- Las escaleras no son verticales.

#### Nivel de domos de los recipientes de almacenamiento

- Las zonas de líquido tres recipientes de almacenamiento se encuentran interconectadas, por lo que éstos quedan nivelados en sus domos o en sus puntos de máximo llenado, con una tolerancia máxima de  $\pm 2\%$  del diámetro exterior del recipiente menor.

#### Protección contra impacto vehicular

Los elementos detallados a continuación, pueden ser alcanzados por un vehículo automotor, por lo que están protegidos contra impacto vehicular.

- a) Bases de sustentación y recipiente de almacenamiento.
- b) Compresores y bombas.
- c) Soportes de toma de recepción.
- d) Soportes de toma de suministro.
- e) Soportes de toma de carburación de autoconsumo, en su caso.
- f) Dique del cubeto de retención, en su caso.

#### Medios de protección

- a) De concreto armado de 20 cm x 20 cm, como mínimo.

#### Plataforma de concreto

- Plataforma de concreto armado con altura no menor de 60 cm sobre el NPT.
- Muretes de concreto armado de 20 cm de espesor mínimo, altura mínima 60 cm sobre el NPT, y espaciados a no más de 1 m entre caras laterales. Es corrido, por lo que permite el desalojo de las aguas pluviales.

#### Ubicación de los medios de protección

- Los medios de protección están colocados cuando menos en los costados de la zona que contenga los elementos a proteger que colindan con la zona de circulación de vehículos.

Planta de distribución de Gas L.P.  
Propiedad de Thermogas S.A. de C.V.  
Planta Tizapan  
Memoria Técnico-Descriptiva.  
Sección Civil

- 
- Para las tomas de suministro, recepción o carburación, ubicadas en isletas, los medios de protección están colocados en los lados que enfrentan el sentido de la circulación.

**Pintura en topes y protecciones**

- Los topes y protecciones están pintadas con franjas diagonales alternadas de amarillo y negro.

**Trincheras para tuberías**

- No se cuenta con trinchera para tuberías.

**Muelle de llenado para recipientes transportables**

- Construido en una plataforma, rellena y con piso revestido de concreto.
- Cuenta con un techo de material incombustible que cubra toda el área del muelle.
- Como colinda con el área de carga y descarga de recipientes transportables, en los lados donde se llevan a cabo estas maniobras el techo tiene una altura mínima de 2.7 m sobre el NPT de la plataforma.

**Área de carga y descarga de recipientes transportables**

- Construida sobre una plataforma, rellena y con piso revestido de concreto.
- Los bordes del área de carga y descarga de la plataforma están protegidos con materiales como productos sintéticos ahulados o madera. Los medios para fijar la protección, tales como tornillos, flejes, abrazaderas, etc., no sobresalen del material de protección.
- Cuando el piso del área de carga y descarga presenta un desnivel de  $\pm 20$  cm con respecto a la plataforma de los vehículos de reparto, se utilizan medios que igualen los niveles y permitan el manejo seguro de los recipientes transportables entre la plataforma del vehículo y el área de carga y descarga.
- Cuenta con un techo de material incombustible que cubre toda el área y con una altura mínima de 2.7 m sobre el NPT de la plataforma en los lados donde se realiza la carga y descarga.

**Zona de revisión de recipientes transportables**

- No se utiliza carda para la limpieza de los recipientes transportables.

Efren Rodríguez Reyes  
Representante Legal

Francisco Javier Orduña Rodríguez  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
Renovada UNVERP 1910

Planta de distribución de Gas L.P.  
Propiedad de Thermogas S.A. de C.V.  
Planta Tizapan  
Memoria Técnico-Descriptiva.  
Sección Civil

---

La zona de revisión de recipientes transportables cumple con los siguientes requisitos:

- a) No colinda con la zona de circulación vehicular, por lo que no cuenta con protecciones contra impacto vehicular.
- b) Cuenta con piso revestido de concreto.
- c) Su área es como mínimo de 9 m<sup>2</sup>.

**Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados**

Cumple con los siguientes requisitos:

- a) No está ubicada en el muelle de llenado para recipientes transportables.
- b) Cuenta con piso de material incombustible que evite el contacto directo de los recipientes con la tierra.
- c) Su área es como mínimo de 9 m<sup>2</sup>.

