

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**



**INSTITUTO DE CIENCIAS MATEMÁTICAS  
ESCUELA DE GRADUADOS**

**TESIS DE GRADO**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**“MAGÍSTER EN CONTROL DE OPERACIONES Y GESTIÓN  
LOGÍSTICA”**

**TEMA**

**“MODELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO ÓPTIMO DE  
UN TANQUE ESTACIONARIO DE ALMACENAMIENTO DE GLP  
APLICADO AL NEGOCIO DE COMERCIALIZACIÓN AL GRANEL”**

**AUTORES**

**VANESSA MIREYA SALAZAR VILLALVA  
GIOVANNY EDUARDO MARTÍNEZ URDIALES**

**Guayaquil- Ecuador**

**AÑO  
2011**

# AGRADECIMIENTO

A Jehová Dios por su guía y protección en cada instante de mi vida.

A Jorge, Giovanni, Christian, Dalton, Guillermo, Diana, Johanna, Joselin, Pamela y Andrea por su ayuda invaluable en el cumplimiento de esta meta.

**Vanessa Salazar V.**

A Jesús por cuidar mis pasos siempre. Un especial agradecimiento a todas las personas que hicieron posible el desarrollo del proyecto: Mario Mena, Ernesto Martinez, Hans Palacios, Fernando Bajaña y Johan Dreher.

**Giovanny Martínez U.**

# DEDICATORIA

A mis padres: Mireya y Salomón  
y a mi hermano Carlos.

**Vanessa Salazar V.**

A mis padres, mi esposa y mis hijos: Kevin,  
Ariel y Adrián.

**Giovanny Martínez U.**

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Ph. D. Joseph Páez Chávez  
PRESIDENTE

---

Ing. Jorge Abad Morán  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Fabricio Echeverría Briones  
VOCAL



# **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

---

**Vanessa Mireya Salazar Villalva**

---

**Giovanny Eduardo Martínez Urdiales**

# RESUMEN

En el presente trabajo se analizará una de las problemáticas más comunes que se presentan en las empresas de GLP industrial: determinación del tamaño óptimo de un tanque estacionario de almacenamiento de GLP a granel.

Este se ha constituido en un problema por los diferentes criterios para determinar las variables que permitan elegir un “Tamaño Óptimo” de tanque de GLP a granel. Bajo la óptica del departamento comercial de la industria, éste tendría que “acomodarse” tanto a las exigencias técnicas de la instalación, así como al hecho de que el tamaño del tanque no represente un costo significativo de adquisición, pues, al ser un tanque para manejar un producto explosivo, se lo clasifica como especializado y por ende a mayor tamaño mayor es el costo del bien. Por el otro lado, el departamento de logística de la empresa, al tener una flota de abastecimiento restringida, y de difícil alquiler por la naturaleza del producto a transportar (GLP), siempre velará por colocar unas políticas de abastecimiento con días de autonomía mayores a los necesarios porque eso se reflejará en el número de viajes a realizar por una cisterna abastecedora hacia el cliente. Sin embargo este requerimiento logístico merma en la aceptación del proyecto por parte del cliente puesto que al exigir que el cliente invierta en un tanque de mayor tamaño, hace más costoso la inversión inicial del proyecto.

Considerando los dos puntos de vista antes mencionados, el desarrollo de este proyecto se vale de información proporcionada por ambos departamentos, permitiendo elegir variables principales que facilitarán la propuesta de un modelo para determinar la solución a la problemática previamente establecida. Luego de seleccionadas las variables, y con datos reales, se desarrolla el modelo el cual establece el costo óptimo de abastecimiento en el tanque de tamaño óptimo.

Al final de este trabajo, se muestran comparaciones de los diferentes combinaciones de tanques de abastecimiento (cisternas) con diferentes tamaños de tanques estacionarios.

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	VIII

## CAPÍTULO 1

1. GERENALIDADES DEL PROYECTO.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.3. Metodología.....	3

## CAPÍTULO 2

2. FUNDAMENTO TEÓRICO.....	6
2.1 Características físicas y químicas del Gas Líquido de Petróleo.....	6
2.2 Depósitos de GLP.....	12
2.2.1 Capacidad de Almacenamiento.....	12
2.2.2 Depósitos.....	13
2.2.4 Instalación de Almacenamiento.....	15
2.2.5 Tanque fijo o estacionario.....	16
2.3 Modelo de Costos de Transporte.....	20
2.3.1 Parámetros del Modelo:.....	21
2.3.2 Parámetros de Ruta.....	21
2.3.3 Costos Fijos.....	24
2.3.4 Costos Variables.....	24
2.4 Valor Actual Neto.....	25
2.5 Tasa de Rentabilidad.....	26
2.6 Costos de Inversión.....	26
2.6.1 Características del Producto.....	27

2.6.2 Relación Peso – Volumen.....	27
2.6.3 Relación Valor – Peso.....	28
2.6.4 Sustituibilidad.....	29
2.6.4 Riesgo.....	31

### **CAPÍTULO 3**

3 MODELO PARA EL CÁLCULO DEL TAMAÑO ÓPTIMO DE TANQUE EN UNA INSTALACIÓN DE GLP A GRANEL: CASO ECUADOR	33
3.1 Definiciones del problema planteado.....	34

### **CAPÍTULO 4**

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
4.1 Conclusiones.....	52
4.2 Recomendaciones.....	53

### **ANEXOS**

### **BIBLIOGRAFÍA**

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Pasos del Proyecto.....	5
Figura 2.1	Temperatura – Tensión de vapor de los GLP.....	9
Figura 2.2	Temperatura – Fase Liquida Vs. Fase Gaseosa.....	10
Figura 2.3	Botella con niveles de Va y Ca.....	11
Figura 2.4	Capacidades y Grupos de Depósitos.....	12
Figura 2.5	Depósitos aéreos.....	13
Figura 2.6	Depósitos enterrados.....	13
Figura 2.7	Disposición de los de Depósitos.....	15
Figura 2.8	Almacenamiento de GLP mediante depósitos fijo.....	16
Figura 2.9	Tanques Fijos o Estacionarios.....	17
Figura 2.10	Instalación típica para tanques estacionarios.....	19
Figura 2.11	Cisterna de Abastecimiento de GLP.....	20
Figura 2.12	Efecto generalizado de la densidad del producto en los costos de logística.....	28
Figura 2.13	Efecto generalizado de la densidad del producto por dólar de los costos de logística.....	29
Figura 2.14	Efecto generalizado del servicio de transporte y nivel promedio de inventario en los costos de logística para un producto con determinado grado de sustitubilidad.....	31
Figura 2.15	Efecto generalizado del riesgo del producto en los costos de logística.....	32
Figura 3.1	Tanque granel colocado en una empresa.....	33
Figura 3.2	Proporción útil de almacenamiento en un tanque de GLP a granel.....	34
Figura 3.3	Regresión simple entre el costo de mantenimiento de un tanque de GLP a granel y tamaño del tanque.....	39
Figura 3.4	Proceso para encontrar la unidad de medida.....	40
Figura 3.5	Costo Total.....	49
Figura 3.6	Costo de Inventario.....	50
Figura 3.7	Rubros de los costos involucrados usando la Cisterna A de Abastecimiento.....	51

# ÍNDICE DE TABLA

Tabla 2.1	Mezclas de Propano y Butano Comercial.....	7
Tabla 2.2	Valores característicos de Propano y Butano Comercial.....	8
Tabla 2.3	Rendimiento de Neumáticos. ....	22
Tabla 2.4	Incrementos del Consumo de Combustible. ....	23
Tabla 3.1	Tamaño y precio de los tanques de almacenamiento de GLP a granel. ....	36
Tabla 3.2	Capacidad en Toneladas de los diferentes tamaños de tanque de GLP a granel. ....	37
Tabla 3.3	Costos de mantenimiento general para las instalaciones de GLP. ....	38
Tabla 3.4	Capacidad de las cisternas de abastecimiento.....	39
Tabla 3.5	Costos de operación de las diferentes cisternas de abastecimiento de GLP a granel. ....	40
Tabla 3.6	Ejemplo de cálculo de costo de inventario para una demanda anual de 100 TM. ....	42
Tabla 3.7	Información relevante para el análisis correspondiente a cada tamaño de tanque de GLP a granel. ....	43
Tabla 3.8	Costos anuales fijos y variables de transporte (\$/Km.). ....	44
Tabla 3.9	Costo Anual de Transporte. ....	45
Tabla 3.10	TIR y VAN del proyecto. ....	46
Tabla 3.11	Costos de transporte anuales. ....	47
Tabla 3.12	TIR de las diferentes combinaciones. ....	48
Tabla 3.13	VAN del proyecto. ....	48
Tabla 3.14	Costo Total.....	49

# INTRODUCCIÓN

La presente tesis desarrolla una solución al problema de definir la capacidad adecuada de un tanque de GLP para abastecimiento a granel de una industria, tomando en consideración los puntos de vista:

- Técnico
- Comercial; y,
- Logístico

Para cerrar negocios, el responsable comercial debe realizar un rápido “análisis de sensibilidad” de las variables que influyen en el precio de los proyectos con las industrias.

El proyecto comienza con la esquematización del proceso de captación de un proyecto industrial, para así analizar las variables que influyen en la aceptación del proyecto por parte del cliente (industria). De esta manera conocer la necesidad comercial de “mover” algunos valores para que la misma resulte atractiva en el cliente, sin encarecer las variables que son necesarias para evaluar la tarifa de transporte, como el tamaño del tanque.



# CAPÍTULO 1

## 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

### 1.1. Antecedentes

Varias empresas utilizan el gas licuado de petróleo (GLP) en su proceso productivo, lo que conlleva a la necesidad de abastecimiento por una de las empresas comercializadoras de GLP del país. Estas empresas comercializadoras buscan a los clientes potenciales para entregar el producto. Es importante indicar que el país, tiene un solo proveedor, que es el estado ecuatoriano (Petroecuador).

El departamento comercial al contactar con estas empresas, coordinan reuniones en las cuales van esclareciendo las necesidades energéticas, para así llegar a una solución de abastecimiento óptima (al menos por el lado comercial). Si bien es cierto, siempre se negocia la mejor opción del lado de la comercializadora, el responsable comercial a cargo, puede ofrecer alguna “sensibilización” en algunas de las ofertas para cerrar la negociación. Esta “sensibilización” en muchos de los casos, afecta uno de los principales costos que involucra el abastecimiento de GLP granel para la

industria: el tanque para recepción de GLP a granel (en el lado de la industria), debido a que el tanque se muestra en muchas “presentaciones” –medidas-, se puede tomar una “presentación” de tanque menor para que la inversión inicial del proyecto baje considerablemente. Al tomar esta decisión, el principal afectado es el departamento de logística<sup>1</sup>:

- Al escoger un tanque de menor tamaño para el almacenamiento de GLP en el cliente, generará viajes adicionales a dicho cliente para abastecer la demanda, que con un tanque más grande se ahorrarían. Estos viajes “adicionales” generan costos de transporte, que tendrán que ser “asumidos” por el presupuesto logístico, si es que el responsable comercial no incluyó lo que genera estos viajes adicionales en la “tarifa mensual comercial” que se cobra por la entrega del GLP a granel.

Esta situación –de escoger un menor tanque- ha causado reiteradamente discusiones entre los departamentos comercial y logística, debido a que mientras el uno defiende el “cierre de una venta a un cliente”, el otro defiende los costos adicionales que pueden poner en peligro la rentabilidad del proyecto.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Desarrollar una aplicación que permita escoger el tamaño de tanque óptimo para el abastecimiento del GLP al granel para una industria.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- a. Identificar las principales variables que generan costos en el abastecimiento de GLP al granel.

---

<sup>1</sup> Empresa Comercializadora de GLP a Granel en el Ecuador

- b. Determinar, considerando el punto de vista de la industria así como de la comercializadora, cuál es el tamaño óptimo del tanque.
- c. Presentar alguna sensibilidad en la opción del tamaño del tanque de granel, tomando en cuenta los costos adicionales que incurre la empresa al realizar mayores viajes.
- d. Delimitar las soluciones de tanque a las que se puedan considerar como óptimas.

### **1.3. Metodología**

La metodología a ser utilizada para el desarrollo del presente proyecto es la siguiente:

1. Análisis detallado del proceso que se sigue hasta el cierre del negocio con un cliente de GLP a granel.

La primera propuesta del departamento comercial, resulta de la recopilación de los detalles que el cliente suministra, en su primer contacto (cliente – comercial) sobre su requerimiento particular.

Adicionalmente, se considerarán puntos claves de la negociación con el cliente, ya que esto permitirá comprender el punto de vista del comercial para realizar el cierre del negocio, así como los puntos sensibles en la negociación (los que pueden moverse o no).

2. Análisis de información referente a transporte.

Es necesario conocer qué tipo de vehículos realizan el reparto, el costo de transporte por kilometro recorrido, las capacidades de las unidades, así como las limitaciones de vehículos que en la zona de reparto se pueda tener.

3. Definición de las variables usadas en los cálculos del modelo a proponer.

Con la información recopilada en los pasos anteriores, se procede a la definición de las variables más importantes que serán utilizadas para la construcción del modelo.

4. Desarrollo del modelo considerando las variables definidas

Con datos reales, suministrados por una Empresa Comercializadora de GLP a Granel en el Ecuador, se procede al desarrollo del modelo.