**Zona de venta al público**

- No cuenta con área de venta al público.

**Estacionamientos**

- Se cuenta con espacio en el interior de la planta de distribución para vehículos utilitarios y del personal de la planta, donde se cuenta con techos, estos son de materiales incombustibles.
- Los estacionamientos para vehículos de reparto, auto-tanques y semirremolques están en el interior de la planta de distribución y están delimitados por cajones.
- Los cajones están ubicados de manera que los vehículos que se colocan en ellos permiten la salida de cualquier vehículo sin necesidad de mover otro.
- Estas áreas de estacionamiento no obstruyen los accesos ni el funcionamiento del equipo contra incendio, del interruptor general eléctrico, de los accesos a la planta de distribución o de la salida de emergencia.

**Talleres**

- Se cuenta con talleres para el mantenimiento de recipientes transportables o de equipos de la planta de distribución, para la reparación de vehículos de reparto o de auto-tanques.
- El taller para reparación de vehículos, es para uso exclusivo de vehículos utilizados de la empresa. No se cuenta con fosas.

**Espuelas de ferrocarril y torre de descarga**

- No se cuenta con espuelas de ferrocarril ni torre de descarga.

Francisco Javier Orduña Rodríguez  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
Registro INVERP 1910

Planta de distribución de Gas L.P.  
 Propiedad de Thermogas S.A. de C.V.  
 Planta Tizapan  
 Memoria Técnico-Descriptiva.  
 Sección Civil

### Zona de almacenamiento interno de diésel

No se cuenta con zona de almacenamiento interno de Diésel.

#### Distancias mínimas entre elementos

La planta de distribución cumple con las siguientes distancias.

13.1.- De la tangente del recipiente de almacenamiento más cercano a:	Mínima	Existente
Límite del predio de la planta de distribución	15 m	17.60 m
Espuela de ferrocarril, riel más próximo	15 m	NO APLICA
Llenaderas de recipientes transportables	6 m	6.30 m
Plataforma del muelle de llenado	5 m	6.05 m
Linderos de la zona de revisión de recipientes transportables	5 m	10.39 m
Zona de venta al público	15 m	NO APLICA
Oficinas, bodegas, cuarto de servicio o caseta de vigilancia	15 m	43.20 m
Otro recipiente de almacenamiento de Gas L.P., ubicado en el interior de la planta de distribución	1.5 m o 1/4 de la suma de los diámetros de ambos tanques, lo que resulte mayor	NO APLICA
Piso terminado	1.5 m	2.10 m
Planta generadora de energía eléctrica	25 m	NO APLICA
Talleres, incluyendo los de equipos de carburación a Gas L.P.	25 m	46.77 m
Zona de almacenamiento interno de diésel	25 m	NO APLICA
Boca de toma de carga y descarga de diésel	15 m	NO APLICA
Boca de toma de carburación de autoconsumo	5 m	6.27 m
Boca de toma de recepción de carro-tanque de ferrocarril	12 m	NO APLICA
Boca de toma de recepción y suministro	5 m	5.87 m
Vegetación de ornato	15 m	18.02 m
Cara exterior del medio de protección a los recipientes de almacenamiento	2 m	2.00 m
Fuente de calor del sistema de sellado que no es adecuada para áreas clasificadas Clase 1, División 1	12 m	45.02 m
Calentadores de agua a fuego directo colocados fuera de construcciones, en muros que den hacia la planta de distribución	25 m	48.11 m
A construcciones en cuyo interior existan estufas, calentadores de agua o parrillas eléctricas o a fuego directo	15 m	43.45 m
El cajón de estacionamiento para vehículos distintos de los de reparto, auto-tanques o semirremolques	10 m	22.82 m

Planta de distribución de Gas L.P.  
 Propiedad de Thermogas S.A. de C.V.  
 Planta Tizapan  
 Memoria Técnico-Descriptiva.  
 Sección Civil

13.2.- De llenadera de recipientes transportables a:	Mínima	Existente
Zona de venta al público	10 m	NO APLICA
Límite del predio de la planta de distribución	15 m	19.30 m
Oficinas, bodegas, cuarto de servicio o caseta de vigilancia	15 m	36.90 m
Boca de toma de recepción, suministro y carburación	5 m	8.84 m
Fuente de calor del sistema de sellado que no es adecuada para áreas clasificadas Clase 1, División 1	12 m	37.74 m
Calentadores de agua a fuego directo colocados fuera de construcciones, en muros que den hacia la planta de distribución	25 m	41.26 m
A construcciones en cuyo interior existan estufas, calentadores de agua o parrillas eléctricas o a fuego directo	15 m	36.71 m

Para efectos de medición de las distancias, éstas se consideran a partir de la unión entre la manguera y la tubería rígida y hasta el perímetro más próximo de la instalación de que se trate.