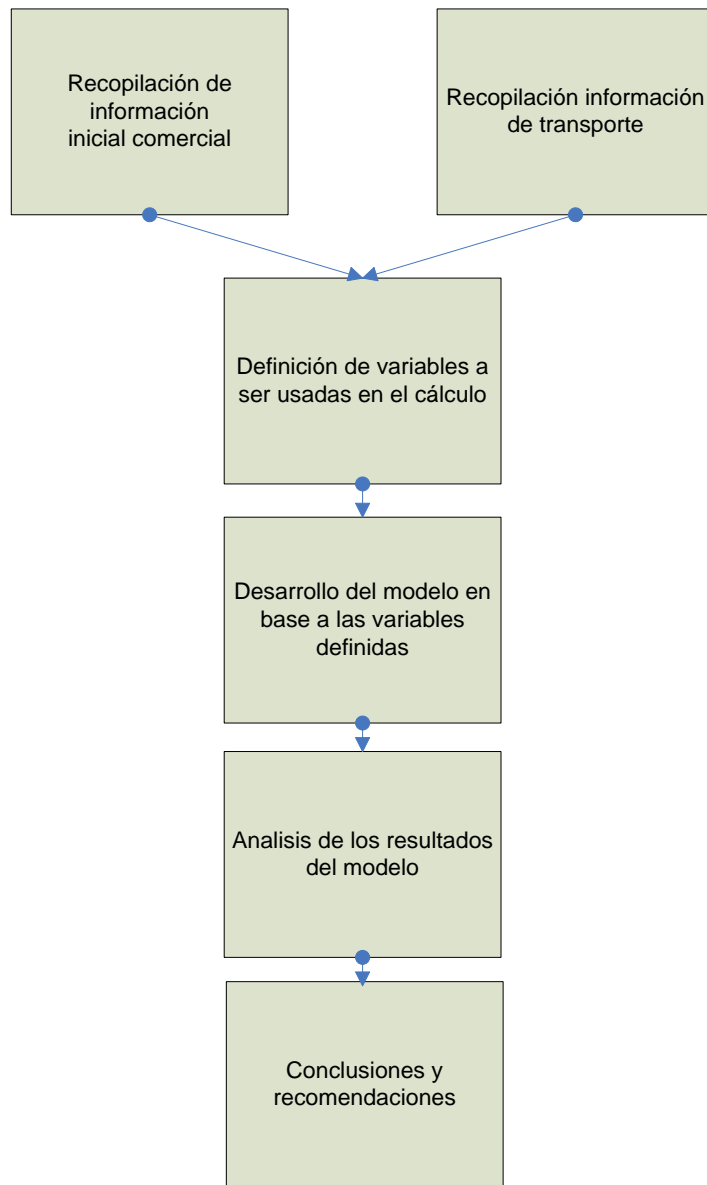
5. Observación de los resultados del modelo propuesto

En esta etapa, se contrastan los costos de despacho por cada tipo de cisterna de abastecimiento, así como para cada tamaño de tanque de granel GLP, efectuándose un análisis del costo del proyecto con un horizonte a 5 años plazo.

Adicionalmente, se va a incluir gráficos que permitirán comparar los costos de los proyectos bajo los distintos tipos de cisternas y tanques de GLP a granel.

6. Conclusiones y recomendaciones

En la Figura 1.1 se detalla en un diagrama de flujo de los pasos del proyecto.



**Figura 1.1: Pasos del Proyecto**

*Fuente: J. López Sopena , Manual de instalaciones de GLP*

# CAPÍTULO 2

## 2. FUNDAMENTO TEÓRICO

### 2.1. Características físicas y químicas del Gas Licuado de Petróleo <sup>2</sup>

GLP es el acrónimo de los Gases licuados del petróleo butano y propano comerciales. Los GLP son hidrocarburos combustibles que en estado normal se encuentran en estado (fase) gaseosa. Se obtienen del refinado del petróleo por destilación fraccionada, del mismo modo que se obtienen otros derivados del petróleo como la gasolina. Los GLP se almacenan en botellas y depósitos en estado (fase) líquida al someterlos a presión.

Los GLP más comunes son el propano y el butano comerciales. Ambos se comercializan cumpliendo las especificaciones vigentes.

---

<sup>2</sup> J. López Sopeña , Manual de instalaciones de GLP

Son básicamente butano y propano y sus mezclas, como vemos en forma resumida en la Tabla 2.1

CLASIFICACIÓN	PROPORCIONES EN VOLUMEN	
	Propano comercial	Butano comercial
Propano (C3)	min. 80%	máx. 20%
Butano (C4)	máx. 20%	min. 80%

**Tabla 2.1: Mezclas de Propano y Butano Comercial**

*Fuente: J. López Sopena, Manual de instalaciones de GLP*

Las mezclas (C3/C4) utilizadas en automoción, una aplicación importante de los GLP, tienen una proporción entre 70/30 y 60/40.

### **Inflamabilidad y combustión:**

Ambos gases forman con el aire mezclas inflamables y necesitan una gran cantidad de aire para su combustión. Resultan inflamables en el aire sólo cuando se mezclan en una cierta proporción:

Propano: entre el 2.2 y el 9.5% de propano

Butano: entre el 1.9 y el 8.5% de butano

### **Presiones de utilización más usuales de los GLP**

Las presiones de GLP más usuales, medidas en milibar (unidad de presión), son las siguientes:

Propano comercial 37 y 50 mbar

Butano comercial 28 mbar

## Valores característicos básicos de los GLP comerciales

VALORES CARACTERÍSTICOS	PROPANO COMERCIAL		BUTANO COMERCIAL	
Tensión de vapor absoluta a 20°C	8.5 bar abs.		2.25 bar abs.	
Temperatura de ebullición a presión atm.	-45°C		-0.5°C	
Masa en volumen de del gas a 20°C y presión atmosférica (p) (valores SEDIGAS)	2.095 kg/m <sup>3</sup>		2.625 kg/m <sup>3</sup>	
Densidad en fase gas (respecto al aire)	1.62		2.03	
Masa en volumen del liquido a 20°C (p)	506 kg/m <sup>3</sup>		580 kg/m <sup>3</sup>	
Densidad en fase liquida (respecto al agua)	0,506		0,58	
Poder Calorífico Superior -Hs-	12,000 kcal/kg	13.95 kWh/kg	11,900 kcal/kg	13.83 kWh/kg
	25,140 kcal/m <sup>3</sup>	29.23 kWh/m <sup>3</sup>	31,240 kcal/m <sup>3</sup>	36.32 kWh/m <sup>3</sup>
Poder Calorífico Superior -Hi-	10,900 kcal/kg	12.67 kWh/kg	10,820 kcal/kg	12.47 kWh/kg
	22,835 kcal/m <sup>3</sup>	26.55 kWh/m <sup>3</sup>	28,400 kcal/m <sup>3</sup>	33.02 kWh/m <sup>3</sup>
Presión atmosférica = 1.01325 bar				
Masa en volumen del aire ρ = 1.293 kg/m <sup>3</sup> Masa volumen del agua ρ = 1,000 kg/m <sup>3</sup>				

**Tabla 2.2: Valores Característicos de Propano y Butano Comercial**

*Fuente: J. López Sopena , Manual de instalaciones de GLP*

En la Tabla 2.2 se observa características tanto del propano como del butano comercial, por ejemplo: temperaturas de ebullición a presión atmosférica, densidad, poder calorífico, entre otras.

### Corrosión

Los GLP no corroen el acero, ni el cobre o sus aleaciones y no disuelven los cauchos sintéticos por lo que éstos materiales pueden ser usados para construir las instalaciones. Si disuelven las grasas y al caucho natural.

### Toxicidad

Los GLP no son tóxicos. Los trastornos se producen cuando la concentración del gas en el aire es elevada y como consecuencia existe un desplazamiento de oxígeno.



## Olor

Los GLP carecen de olor y color.

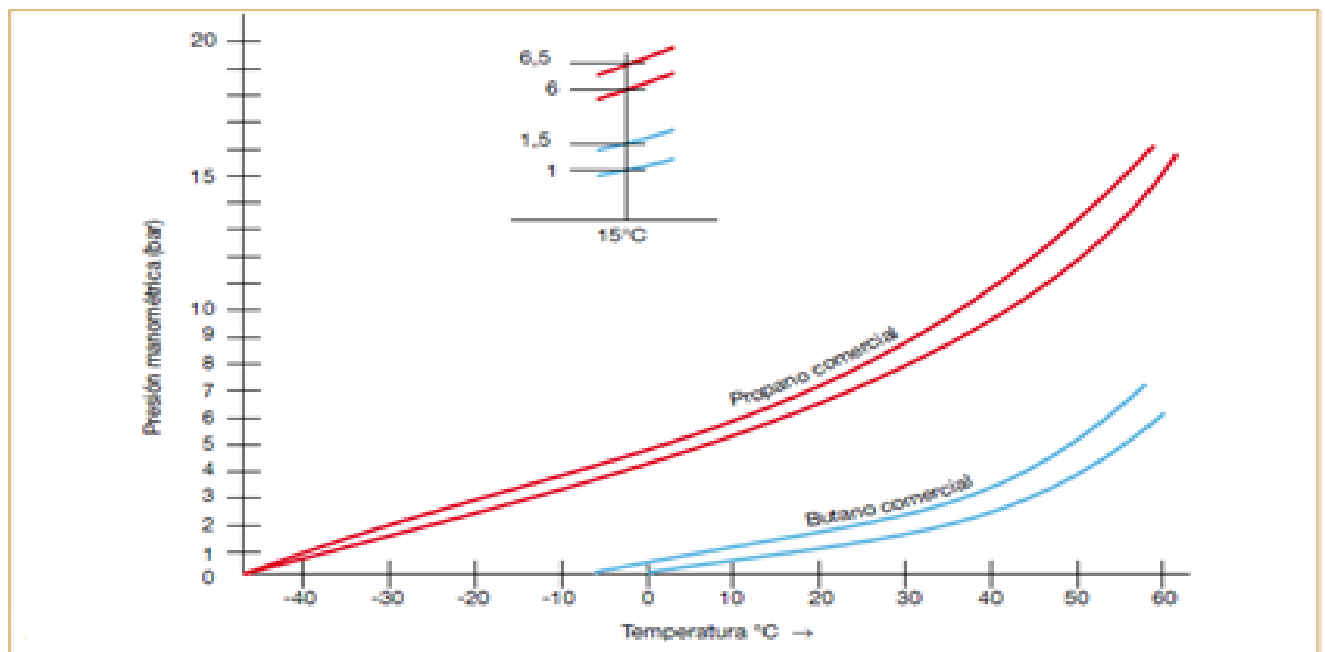
## Contaminación

Su combustión no contamina la atmósfera. No produce olores, ni residuos.

## Temperatura – Tensión de vapor

En la Figura 2.1 se grafican las curvas de tensión de vapor de butano y propano comerciales usuales.

A 15°C, el butano comercial se encuentra a una presión entre 1 y 1.5 bar. Mientras que el propano comercial se encuentra a una presión entre 6 y 6.5 bar. La diferencia real entre la tensión y la presión radica en la presión atmosférica., que por ser variable, se toma el valor normal de 1.01325 bar.

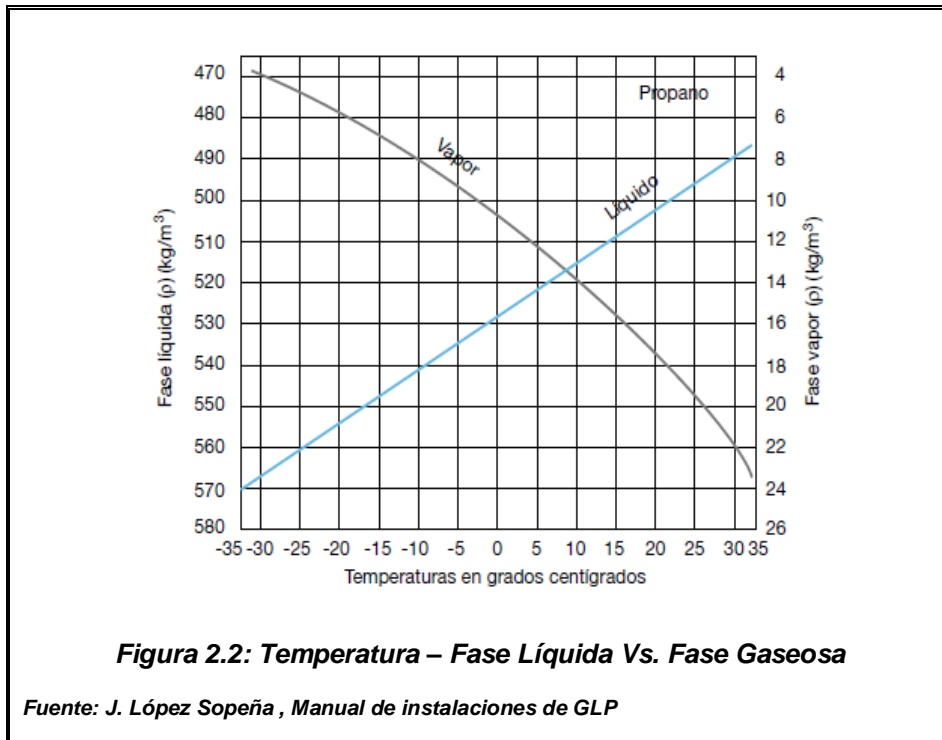


**Figura 2.1: Temperatura – Tensión de vapor de los GLP**

Fuente: J. López Sopeña, Manual de instalaciones de GLP

## Masa en volumen de GLP

La masa en volumen de los GLP, tanto de la fase líquida como de la fase gaseosa, varía en función de la temperatura, según se puede observar en la Figura 2.2



## Grado de llenado

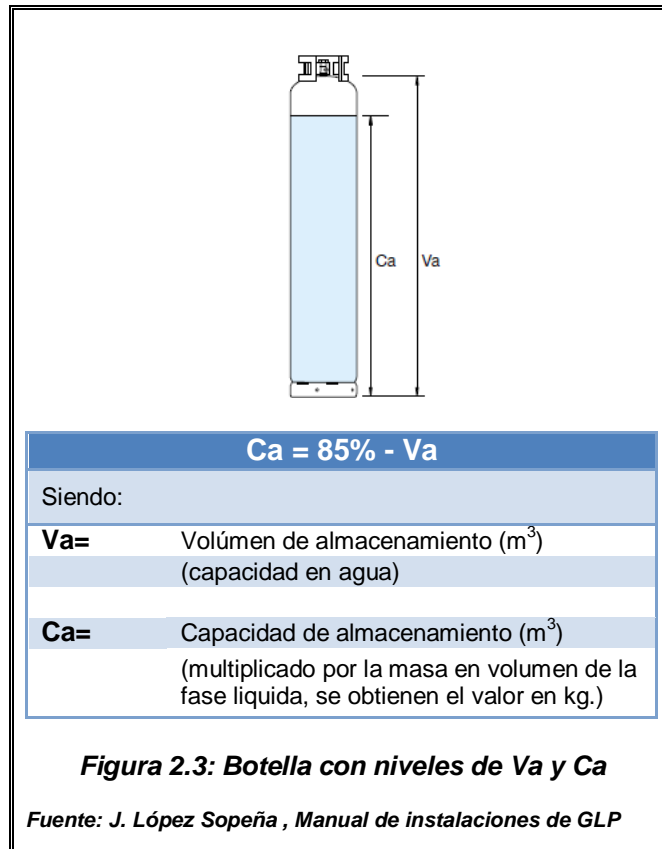
El GLP en fase líquida se dilatan por la temperatura más que los recipientes que los contienen. Los gases butano y propano se almacenan licuados a presión porque en ese estado queda reducido su volumen unas 240 veces aproximadamente.

El GLP se encuentra en los envases a presión que es la denominada “Tensión de vapor” (bar abs). La presión del gas en el interior de un envase a una temperatura de 15°C., es de aproximadamente 8.0 bar abs. para el propano y 2 bar abs. para el butano. A una temperatura máxima de trabajo de 60°C, las presiones son 20 bar abs. para el propano y 7.5 bar abs. para el butano.

El llenado de un envase no puede sobrepasar el 85%<sup>3</sup> de su volumen quedando el 15% restante ocupado por el GLP en fase gaseosa. Esta limitación se debe al hecho, de que al calentarse el envase, el líquido contenido se dilataría más que el acero utilizado del cual está hecho el envase y si estuviera totalmente llena podría llegar a romperse.

El volumen de almacenamiento ( $V_a$ ) de un envase es su volumen geométrico interior total expresado en metros cúbicos. Se mide en condiciones estandar (temperatura ambiente de 15°C). Es llamado también capacidad en agua.

La capacidad de almacenamiento ( $C_a$ ) de un envase es el volumen máximo que puede llegar a ser ocupado por el GLP para protegerlo de la posibilidad de rotura antes mencionada. Se expresa en metros cúbicos o en kilogramos. La normativa lo limita al 85% del volumen de almacenamiento.



<sup>3</sup> Norma INEN 2260-2010 Pág. 43

## Instalación de GLP

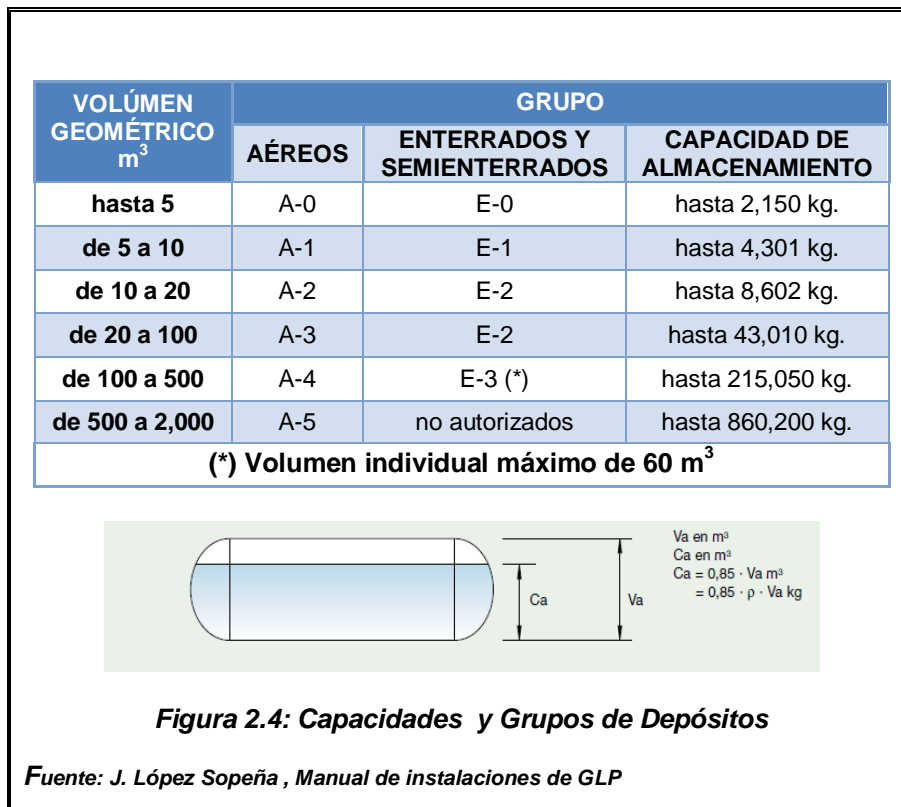
Las instalaciones de GLP se deben realizar con materiales autorizados y manipularse con las herramientas adecuadas.

Aún cuando, el límite de inflamabilidad es muy bajo, se requiere revisar periódicamente la instalación.

## 2.2. Depósitos de GLP <sup>4</sup>

### 2.2.1. Capacidad de almacenamiento

Se refiere a la cantidad de GLP máxima autorizada para ser contenida dentro de un recipiente. La reglamentación ha fijado en el 85% del volumen total del depósito medido a 15°C, considerando la masa en volumen a 20 °C. Siendo esta masa en volumen de 506 kg/m<sup>3</sup>, las capacidades correspondientes a los grupos de depósitos se indican en la la Figura 2.4.



<sup>4</sup> J. López Sopena , Manual de instalaciones de GLP

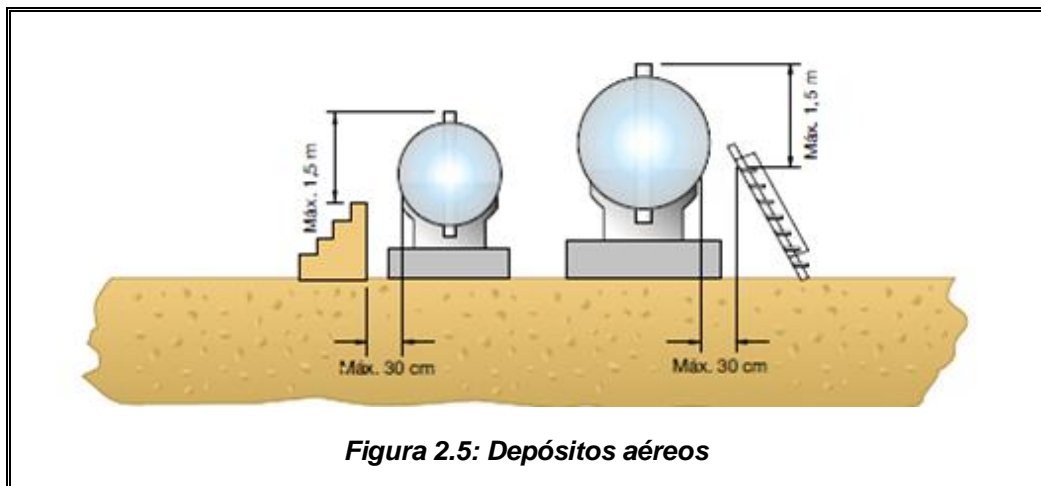
## 2.2.2. Depósitos

Son recipientes destinados a contener GLP en estado líquido, bajo presión, para su almacenamiento y consumo. Pueden ser fijos o móviles según se instalen.

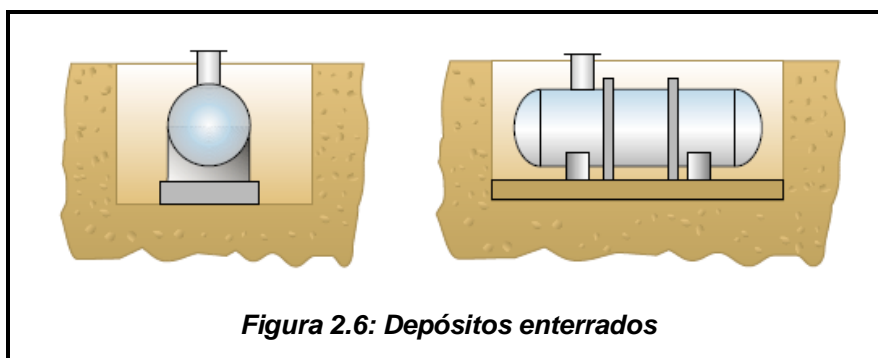
Los depósitos móviles han de ser trasladados a una Planta de llenando para su carga.

Los depósitos fijos se subdividen en <sup>(3)</sup>:

- Aéreos o de superficie. Los situados al aire libre y la generatriz inferior del cilindro queda a un nivel superior al del terreno, como se observa en la Figura 2.5



- Enterrados. Los situados enteramente por debajo del nivel del terreno circundante, como se observa en la Figura 2.6



- Semienterrados. Aquellos enterrados parcialmente que, por algún impedimento (roca a escasa profundidad, terreno con pendiente pronunciada, etc.) no resulta posible enterrarse completamente. Para tener la consideración de enterrados se

han de cubrir totalmente, completandose la fosa mediante paredes de otra de fabrica u hormigón.

### **2.2.3. Distancia de seguridad**

Es la distancia mínima que ha de existir entre dos elementos que se quieren proteger de la influencia peligrosa, de uno de ellos sobre el otro. Los elementos están referenciados; como se muestra en la Figura 2.7.

**Referencia 1:** Espacio libre alrededor de la proyección sobre el terreno del depósito.

**Referencia 2:** Distancia del cerramiento.

**Referencia 3:** Distancia a muros o paredes ciegas.

**Referencia 4<sup>a</sup>:** Distancia a limite de propiedad, proyección de líneas aéreas de alta tensión.

**Referencia 4<sup>b</sup>:** Distancia a aberturas de inmuebles, aberturas de sótanos, abertura de alcantarillas, focos fijos de inflamación, motores fijos de explosión, vías públicas, férreas o fluviales navegables, equipos eléctricos no protegidos y desagües.

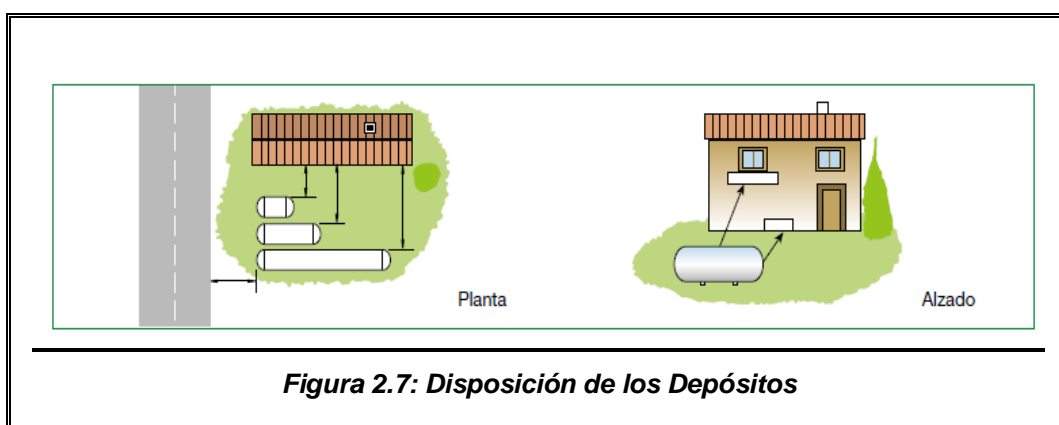
**Referencia 5:** Distancias a aberturas de edificios de uso docente, de uso santuario, de hospedaje, de culto, de esparcimiento o espectáculo, de acuartelamiento, de centros comerciales, museos, bibliotecas o lugares de exposición públicos. Estaciones de servicio (bocas de almacenamiento y puntos de distribución).