13.3.- De la boca de toma de recepción, suministro o carburación más cercana a:	Mínima	Existente
Límite del predio de la planta de distribución	8 m	10.97 m
Zona de venta al público	15 m	NO APLICA
Oficinas, bodegas, cuarto de servicio o caseta de vigilancia	15 m	44.57 m
Talleres, incluyendo los de equipos de carburación a Gas L.P.	25 m	44.95 m
Almacén interno de combustible diferente al Gas L.P.	20 m	NO APLICA
Fuente de calor del sistema de sellado que no es adecuada para áreas clasificadas Clase 1, División 1	12 m	44.36 M
Calentadores de agua a fuego directo colocados fuera de construcciones, en muros que den hacia la planta de distribución	25 m	48.85 m
A construcciones en cuyo interior existan estufas, calentadores de agua o parrillas eléctricas o a fuego directo	15 m	44.57 m

13.4.- De bombas y compresores más cercanos a:	Mínima	Existente
Límite de sus zonas de protección	0.8 m	3.13 m

13.5.- De soportes de tomas de recepción, suministro o carburación de autoconsumo, o de la boca de toma del área de carga y descarga de diésel a:	Mínima	Existente
Parámetro		
Paño exterior del medio de protección contra impacto vehicular	0.5 m	.90 m

13.6.- Del paño exterior del dique del cubeto de retención al:	Mínima	Existente
Parámetro		
Paño exterior del medio de protección contra impacto vehicular	0.5 m	NO APLICA

Planta de distribución de Gas L.P.  
 Propiedad de Thermogas S.A. de C.V.  
 Planta Tizapan  
 Memoria Técnico-Descriptiva.  
 Sección Civil

**Distancias mínimas externas de las tangentes de los recipientes de almacenamiento.**

Las distancias mínimas entre elementos externos a la planta de distribución y la tangente de sus recipientes de almacenamiento deben ser las siguientes:

Elemento	Mínima Distancia	Existente Distancia
a) Almacén de combustible externo	100 m	NO APLICA
b) Almacén de explosivos	100	NO APLICA
c) Casa habitación	100	NO APLICA
d) Escuela	100	NO APLICA
e) Hospital	100	NO APLICA
f) Iglesia	100	NO APLICA
g) Lugar de reunión	100*	NO APLICA
h) Recipientes de almacenamiento de otras plantas de distribución, depósito o suministro propiedad de terceros	30	NO APLICA
i) Recipientes de almacenamiento de una estación de Gas L.P., para carburación	15	NO APLICA

## II.- CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS

### Bases de Sustentación de los tanques de almacenamiento

Se tomaron como base para el cálculo las fórmulas siguientes:

$$F = \frac{W}{A} + \frac{M Y}{I}; \quad dv = \frac{dy}{Vc \times J \times b}; \quad dm = \sqrt{\frac{M}{r * b}}$$

$$M = \frac{W \times L^2}{fs \times J \times dm}; \quad As = \frac{M}{Vc \times J \times b}; \quad \mu = \frac{V1}{\Phi \times J \times dv}$$

Planta de distribución de Gas L.P.  
Propiedad de Thermogas S.A. de C.V.  
Planta Tizapan  
Memoria Técnico-Descriptiva.  
Sección Civil

En donde:

F = Resistencia del terreno.

W = Carga por soporte.

M = Momento flexionante máximo.