**Referencia 6:** Distancia desde la boca de carga a la cisterna de trasvase.

Las “ distancias de seguridad” se consideran:

**a)** A partir de los “orificios”(“Do”), considerando los riesgos posibles por la eventual formación de mezclas inflamables, caso de fuga de gas. La normativa las denomina “S”

**b)** A partir de las paredes de los depósitos y equipos (“Dp”), considerando los riesgos precedentes desde el exterior. La normativa las denomina “S1”

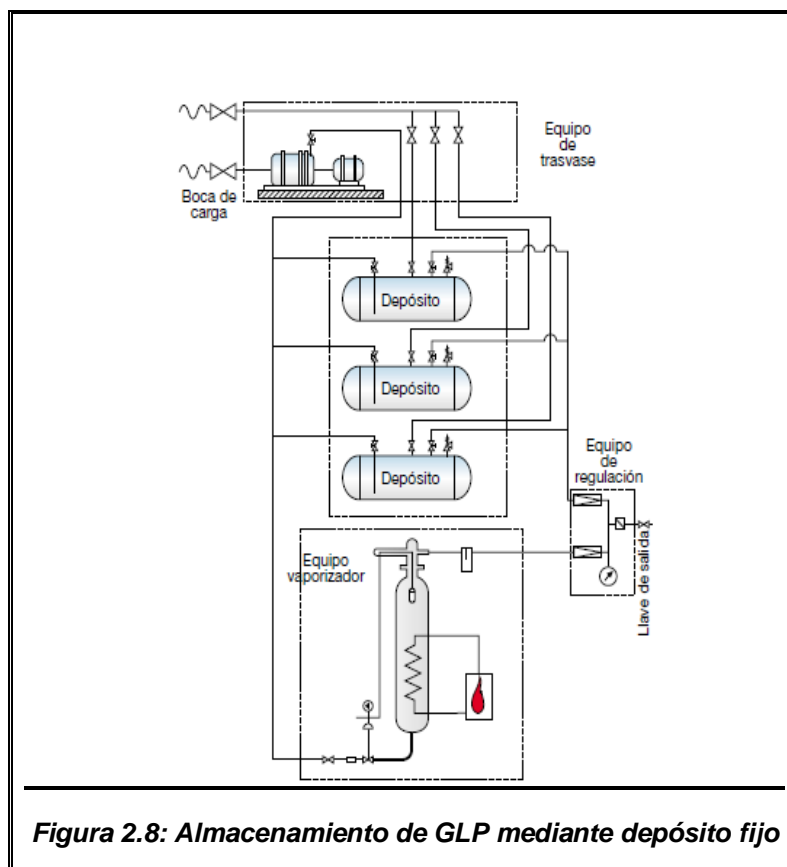


**Figura 2.7: Disposición de los Depósitos**

#### **2.2.4. Instalación de almacenamiento**

Es el conjunto de conducciones, elementos y equipos destinado al almacenamiento de GLP, pudiendo estar constituido por depósitos fijos (Figura 2.8) o móviles. Aunque, no sea precisa la instalación de todos ellos, puede constar de los siguientes elementos:

- Boca de carga (Bc).
- Canalizaciones existentes entre la boca de carga y la(s) llave(s) de salida.
- Depósito con sus accesorios (D).
- Equipo de regulación (ER).
- Equipo de trasvase (ET).
- Equipo de vaporización (EV).
- Libre de salida (Sa).



**Figura 2.8: Almacenamiento de GLP mediante depósito fijo**

### 2.2.5. Tanque fijo o estacionario

Se entiende por tanque fijo o estacionario al recipiente de acero fabricado especialmente para contener GLP y que por su peso y dimensiones puede llenarse solamente en el lugar mismo de su instalación. Su diseño y construcción debe cumplir las especificaciones de la NTE INEN 2 261 (ANEXO 1) y tener la certificación de conformidad con esta norma.<sup>5</sup>

La forma que tienen normalmente estos tanques, es semejante a cápsulas, esto es, con cuerpo cilíndrico y cabezas semiesféricas las cuales van soldadas al cuerpo con soldadura eléctrica.

Con relación a su capacidad y utilización, los tanques estacionarios se clasifican en (Véase Figura 2.9):

- Tanques estacionarios para uso doméstico, comercial o industrial cuya capacidad oscila entre 300 y 5,000 kg.

<sup>5</sup> Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 260:2010



- Tanques de almacenamiento destinados a plantas de almacenamiento. Su capacidad oscila entre los 5,000 y 250,000 kg.
- Tanques para transportar GLP montados como carga directamente sobre el chasis de algún vehículo (pipas), su capacidad oscila entre 5,000 kg., 12,000 kg., 40,000 kg. Y 120,000 kg.
- Tanque para montarse en vehículos que consumen GLP como combustible del motor. Su capacidad varía entre 60 y 120 kg.



**Figura 2.9: Tanques Fijos o Estacionarios**

**Fuente: Empresa Comercializadora de GLP**

## **Instalación**<sup>6</sup>

- 1.** Los tanques y cilindros para gas licuado deben instalarse sobre una base firme, preferentemente a la intemperie o en lugares abiertos, protegidos contra golpes y caída de objetos. Los tanques estacionarios además, deberán anclarse. (Figura 2.10)
- 2.** Los cilindros deben sujetarse a la pared con un cable, cincho u otro medio adecuado para evitar que se caigan.
- 3.** Proteja los recipientes de los rayos solares. La exposición a altas temperaturas provoca aumentos de presión y apertura de las válvulas de seguridad, con la subsecuente liberación de gas a la atmósfera.
- 4.** Para evitar sobrellenados y presión excesiva en los recipientes, con la consecuente liberación de gas, se recomienda instalar en ellos, válvulas de servicio con dispositivo indicador de máximo nivel de llenado de líquidos.
- 5.** Para evitar que las válvulas de seguridad fallen, manténgalas con un capuchón metálico, o un tapón especial de hule que las protege de la lluvia y de agentes extraños como polvo, basura, agua, etc.
- 6.** Cada vez que cambie cilindros, exija a los operadores que no los maltraten y que le entreguen cilindros en buenas condiciones (pintura, golpes, abolladuras, corrosión, etc.).
- 7.** Asegúrese de utilizar las herramientas adecuadas al conectar y desconectar los cilindros.

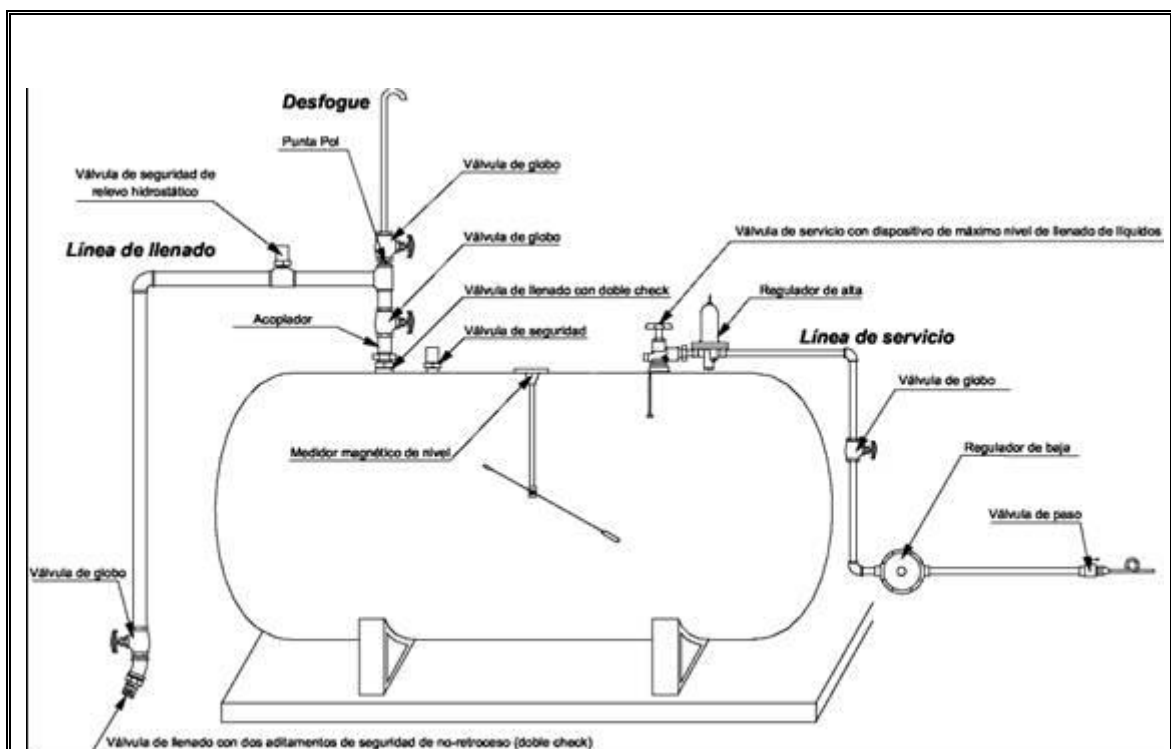
---

<sup>6</sup> PEMEX, Hoja de Datos de Seguridad para sustancias químicas

8. Una vez abierta la válvula de servicio, busque fugas con agua jabonosa en los puntos marcados con “X”. Si observa burbujas, cierre la válvula de servicio y reapriete las conexiones.

9. No fuerce la espiral de expansión (pictel, pigtail o cola de cochino) su flexibilidad está diseñada para facilitar, sin dañar, la conexión entre las válvulas de servicio y los reguladores de presión.

10. No modifique su instalación de gas sin la debida autorización.



**Figura 2.10: Instalación típica para tanques estacionarios**

Fuente: PEMEX, Hoja de Datos de Seguridad para sustancias químicas

## 2.2.6. Cisterna de abastecimiento de GLP

La cisterna de GLP es el contenedor mediante el cual se lleva el GLP al granel desde la planta o centro de despacho hasta el cliente final, como se observa en la Figura 2.11



**Figura 2.11: Cisterna de Abastecimiento de GLP**

*Fuente: cryo Energy, LPG Logistics*

### **2.3. Modelo de Costos de Transporte<sup>7</sup>**

Un modelo de costos de transporte es una herramienta que permite determinar el costo total de la operación de transporte de productos, mediante el correcto análisis de las variables que intervienen en la misma.

Para la creación de un modelo de costos y en particular para el modelo de costo planteado en este trabajo, se considera la metodología citada en el capítulo 1, que en resumen sería la siguiente:

1. Conocer y entender la actividad de la compañía y su entorno
2. Identificar y determinar las variables
3. Construir modelos específicos para cada producto, servicio o tipo de cliente.
4. Recopilar la información necesaria para mejorar la precisión del modelo.

---

<sup>7</sup> Xavier Marcelo Moscoso Zunino, "Diseño e Implementación de un Modelo Tarifario para la Transportación Terrestre" FIMCP-ESPOL, Año 2007, Extracto de Tesis de Grado, <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/4302>

### **2.3.1. Parámetros del Modelo <sup>6</sup>**

#### **Inversión**

Es el costo del vehículo, incluyendo los costos que se incurren para la preparación del mismo para poder realizar la actividad de transporte.

#### **Tiempo de vida útil del vehículo**

Es el número de años en los cuales el vehículo es apto para el trabajo. Una vez que transcurra ésta cantidad de años, es necesaria la renovación del vehículo.

#### **ROA**

Es la rentabilidad sobre los activos (return on assets) y se la calcula dividiendo las ganancias (utilidad) anuales del inversionista o compañía para el valor total de la inversión anual.

#### **Utilidad**

Es la ganancia anual del inversionista.

### **2.3.2. Parámetros de Ruta**

#### **Origen**

Es el lugar de donde empieza la ruta de transporte.

#### **Destino**

Es el lugar donde finaliza la ruta, pero no con el recorrido.

#### **Distancia**

Es el kilometraje entre el origen y el destino.

## Recorrido

El recorrido empieza y termina en el origen. Para considerar el valor de este parámetro, se trabaja con un supuesto de que el recorrido será la multiplicación de la distancia para dos.

## Peaje

Es el valor que se le paga a una empresa concesionaria por los servicios de mantenimiento y de seguridad de un tramo, específico de carretera.

## Estado de la carretera

Consideradas de 1°, 2° y 3° orden, el estado de la carretera incide directamente en los costos de operación vehicular, como se muestra en la Tabla 2.3

Rendimiento de Neumáticos	
1° Orden	70.000 km.
3° Orden	35.000 km.
Decremento del rendimiento de los neumáticos entre una carretera de 1° y 3° orden.	-35.000 km. -50%

**Tabla 2.3: Rendimiento de Neumáticos**

*Fuente: Empresa Comercializadora de GLP*

## Geografía de la Ruta

Incide directamente en el rendimiento del combustible. Este parámetro permite ingresar al modelo la geografía de la ruta en la que el vehículo va a circular, es decir, el porcentaje de terreno plano y el porcentaje de terreno montañoso o cuesta.

Como se puede observar en la Tabla 2.4, el consumo de combustible de un terreno plano a uno montañoso se incrementa en un 100% aproximadamente para diferentes tipos de vehículos.

Como ejemplo de lo mencionado, se muestra la Tabla 2.4, que corresponde a un estudio de costos de transporte realizado por el Ministerio de Transporte de Colombia, durante el año 2002 y el primer trimestre del año 2003.

CONSUMO DE COMBUSTIBLE 2002	TIPO DE VEHICULO		
	C2	C3	CS
Plano	\$ 351,70	\$ 238,30	\$ 427,69
Montañoso	\$ 726,52	\$ 471,60	\$ 837,73
Incremento de consumo de combustible entre una geografía plana y montañosa	\$ 374,82	\$ 233,30	\$ 410,04
	107%	98%	96%

CONSUMO DE COMBUSTIBLE 2003	TIPO DE VEHICULO		
	C2	C3	CS
Plano	\$ 404,13	\$ 271,65	\$ 487,53
Montañoso	\$ 834,83	\$ 537,58	\$ 954,94
Incremento de consumo de combustible entre una geografía plana y montañosa	\$ 430,70	\$ 265,93	\$ 467,41
	107%	98%	96%

**Tabla 2.4: Incremento del Consumo de Combustible**

*Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia – Actualización Costos Transporte de Carga 2001*

## Número de viajes

El número de viajes al mes que podría realizar un vehículo específico en una ruta específica dependiendo de las características propias del negocio. Es un parámetro importante para la determinación de tarifas de transporte, en base a este dato los costos fijos por viaje o tonelada se incrementan o disminuyen en gran proporción.

### **2.3.3. Costos fijos**

#### **Mano de Obra y Alimentación**

La mano de obra y alimentación tienen diferentes componentes como lo son: el sueldo base, los décimos, pago de la Seguridad Social, las vacaciones, las horas extras, etc. Estos componentes son introducidos en una tabla de rol de pagos para determinar el costo compañía de mano de obra en forma mensual.

#### **Fondo de Reserva**

La depreciación es la reducción del valor de un activo en el tiempo. Contablemente un vehículo se deprecia a 5 años, sin embargo, el modelo tarifario de transporte empleará un fondo de reserva en lugar de depreciación contable del vehículo, para darle al usuario flexibilidad y determinar la depreciación del activo de acuerdo al tiempo de vida útil.

#### **Permisos**

Los permisos de operación de un vehículo son pagados anualmente y dependen de la actividad que se va a realizar y del tipo de vehículo.

#### **Gastos administrativos**

Son aquellos valores que se pagan por ciertos servicios adicionales que una empresa de transporte o un particular requiere para un mejor control del negocio.

### **2.3.4. Costos Variables**

#### **Neumáticos**

Para determinar el costo que genera el uso de los neumáticos es necesario tener la siguiente información: tipo de neumáticos, cantidad, el costo unitario y sus componentes y el rendimiento promedio.



## **Mantenimiento**

Se lo divide en mantenimiento preventivo y correctivo. Para determinar el valor del mantenimiento es necesario enlistar todos los ítems y/o repuestos necesarios para la operación de un vehículo, el costo unitario, la cantidad de ítems y el rendimiento por kilómetro de cada repuesto y/o ítem.

## **Combustible**

El costo de combustible se determina de similar manera que el costo de los neumáticos y los costos de mantenimiento. Se necesita el tipo de combustible que usa el vehículo, el costo del combustible por galón y el rendimiento en galones por kilómetro.

### **2.4. Valor Actual Neto (V.A.N.)<sup>8</sup>**

Representa la suma de los valores actualizados de todos los flujos netos de caja esperados del proyecto, deducido el valor de la inversión inicial.

Si un proyecto de inversión tiene un VAN positivo, el proyecto es rentable. Entre dos o más proyectos, el más rentable es el que tenga un VAN más alto. Un VAN nulo significa que la rentabilidad del proyecto es la misma que colocar los fondos en él invertidos en el mercado con un interés equivalente a la tasa de descuento utilizada.

La principal ventaja de este método es que al homogeneizar los flujos netos de Caja a un mismo momento de tiempo ( $t=0$ ), reduce a una unidad de medida común cantidades de dinero generadas (o aportadas) en momentos de tiempo diferentes. Además, admite introducir en los cálculos flujos de signo positivos y negativos (entradas y salidas) en los diferentes momentos del horizonte

---

<sup>8</sup> James R. Hitchner – Financial Valuation: Applications and Models (2003)

temporal de la inversión, sin que por ello se distorsione el significado del resultado final, como puede suceder con la T.I.R.

Dado que el V.A.N. depende muy directamente de la tasa de corte, el punto débil de este método es la tasa utilizada para descontar el dinero (siempre discutible). Sin embargo, a efectos de “homogeneización”, la tasa de interés elegida hará su función indistintamente de cual haya sido el criterio para fijarla.

El V.A.N. también puede expresarse como un índice de rentabilidad, llamado Valor neto actual relativo.

## **2.5. Tasa Interna de Rentabilidad (T.I.R.)<sup>7</sup>**

Se denomina Tasa Interna de Rentabilidad (T.I.R.) a la tasa de descuento que hace que el Valor Actual Neto (V.A.N.) de una inversión sea igual a cero. (V.A.N. =0).

Este método considera que una inversión es aconsejable si la T.I.R. resultante es igual o superior a la tasa exigida por el inversor, y entre varias alternativas, la más conveniente será aquella que ofrezca una T.I.R. mayor.

La T.I.R. es un indicador de rentabilidad relativa del proyecto, por lo cual cuando se hace una comparación de tasas de rentabilidad interna de dos proyectos no tiene en cuenta la posible diferencia en las dimensiones de los mismos. Una gran inversión con una T.I.R. baja puede tener un V.A.N. superior a un proyecto con una inversión pequeña con una T.I.R. elevada.

## **2.6. Costos de Inversión<sup>9</sup>**

Para calcular estos valores se consideran las siguientes características:

---

<sup>9</sup> Ronald H. Ballou, Logística: Administración de la Cadena de Suministro, Quinta Edición

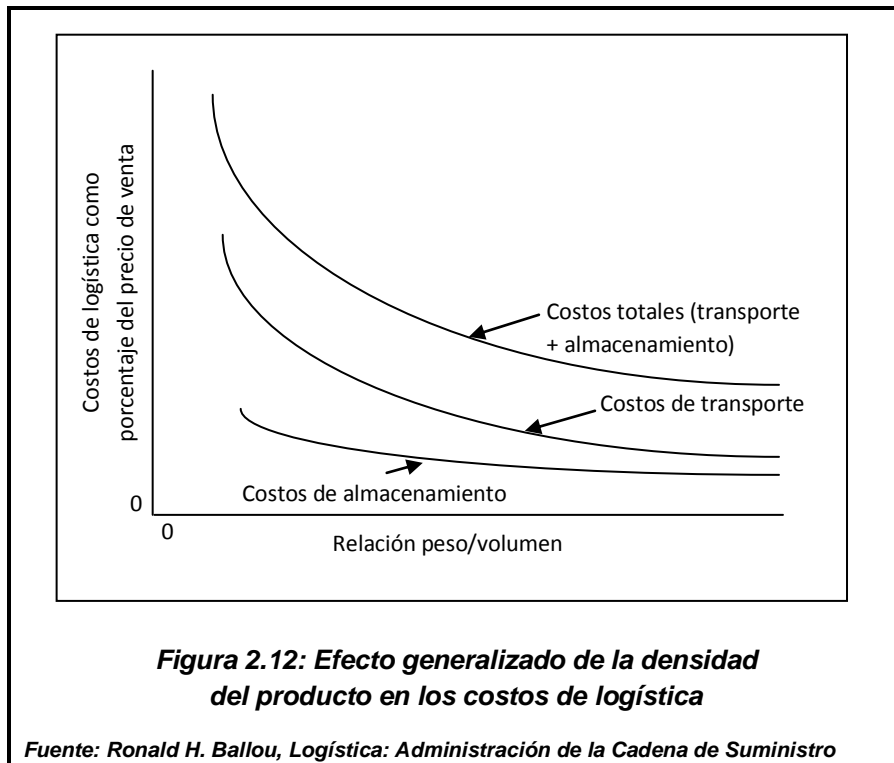
### **2.6.1. Características del Producto**

“Las características más importantes del producto que influyen en la estrategia logística son los atributos del producto en sí mismo: peso, volumen, valor, si son perecederos o no, inflamabilidad y sustituibilidad. Al combinarse, estas características son indicativo de los requerimientos de almacenamiento, inventario, transporte, manejo de materiales y procesamiento de pedidos”. En este trabajo se consideran las características descritas en la sección 2.1

### **2.6.2. Relación peso – volumen**

“La relación del peso con el volumen de un producto es una medida particularmente significativa, ya que los costos de transporte y almacenamiento están directamente relacionados con ellos. Así mismo, los costos de manejo y de espacio, que se basan en el peso, tienden a ser altos en relación con el precio de venta del producto”.

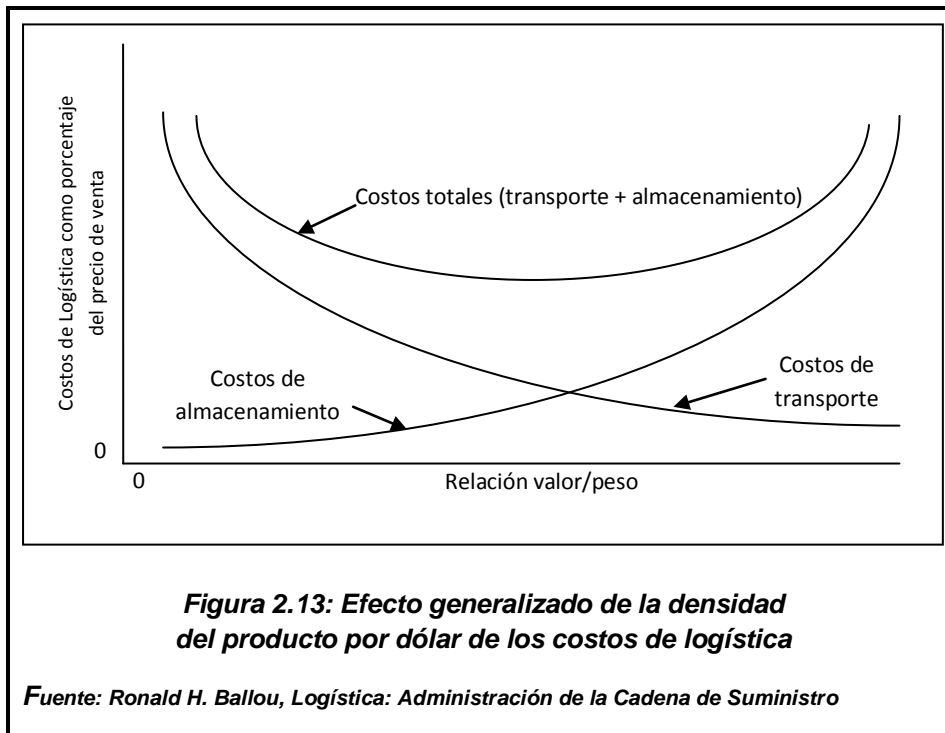
Debido al producto a transportar (GLP), esta constituye una relación primordial para los cálculos referentes a los costos de inversión. En la Figura 2.12, se observa que a medida de que la densidad del producto aumenta, los costos de almacenamiento y transporte descienden como porcentajes del precio de venta.



### 2.6.3. Relación valor – peso

“El valor en dólares del producto que se mueve y almacena es importante para los costos de almacenamiento en cuanto a que estos costos son particularmente sensibles a éste.”

Los costos de manejo de inventario se calculan como una fracción del valor del producto. Un bajo valor del producto significa un bajo costo de almacenamiento, dado que los costos de manejo de inventario son el factor dominante en el costo de almacenamiento. Cuando el valor del producto es bajo, los costos de transporte representan una alta proporción de precio de venta, como se observa en la Figura 2.13.



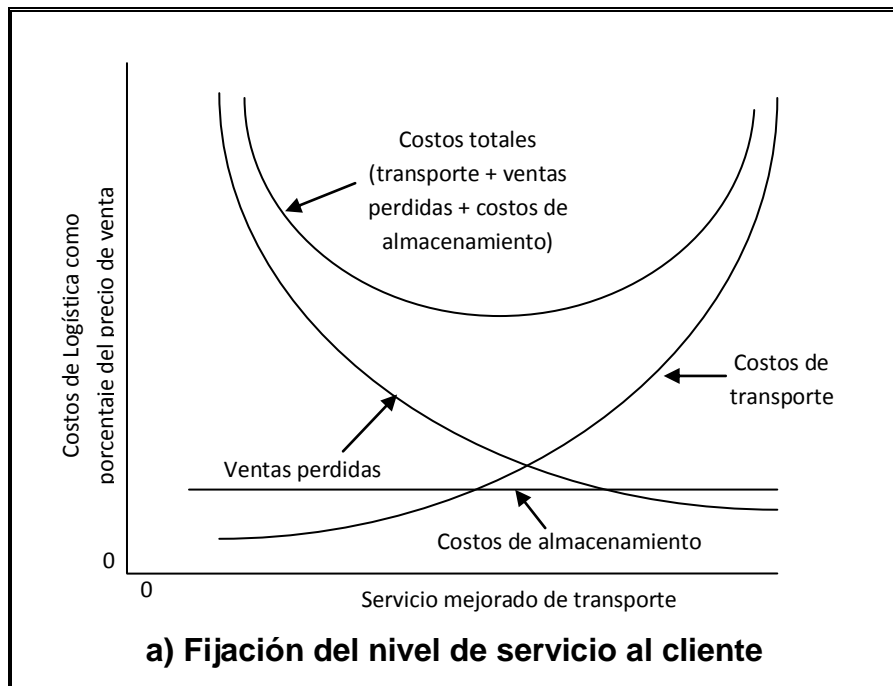
#### 2.6.4. Sustituibilidad

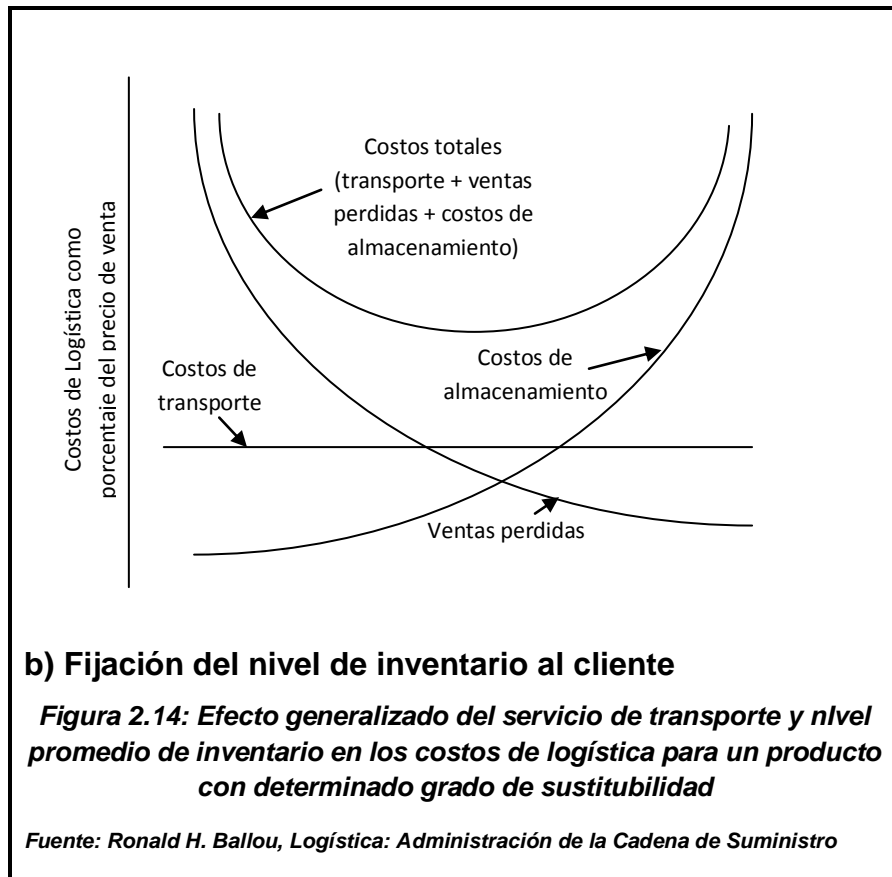
Cuando los clientes encuentran poca o ninguna diferencia entre el producto de una empresa y los de los proveedores de la competencia, se dice que los productos son altamente sustituibles. Es decir, que el cliente está muy dispuesto a tomar una marca de segunda opción cuando la primera no está disponible de inmediato.