As = Área de varillas

$f'_c$  = Resistencia a la ruptura del concreto =  $210 \text{ Kg/cm}^2$

$f_y$  = Esfuerzo en el límite de fluencia del acero  
 $= 4,000 \text{ Kg/cm}^2$

$f_s$  = Resistencia a la tensión del acero =  $0.50 \times f_y$   
 $= 0.50 (4,000) = 2,000 \text{ Kg/cm}^2$

$V_c$  = Esfuerzo cortante del concreto =  $0.03 \times f_c$   
 $= 0.03 (210) = 6.3 \text{ Kg/cm}^2$

$\mu$  = Esfuerzo de adherencia =  $0.05 \times f_c = 0.05 (210)$   
 $= 10.5 \text{ Kg/cm}^2$

$E_c$  = Módulo de elasticidad del concreto =  $10,000 \sqrt{f'_c}$   
 $= 10,000 \sqrt{210} = 144,914 \text{ Kg/cm}^2$

$E_s$  = Módulo de elasticidad del acero =  $2,200,000 \text{ Kg/cm}^2$

$N$  = Módulo de elasticidad equivalente =  $E_s/E_c$   
 $= 2,200,000/144,914 = 15,18$

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

$$K = \frac{\frac{1}{1 + f_s}}{\frac{N \times f_c}{15.18 (94.5)}} = \frac{1}{1 + 2,000} = 0.42$$

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

Planta de distribución de Gas L.P.  
Propiedad de Thermogas S.A. de C.V.  
Planta Tizapan  
Memoria Técnico-Descriptiva.  
Sección Civil

Datos del tanque

Capacidad en Kg. $H_2O$	151,500 Kg
Tara en Kg. :	23,500 Kg
Peso total en Kg.:	175,000 Kg
Carga por soporte:	87,500 Kg

Peso aproximado de la Base:

Densidad del concreto reforzado = 2400 Kg/m<sup>3</sup>

Dimensiones

$$\begin{array}{ll} \text{Columna } 2.55 \times 3.50 \times .40 & = 3.57 \\ \text{Zapata } 4.40 \times 5.60 \times .45 & = 11.09 \end{array}$$

$$2,400 \text{ Kg/m}^3 \times 14.66 \text{ m}^3 = 35.184 \text{ Kg.}$$

Para seguridad en el diseño de las zapatas se considera un terreno con resistencia de 5.00 Ton/m<sup>2</sup>, valor crítico para un subsuelo poco compacto, usado para fines de cálculo.

$$\frac{\text{Área de la Zapata} = \frac{\text{Carga por soporte} + \text{peso aprox. base}}{\text{Resistencia del terreno}}}{}$$

$$\frac{\text{Área de la Zapata} = \frac{87,500 + 35,184}{5,000}}{= 24.54 \text{ m}^2}$$

$$\frac{\text{Área del trapecio} = \frac{(4.40 + 3.50)}{2} \times 2.60}{= 10.27 \text{ m}^2}$$

Efren Rodríguez Reyes  
Representante Legal

Francisco Javier Orduña Rodríguez  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
Registro INSEIP 1910

Planta de distribución de Gas L.P.  
 Propiedad de Thermogas S.A. de C.V.  
 Planta Tizapan  
 Memoria Técnico-Descriptiva.  
 Sección Civil

V1 = Esfuerzo cortante = Área del trapecio x Resistencia del terreno.

$$V1 = 10.27 \times 5,000 = 51,350 \text{ Kg.}$$

$$dv = \frac{V1}{Vc \times J \times b} = \frac{51,350}{63,000 \times 0.86 \times 2.60} = 0.36 \text{ m. + Recub.}$$

$$= 0.43 \text{ m.}$$

El peralte de la zapata propuesta es de 0.45 m.

$$M = V1 \times L = 51,350 \times 0.45 = 23,108 \text{ Kg-m}^2$$

$$f_c = 0.45 \times f'_c = 0.45 (210) = 94.5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$r = f_c / 2 \times J \times k = (94.5) / 2 \times 0.86 \times 0.42 = 170,700 \text{ Kg/cm}^2$$

$$dm = \sqrt{\frac{M}{r \times b}} = \sqrt{\frac{23,108}{170,700 \times 2.60}} = 0.23 \text{ m + Recub.}$$

$$= 0.30 \text{ m}$$

Peralte de la Zapata propuesta es de 0.45 m

$$As = \frac{M}{F_s \times J \times dm} = \frac{23.108 \times 100}{2,000 \times 0.86 \times 45} = 29.86 \text{ cm}^2.$$

  
**Efren Rodríguez Reyes**  
 Representante Legal

  
**Francisco Javier Orduña Rodríguez**  
 Gerente Técnico  
 ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
 Registrada INVERIFIP 1910.