En gran parte, el responsable de la logística no tiene control sobre la sustituibilidad de un producto; sin embargo, tiene que planear la distribución de los productos con grados de sustituibilidad que varían. La sustituibilidad puede verse en términos de ventas perdidas para el proveedor. Una mayor sustituibilidad por lo general significa una oportunidad mayor para que un cliente pueda seleccionar un producto de la competencia, lo que resultaría en una venta perdida para el proveedor. En general, el gerente de logística aborda ventas perdidas en las opciones de transporte, del almacenamiento o ambas.

Para un nivel promedio de inventario dado, un proveedor puede incrementar la velocidad y la confiabilidad de los repartos del producto y disminuir la incidencia de pérdidas y daños. El producto llega a estar disponible con más rapidez para el cliente. Por supuesto, el costo más alto de transporte está en el equilibrio con el costo de las ventas perdidas.

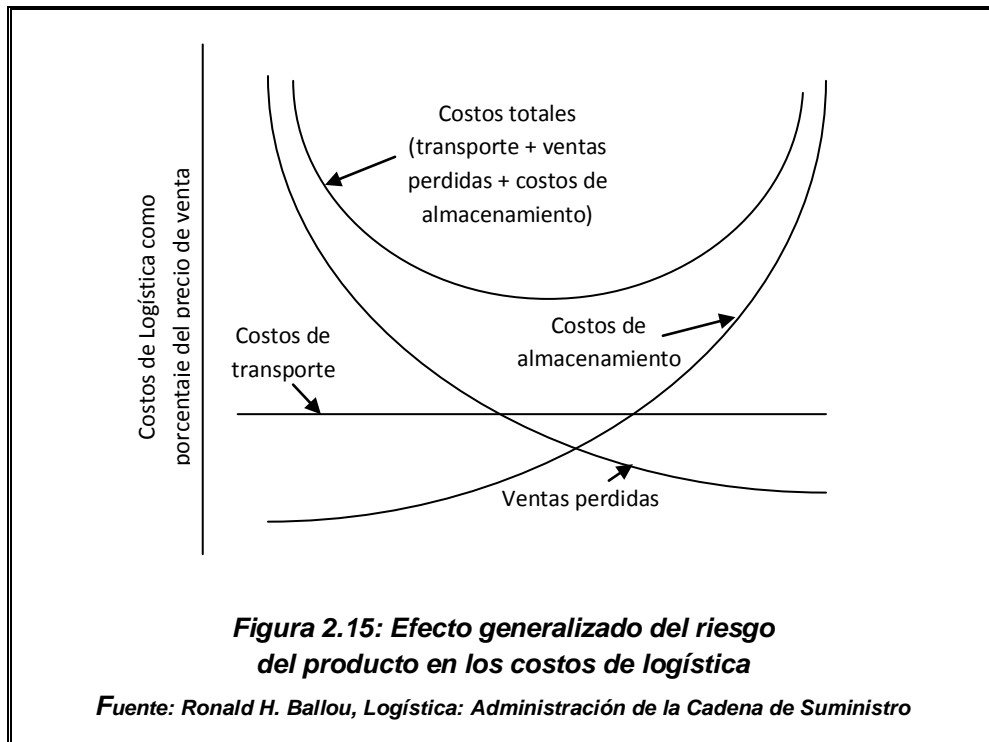
La Figura 2.14 muestra el mismo tipo de costo de equilibrio, excepto que la disponibilidad de existencias para el cliente está controlada mediante el nivel de inventario, con la opción del transporte que permanece constante.





### 2.6.5. Riesgo

Debido a que la transportación de GLP, se considera como un producto de alto riesgos por aspectos como los siguientes: inflamabilidad, valor, tendencia a explotar, facilidad de robo; entonces ciertas restricciones se fuerzan en el sistema de distribución. Los costos de transporte y almacenamiento son más altos en dólares y como porcentaje del precio de venta.





## CAPÍTULO 3

### 3. MODELO PARA EL CÁLCULO DEL TAMAÑO ÓPTIMO DE TANQUE EN UNA INSTALACIÓN DE GLP A GRANEL: CASO ECUADOR



### 3.1. Definiciones del problema planteado.

Para desarrollar el presente problema se ha tomado en cuenta algunas definiciones y supuestos para facilitar la comprensión y desarrollo del mismo:

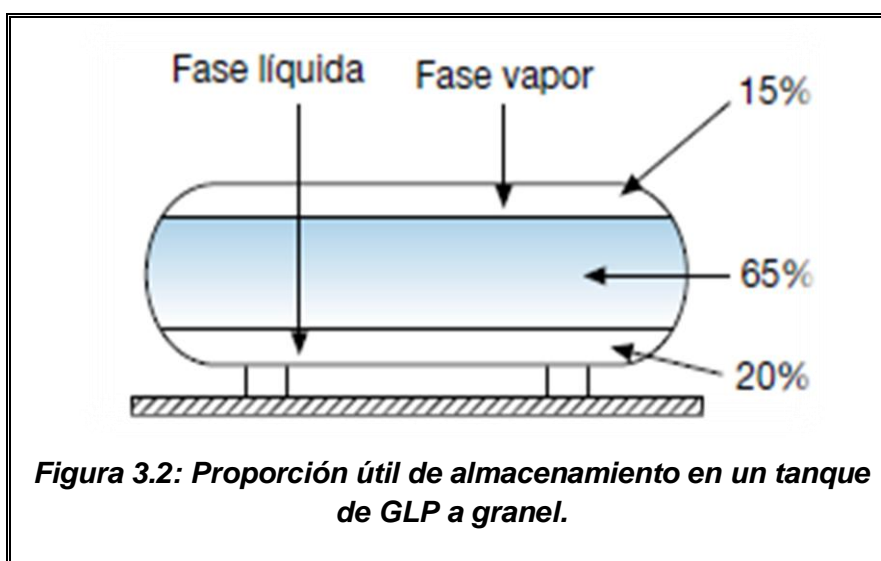
#### Cobertura de la solución.

La solución planteada toma como referencia la ciudad de Guayaquil para el planteamiento de la solución. Adicional se puede colocar la distancia desde la planta de abastecimiento al cliente. Con esto para futuros cálculos se podrán hacer zonas escalones más grandes de acuerdo a las necesidades.

#### Indicador de porcentaje de llenado de las cisternas.

Por temas de seguridad, se debe llenar un tanque de GLP a granel solo hasta el 85%<sup>10</sup>. Además, con el fin de evitar, en muchos de los casos, que se apague la maquinaria por falta de presión o de producto se debe mantener un stock mínimo en el tanque de GLP granel del 20%, por ende, en cada viaje, solo se llena un máximo de 65% de la capacidad del tamaño del tanque:

$$100\% - 15\% \text{ stock de seguridad} - 20\% \text{ stock mínimo} = 65\% \text{ (Capacidad del Tanque)}$$



**Figura 3.2: Proporción útil de almacenamiento en un tanque de GLP a granel.**

<sup>10</sup> Norma INEN 2260 2010

### **Cisternas de abastecimiento de GLP a granel.**

Se considera que la cisterna de abastecimiento de GLP a granel sale llena en su totalidad (85% de su capacidad), y realiza una sola entrega en cada viaje (supuesto). En la realidad puede realizar más viajes, dependiendo de la capacidad de cada cisterna, de los clientes a granel que tiene que despachar y la ruta que debe seguir.

Los tipos de clientes que usan GLP a granel en nuestro país son:

- Canalizado comercial y/o industrial.- comercios o industrias que para el funcionamiento de sus maquinarias usan GLP como combustible y son abastecidos por medio de una cisterna de GLP a granel.
- Canalizado doméstico.- hogares donde se instala un tanque GLP granel, usualmente de 0.45 M3 y sirve para abastecer de GLP para el consumo de todo el hogar.

### **Costo de Instalación.-**

En este costo se encuentran incluidos todos los rubros que tienen relación con la instalación del tanque de granel en el lado del cliente, sin incluir el rubro del costo del tanque, esto es:

- Tuberías
- Tren de regulación.
- Flexibles
- Obra civil (lugar de colocación del tanque dentro del predio de la empresa).

Deber ser ejecutado por una empresa que conozca las reglas de seguridad para instalación de tanques al granel vigentes en el país (La agencia de regulación y control hidrocarburifera aplica la Norma INEN 2270 y el Cuerpo de Bomberos del Ecuador puede aplicar la misma o la NFPA58, dependiendo del nivel de criticidad).

Se realizó una evaluación a las diferentes instalaciones realizadas por la empresa, no se encontró relación alguna entre el tamaño del tanque de GLP a granel y el precio de la instalación. Esto ocurre debido a la naturaleza del producto, se tiene que ubicar en sitios que cumplan con las normas de seguridad, y no en cualquier espacio disponible dentro de la compañía. Al no tener relación se considera como variable de entrada al sistema un valor estimado de la instalación el cual tendrá que ser calculado por el asesor comercial que atienda al cliente.

### **Tamaño de los tanques de GLP.-**

Para efectos de la presente solución, se va a considerar los tamaños más comunes en los tanques de GLP industrial que se han instalado en las empresas en los últimos 5 años, como se observa en la Tabla 3.1:

Tamaño (m <sup>3</sup> )	PVP (\$)
0.45	650.00
2	1,802.30
4	2,921.46
7	6,492.10
7.5	6,346.33
8	10,221.70
10	12,777.13

**Tabla 3.1: Tamaño y precio de los tanques de almacenamiento de GLP a granel.**

*Fuente: Precios vigentes a la fecha de una empresa comercializadora de GLP en el Ecuador.*

El tamaño se encuentra en metros cúbicos (m<sup>3</sup>). Para pasar de metros cúbicos a kilogramos (densidad relativa del producto a 15°C) la relación es de:

$$1 \text{ m}^3 = 0.531 \text{ Kg. (utilizando la densidad relativa de Quito)}$$

*Fuente: REPSOL, Los gases licuados de petróleo*

Aplicando esta relación a cada tamaño de tanque, queda como se aprecia en la Tabla 3.2

<b>m<sup>3</sup></b>	<b>TM</b>
0.45	0.239
2	1.062
4	2.124
7	3.717
7.5	3.983
8	4.248
10	5.310

**Tabla 3.2: Capacidad en Toneladas de los diferentes tamaños de tanque de GLP a granel.**

*Fuente: Empresa Comercializadora de GLP en el Ecuador*

#### **Depreciación de activos.-**

Los tanques de GLP a granel como la instalación de los mismos sufre una depreciación contable con el transcurso de los años. Se considera una depreciación de 30 años para el tanque de GLP y 10 años para las instalaciones.<sup>11</sup> La inversión va a ser analizada en un periodo de 5 años plazo.

#### **Costos de mantenimiento de una instalación de GLP a granel.-**

Los costos anuales que se incurren en el mantenimiento de las instalaciones de GLP se detallan en la Tabla 3.3

---

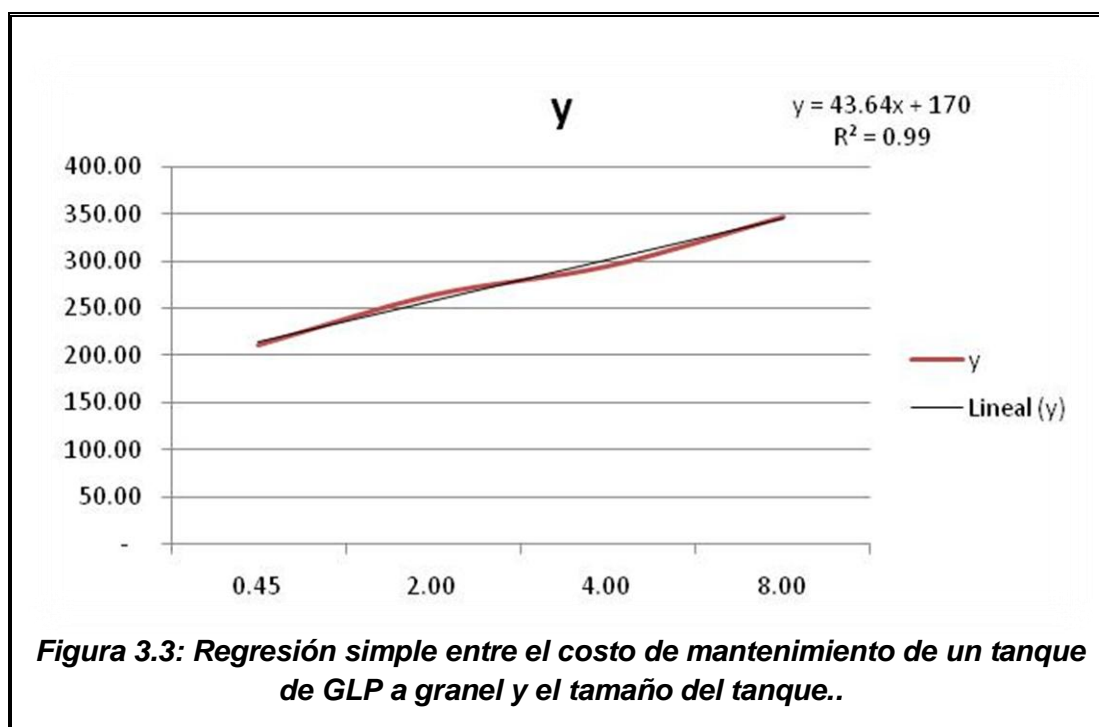
<sup>11</sup> La depreciación de este tipo de activo en el país es de 30 años. El INEN lo permite haciendo recertificaciones cada 5 años con una empresa calificada como lo son SGS y Petrocheck entre otras.

INSTALACIONES TIPO	DESCRIPCIÓN	MANTENIMIENTO CADA DOS AÑOS	MANTENIMIENTO CADA DOS AÑOS Zona Norte	MANTENIMIENTO CADA DOS AÑOS Zona Sur
1 x 0.45 m <sup>3</sup>	Limpieza de Tanque	\$ 30.00	-----	-----
	Pintura de líneas	\$ 70.00	-----	-----
	Cambio de Flexible	\$ 30.00	-----	-----
	Elementos de red	\$ 120.00	-----	-----
	Recertificación	-----	\$ 240.00	\$ 351.00
	Pintura de tanque	-----	\$ 205.00	\$ 205.00
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 250.00</b>	<b>\$ 445.00</b>	<b>\$ 556.00</b>
1 x 2 m <sup>3</sup>	Limpieza de Tanque	\$ 50.00	-----	-----
	Pintura de líneas	\$ 70.00	-----	-----
	Cambio de Flexible	\$ 80.00	-----	-----
	Elementos de red	\$ 120.00	-----	-----
	Recertificación	-----	\$ 370.00	\$ 435.50
	Pintura de tanque	-----	\$ 245.00	\$ 245.00
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 320.00</b>	<b>\$ 615.00</b>	<b>\$ 680.50</b>
1 x 4 m <sup>3</sup>	Limpieza de Tanque	\$ 50.00	-----	-----
	Pintura de líneas	\$ 70.00	-----	-----
	Cambio de Flexible	\$ 80.00	-----	-----
	Elementos de red	\$ 120.00	-----	-----
	Recertificación	-----	\$ 470.00	\$ 500,50
	Pintura de tanque	-----	\$ 332.50	\$ 332.50
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 320.00</b>	<b>\$ 802.50</b>	<b>\$ 833.00</b>
1 x 8 m <sup>3</sup>	Limpieza de Tanque	\$ 80.00	-----	-----
	Pintura de líneas	\$ 70.00	-----	-----
	Cambio de Flexible	\$ 80.00	-----	-----
	Elementos de red	\$ 120.00	-----	-----
	Recertificación	-----	\$ 550.00	\$ 552,50
	Pintura de tanque	-----	\$ 480.00	\$ 480.00
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 350.00</b>	<b>\$ 1030.00</b>	<b>\$ 1,032.50</b>

**Tabla 3.3: Costos de mantenimiento general para las instalaciones de GLP.**

Fuente: Costos del año 2011 de una empresa comercializadora de GLP en el Ecuador

Por medio de una regresión simple entre la relación del tamaño del tanque con sus costos de mantenimiento se determinó la ecuación de la Figura 3.3 que explica en un 99% la información:



### Cisternas de abastecimiento.-

Para el presente proyecto se van a utilizar las cisternas con las que la compañía en estudio realiza el abastecimiento de GLP a granel. Estas cisternas se detallan en la Tabla 3.4

Cisterna (nombre)	Capacidad kg	Capacidad TM
<b>A</b>	4,505.00	4.51
<b>B</b>	7,658.50	7.66
<b>C</b>	3,604.00	3.60
<b>D1</b>	5,406.00	5.41
<b>D2</b>	5,406.00	5.41
<b>E1</b>	7,658.50	7.66
<b>E2</b>	7,658.50	7.66

**Tabla 3.4: Capacidad de las cisternas de abastecimiento**

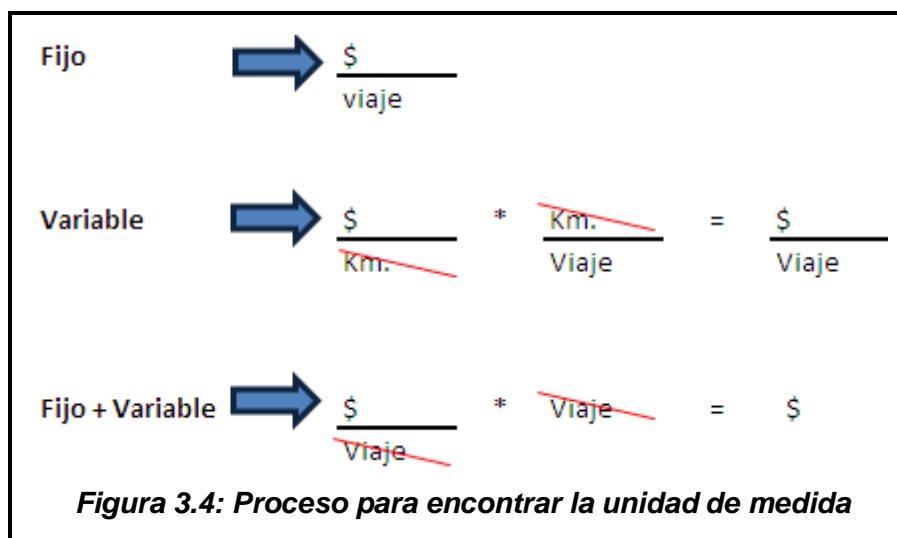
Los gastos operativos de estas cisternas en el año 2010 se detallan en la Tabla 3.5.

UNIDAD	KM / MES	KM / AÑO	KILOS ENTREGADOS	VARIABLES		FIJOS		Costo Fijo por viajes (\$)	Costo Variables por Km. (\$)	Viajes al día
				MANT. ANUAL (\$)	COMBUSTIBLE ANUAL (\$)	GASTOS DE PERSONAL (FIJO ANUAL) (\$)	SEGUROS, PERMISOS (\$)			
A	4,127	49,524	800,592.08	11,987.93	8,518.13	29,333.14	6,500.00	57.06	0.41	2.00
B	3,955	47,460	2,252,511.29	11,488.31	8,163.12	29,333.14	6,500.00	87.78	0.41	1.30
C	2,245	26,940	660,017.89	6,521.18	4,633.68	29,333.14	6,500.00	57.06	0.41	2.00
D1	5,830	69,960	233,729.64	16,934.72	12,033.12	29,333.14	6,500.00	57.06	0.41	2.00
D2	3,467	41,604	2,877,365.60	10,070.79	7,155.89	29,333.14	6,500.00	57.06	0.41	2.00
E1	3,999	47,988	1,425,126.00	11,616.12	8,253.94	29,333.14	6,500.00	87.78	0.41	1.30
E2	5,327	63,924	2,315,269.06	15,473.63	10,994.93	29,333.14	6,500.00	87.78	0.41	1.30
	<b>347,400</b>	<b>10,564,611.55</b>	<b>\$ 84,092.67</b>	<b>\$ 59,752.80</b>	<b>\$ 205,332.00</b>	<b>\$ 45,500.00</b>				

**Tabla 3.5: Costos de operación de las diferentes cisternas de abastecimiento de GLP a granel.**

Fuente: Costos del año 2010 de una empresa comercializadora de GLP en el Ecuador

A partir de los valores de la Tabla 3.5 se elaboran los costos que son usados en la solución planteada. Los gastos fijos tienen que ser amortizados dentro de los viajes anuales de la cisterna, en tanto que los gastos variables (que dependen del recorrido) son amortizados por la distancia que recorran cada una de las cisternas en cada viaje. En las columnas finales de la Tabla 3.5 se detalla el costo por cada viaje y costo por Km. recorrido en cada cisterna. En la Figura 3.4 se detalla las unidades de los gastos fijos y variables:





### **Zonas con acceso restringido.-**

Existen algunas restricciones para abastecer a ciertos clientes, por lo que no se puede despachar en cualquier cisterna a cualquier cliente. Por ejemplo, para abastecer a clientes residenciales, es muy común que dichas urbanizaciones definan restricciones de paso a camiones muy pesados. Algo similar ocurre cuando se debe abastecer a ciertos clientes del sector agroindustrial, pues al estar localizados en sectores rurales con un ingreso al recinto muy complejo, se envían cisternas más pequeñas para que no se queden en medio del camino.

Al tomarlo en cuenta estas limitaciones, se definieron 3 tipos de zonas que se pueden escoger al inicio para encontrar una solución de abastecimiento, restringiendo algunos tamaños de cisternas:

- Zona A.- sin restricción
- Zona B.- restricción de cisternas grandes
- Zona C.- restricción de cisternas grandes y medianas.

### **Costo del inventario.-**

El GLP que se entrega al cliente, pertenece al proveedor, hasta el momento que la empresa lo utiliza en sus labores cotidianas. Esto hace que el PROVEEDOR tenga un gasto extra al mantener inventario de GLP en la instalación de la industria. Este costo se calcula en base al rendimiento que nos pide la COMPAÑÍA CENTRAL en sus políticas de inversión que en este caso son del 18% de retorno de la inversión.

En la Tabla 3.6 se encuentra los cálculos respectivos para obtener el costo de inventario de una industrial con una demanda anual de 100 TM y cuyo tanque al granel es de 7 m<sup>3</sup>. (3,717 TM)

<b>Tasa de Corte</b>	18%	
<b>Demanda</b>	100 TM anuales	
<b>Inventario promedio del tanque</b>	53%	[100% (Capacidad del Tanque) – 85% (Stock de Seguridad) + 20% (Costo Hueco)] / 2
<b>Tanque Óptimo</b>	7.50 m <sup>3</sup> 3.98 TM	
<b>Costo GLP (Semana Junio)</b>	0.8111	Fuente: Página de PetroEcuador
<b>Costo del Inventario (Depons)</b>	\$308.16	Anual
	\$25.68	Mensual

**EXPLICACIÓN**

$$3.98 \text{ TM.} * 53\% = * \frac{1,000 \text{ Kg.}}{1 \text{ TM.}} = 2,110.73 \text{ Kg. de inventario prom.} = \frac{Q}{2}$$

**Costo de mantenimiento de Inventario**

$$= \text{Inventario Prom.} * \text{Tasa de Corte} = \frac{Q}{2} * \text{Precio} * \text{Tasa de Corte}$$

$$= 2,110.73 \text{ Kg} * 0.811 \frac{\$}{\text{Kg}} * 0.2$$

$$= 308.16 \frac{\$}{\text{año}} = 25.68 \frac{\$}{\text{mes}}$$

**Tabla 3.6: Ejemplo de cálculo de costo de inventario para una demanda anual de 100 TM.**

Se toma el inventario promedio del tanque como el valor medio entre el 100% del tanque – 15% de seguridad (100%-15% =85%) y se le suma el costo hueco de mantener un 20% de producto perenne en el tanque debido a la vaporización necesaria. Da como resultado un 53% (85% + 20% = 105% /2 = 52.5% ~ 53%).

El costo del GLP corresponde al precio al cual el proveedor nacional (PETROECUADOR) vende a las comercializadoras el producto. Este precio cambia semanalmente, el cual puede verificarse en su página web.

Al final se tiene como resultado el costo del inventario con la tasa de retorno que exige la política de la industria analizada.

### Datos de ingreso en el optimizador.-

Se deben ingresar los siguiente datos:

- **Costo de instalación.-** estimado por el asesor comercial
- **Tasa de Corte.-** definido en el 18% por la empresa.
- **Kilómetros recorridos.-** desde la planta hasta el cliente (luego se calcula la distancia total que es igual a los kilómetros recorridos \* 2).
- **Demanda anual.-** la demanda anual de GLP que la industria requiere en un año calendario.
- **Autonomía mínima.-** número de días mínimo de duración del GLP en la industria (si se coloca 0 no hay restricción).
- **Zona.-** zona restringida A, B o C.
- **Ingreso Bruto por TM.-** ingreso medio en \$ por cada tonelada consumida de GLP industrial.

Se va a realizar el cálculo de las autonomías que tendría el cliente por cada tamaño de tanque, utilizando:

1. Demanda anual de 100 TN
2. Recorrido de 30 KM
3. Obra civil estimada de USD\$10.000
4. Tasa de corte del 18%
5. Días laborables en el año = 314 días (lunes a sábado).
6. Zona de abastecimiento – A (sin restricciones).

Tanque m <sup>3</sup>	TM / m <sup>3</sup>	TM en Tanque * 65%	Viajes año	Autonomía (días)	Obra Civil (\$)	Costo del Tanque (\$)
0.45	0.531	0.16	643.8	0.49	10,000	483
2.00	0.531	0.69	144.9	2.17	10,000	1,521
4.00	0.531	1.38	72.4	4.34	10,000	2,465
7.00	0.531	2.42	41.4	7.59	10,000	5,479
7.50	0.531	2.59	38.6	8.13	10,000	5,356
8.00	0.531	2.76	36.2	8.67	10,000	8,626
10.00	0.531	3.45	29.0	10.84	10,000	12,456
15.00	0.531	5.18	19.3	16.26	10,000	15,878

**Tabla 3.7: Información relevante para al análisis correspondiente a cada tamaño de tanque de GLP a granel.**

En la Tabla 3.7 se puede observar que en el caso de un tanque de 0.45 m<sup>3</sup> que equivale a una capacidad en TN OPERATIVA (65%) de 0.16 TN se requieren realizar 643 viajes al año y otorga una autonomía de 0.49 días (Autonomía = Stock / consumo diario). La obra civil es un valor constante que no depende del tanque a instalar (USD\$10.000 en este ejemplo). Al final se obtiene la columna con el costo de cada tanque de GLP dependiendo de su tamaño. Se denota que realizar 643 viajes al año es muy ineficiente pues equivale a casi 2 viajes diarios para abastecer la demanda de este cliente con el tamaño del tanque al granel de 0.45 m<sup>3</sup>. Con estos valores se puede obtener el costo del transporte por kilómetro recorrido, dependiendo del tipo de cisterna de abastecimiento y cargando como costo solamente el porcentaje que se deja en cada cliente, es decir, si el cliente tiene un tanque de 2 m<sup>3</sup> y la cisterna de abastecimiento es de 10 m<sup>3</sup>, sólo se carga el costo del porcentaje = 2/10 = 0.20 no se debe cargar todo el viaje al cliente cuando no se despachó todo el producto de la cisterna de abastecimiento.