Planta de distribución de Gas L.P.  
Propiedad de Thermogas S.A. de C.V.  
Planta Tizapan  
Memoria Técnico-Descriptiva.  
Sección Civil

Área de varillas =  $29.86 \text{ cm}^2$

26 varillas de  $5/8"$  a cada  $17 \text{ cm}$ .

$$A_s = 26 \times (1.59)^2 \times 0.78 = 51.27 \text{ cm}^2$$

$$\Phi = \text{No. de varillas} \times \text{perímetro} = 26 \times 3.1416 \times 1.59 \\ = 129.67 \text{ cm.}$$

Chequeo por adherencia:

$$\mu = 0.05 \times f'_c = 0.05 \times 210 = 10.50 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\mu = \frac{V_1}{\Phi \times J \times dv} = \frac{51,350}{129.87 \times 0.86 \times 45} = 10.22 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\mu = 10.22 \text{ Kg/cm}^2 < 10.50 \text{ Kg/cm}^2$$

Esfuerzo cortante sísmico aplicado en la parte superior del soporte (Vs) :

$$V_s = K' \times W$$

Donde:

$$K' = \text{Coeficiente sísmico} = 0.10$$

$$W = \text{Carga por soporte} = 87,500 \text{ Kg.} = 87.50 \text{ Ton.}$$

$$V_s = 0.10 \times 87.50 = 8.75 \text{ Ton.}$$

Momento de volteo por sismo (Ms):

$$M_s = V_s \times h$$

Donde:

$$h = \text{Altura desde el centro de gravedad de todas las cargas.}$$

$$M_s = 8.75 \times 3.00 = 26.25 \text{ Ton-m.}$$

Planta de distribución de Gas L.P.  
Propiedad de Thermogas S.A. de C.V.  
Planta Tizapan  
Memoria Técnico-Descriptiva.  
Sección Civil

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

$$F = \frac{W}{A} + \frac{M\gamma}{I}$$

Donde:

$$\begin{aligned} A &= \text{Área de la zapata propuesta} = b \times L \\ &= 4.40 \times 5.60 = 24.64 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M\gamma &= \text{Momento de flexión} = M_s \times L/2 \\ &= 26.25 \times 5.60 / 2 = 73.50 \text{ Ton/m}^2 \end{aligned}$$

$$I = \text{Momento de inercia} = \frac{b \times L^3}{12}$$

$$= \frac{4.40 \times (5.60)^3}{12} = 64.39 \text{ m}^4$$

Sustituyendo:

$$F = \frac{87.50}{24.64} + \frac{73.50}{64.39} = 3.55 + 1.14 = 4.69 \text{ Ton/m}^2$$

Planta de distribución de Gas L.P.  
Propiedad de Thermogas S.A. de C.V.  
Planta Tizapan  
Memoria Técnico-Descriptiva.  
Sección Civil

---

Para verificar que no haya tensiones en la base el valor de F debe ser menor que dos veces el efecto instantáneo (W / A)

$$F \leq 2(W/A)$$

$$4.69 \text{ Ton/m}^2 < 2(3.55) \text{ Ton/m}^2$$

$$4.69 \text{ Ton/m}^2 < 7.10 \text{ Ton/m}^2$$



Efren Rodríguez Reyes  
Representante Legal

Francisco Javier Orduña Rodríguez  
Gerente Técnico  
ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.  
Registro INAEIP 1010

Planta de distribución de Gas L.P.  
Propiedad de Thermogas S.A. de C.V.  
Planta Tizapan  
Memoria Técnico-Descriptiva.  
Sección Civil

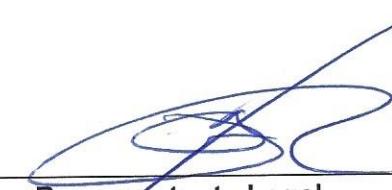
---

Agosto de 2016



---

**Proyectista**  
Ing. Jorge Dueñas Kittrell  
Cédula Prof. No. 1024155 DGP SEP



---

**Representante Legal**  
Efrén Rodríguez Reyes



---

**ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.**  
Francisco Javier Orduña Rodríguez  
Gerente Técnico  
No. de Registro: UVSELP 191-C