En la Tabla 3.8 se detallan los costos por kilómetros recorridos dependiendo de la cisterna a utilizar por cada tamaño de tanque de GLP a granel:

COSTO DESPACHO * KM.									
		COSTOS VARIABLES DE TRANSPORTE EN CISTERNAS							
Tanque m <sup>3</sup>	Costo viaje (\$)	A (\$)	B (\$)	C (\$)	D1 (\$)	D2 (\$)	E1 (\$)	E2 (\$)	MIN
0.45	57	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
2	88	0.06	0.04	0.08	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
4	57	0.13	0.07	0.16	0.11	0.11	0.07	0.07	0.07
7	57	0.22	0.13	0.28	0.19	0.19	0.13	0.13	0.13
7.5	57	0.24	0.14	0.30	0.20	0.20	0.14	0.14	0.14
8	88	0.25	0.15	0.32	0.21	0.21	0.15	0.15	0.15
10	88	0.32	0.19	0.40	0.26	0.26	0.19	0.19	0.19
15	88	0.83	0.28	0.83	0.40	0.40	0.28	0.28	0.28

**Tabla 3.8: Costos anuales fijos y variables de transporte (\$/Km.)**

En la Tabla 3.8 se puede observar que para un tamaño de tanque de GLP a granel de 0.45 m<sup>3</sup> el costo de transporte por Km. en la cisterna A es de USD\$ 0.01. Multiplicar estos valores por la distancia a recorrer (distancia = 30 Km. \* 2 -ida y vuelta-) y el número de viajes que debe realizar cada cisterna al año, da como resultado el costo variable anual de transporte que tiene cada cisterna de abastecimiento para cada tanque de GLP, como se observa en la Tabla 3.9.

Costo Despacho * Distancia * Viajes Año									
Tanque m3	Cisterna A (\$)	Cisterna B (\$)	Cisterna C (\$)	Cisterna D1 (\$)	Cisterna D2 (\$)	Cisterna E1 (\$)	Cisterna E2 (\$)	MIN	OBS
0.45	37,289	37,061	37,426	37,197	37,197	37,061	37,061	37,061	NO VIABLE
2	13,268	13,041	13,406	13,176	13,176	13,041	13,041	13,041	VIABLE
4	4,684	4,457	4,822	4,592	4,592	4,457	4,457	4,457	VIABLE
7	2,913	2,686	3,051	2,821	2,821	2,686	2,686	2,686	VIABLE
7.5	2,756	2,529	2,894	2,664	2,664	2,529	2,529	2,529	VIABLE
8	3,731	3,504	3,869	3,639	3,639	3,504	3,504	3,504	VIABLE
10	3,095	2,868	3,233	3,003	3,003	2,868	2,868	2,868	VIABLE
15	3,052	2,020	3,814	2,155	2,155	2,020	2,020	2,020	VIABLE

**Tabla 3.9: Costo Anual de Transporte**

En la tabla 3.9 se puede observar que para un tanque de GLP de 0.45 m<sup>3</sup> que es abastecido por la cisterna A, el costo anual de transporte es de USD\$ 37,289. ((Costo Variable \* Distancia \* # viajes año) + (Costo Fijo \* # viajes año)). En la columna final OBS. = observación se indica la viabilidad de esa solución (tanque de 0.45 m<sup>3</sup>), tomando como tope el número de viajes máximo que puede dar la cisterna "X" para abastecer el tanque de 0.45 m<sup>3</sup>.

Se puede restringir la solución por viajes al año, días de autonomía y menor valor. En este caso como se trata de una inversión se va a realizar un flujo de caja para 5 años, la Tasa Interna de retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN) respectivo y determinar la mejor solución.

Para cada uno de los tamaños de tanques de GLP y cisternas de abastecimiento se ha generado el TIR y el VAN que arroja el proyecto, como se observa en la Tabla 3.10:

TIR y VAN COMERCIALIZADORA DE GLP			Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
cantidad de tanques								
<b>1.- Inversiones Iniciales</b>								
	0.45	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-	-
	7	-	-	-	-	-	-	-
	7.5	1.00	5,356	-	-	-	-	-
	8	-	-	-	-	-	-	-
	10	-	-	-	-	-	-	-
	15	-	-	-	-	-	-	-
<b>Inversión a depreciar</b>			5,356	-	-	-	-	-
Instalación (obra civil)			10,000.0					
Permisos (*)			525.0					
<b>Inversión sin depreciación</b>			10,525	-	-	-	-	-
<b>Total Inversión</b>			(15,881)	-	-	-	-	-
<b>2.- Flujo de Fondos Operativos durante el horizonte del proyecto</b>								
Ingresos operativos (pago del cliente - costos operativos)			12,300	12,792	13,304		13,836	14,389
Egresos operativos (c. transp + c. mant + c. invent + permi > 1 año)			3,202	4,354	4,031		4,670	6,296
Utilidad antes de impuestos			9,098	8,438	9,273		9,166	8,094
Impuesto a la renta + participación trabajadores (36,25%)			3,298	3,059	3,361		3,323	2,934
Utilidad operativa después de impuesto a la renta			5,800	5,379	5,911		5,843	5,160
Amortizaciones + Depreciaciones (depreciación del tanque)			335	335	335		335	335
<b>Total Flujo de fondos operativo</b>			6,135	5,714	6,246		6,178	5,494
<b>3.- Flujos de fondos de valores residuales</b>								
Retorno del capital de trabajo neto								
Valores residuales netos de los Act. Fijos (residual del tanque)								3,682
								3,682
<b>5.- Flujo Neto de Fondos</b>			(15,881)	6,135	5,714	6,246	6,178	9,176
Flujo acumulado			(15,881)	(9,746)	(4,032)	2,214	8,392	17,569
Flujo Neto Descontado			(15,881)	6,135	5,714	6,246	6,178	9,176
<b>VAN</b>		\$17,568.62						
<b>TIR</b>		29.06%						
<b>PAY-BACK EN AÑOS</b>		3.56						
<b>TASA DE CORTE</b>		18%						

\*.- permisos de USD\$70.00 el M2 lo asume la comercializadora de GLP. Permiso del Cuerpo de Bomberos de la ciudad cuesta USD\$800.00 asumido por el cliente. (A partir de un tanque de tamaño de 0.9 M3). A partir de un tanque de tamaño mayor o igual a 120 M3 se solicita un estudio de impacto ambiental)

**Tabla 3.10: TIR y VAN del proyecto.**

En la Tabla 3.10, al inicio, se puede apreciar los costos involucrados por el tamaño del tanque. A continuación detallamos los ingresos operativos que básicamente corresponde al volumen en un año calendario multiplicado por el ingreso neto promedio de dicha industria. Entre los egresos operativos tenemos los costos de transporte, los permisos luego del primer año, costo de inventario, costo de mantenimiento de instalaciones y la depreciación del tanque.

En el punto 3 vemos el valor de salvamento que presenta el tanque de GLP al año 5, utilizando la política de la compañía, la vida útil de 16 años (costo del tanque / 16 años \* 11 años). Al final se obtiene el flujo neto de fondos con lo cual se calcula el VAN, TIR y payback en años del proyecto.

En las Tablas 3.11, 3.12, 3.13 y 3.14 se presentan los resultados de cada una de las combinaciones de tanques de GLP con cisternas de abastecimiento.

Tanque (m <sup>3</sup> )	Cisternas						
	A (\$)	B (\$)	C (\$)	D1 (\$)	D2 (\$)	E1 (\$)	E2 (\$)
0.45	37,289	37,061	37,426	37,197	37,197	37,061	37,061
2.00	13,268	13,041	13,406	13,176	13,176	13,041	13,041
4.00	4,684	4,457	4,822	4,592	4,592	4,457	4,457
7.00	2,913	2,686	3,051	2,821	2,821	2,686	2,686
7.50	2,756	2,529	2,894	2,664	2,664	2,529	2,529
8.00	3,731	3,504	3,869	3,639	3,639	3,504	3,504
10.00	3,095	2,868	3,233	3,003	3,003	2,868	2,868
15.00	3,052	2,020	3,814	2,155	2,155	2,020	2,020

**Tabla 3.11: Costos de transporte anuales**

Cisternas							
Tanque (m <sup>3</sup> )	A	B	C	D1	D2	E1	E2
0.45	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.00	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4.00	26%	28%	25%	27%	27%	28%	28%
7.00	27%	28%	26%	27%	27%	28%	28%
7.50	27%	28%	26%	28%	28%	28%	28%
8.00	16%	17%	16%	17%	17%	17%	17%
10.00	15%	16%	14%	15%	15%	16%	16%
15.00	7%	10%	4%	10%	10%	10%	10%

**Tabla 3.12: TIR de las diferentes combinaciones**

Cisternas							
Tanque (m <sup>3</sup> )	A (\$)	B (\$)	C (\$)	D1 (\$)	D2 (\$)	E1 (\$)	E2 (\$)
0.45	(97,291)	(96,507)	(97,767)	(96,973)	(96,973)	(96,507)	(96,507)
2.00	(15,478)	(14,693)	(15,954)	(15,160)	(15,160)	(14,693)	(14,693)
4.00	12,207	12,991	11,731	12,524	12,524	12,991	12,991
7.00	16,117	16,901	15,641	16,434	16,434	16,901	16,901
7.50	16,372	17,156	15,895	16,689	16,689	17,156	17,156
8.00	11,656	12,440	11,180	11,973	11,973	12,440	12,440
10.00	11,868	12,652	11,392	12,185	12,185	12,652	12,652
15.00	7,059	10,620	4,424	10,154	10,154	10,620	10,620

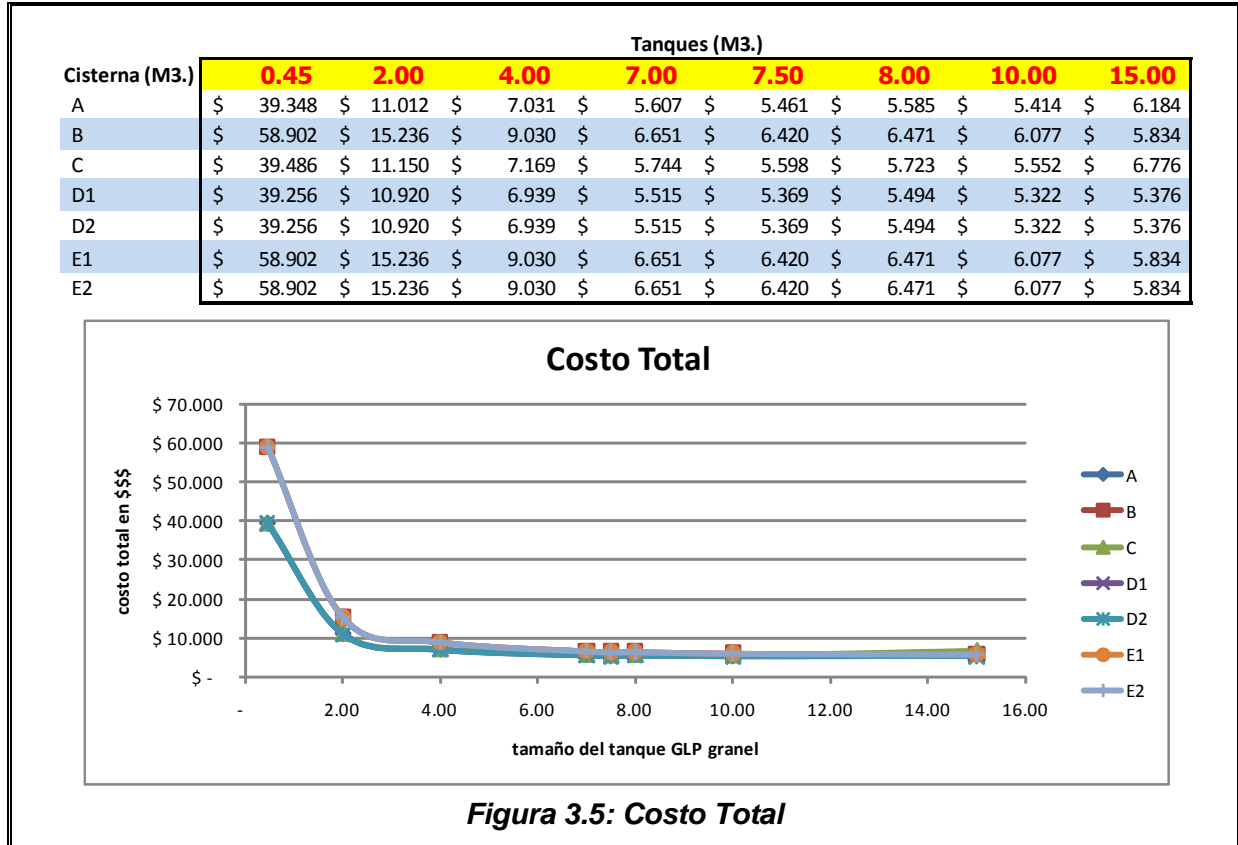
**Tabla 3.13: VAN del proyecto**



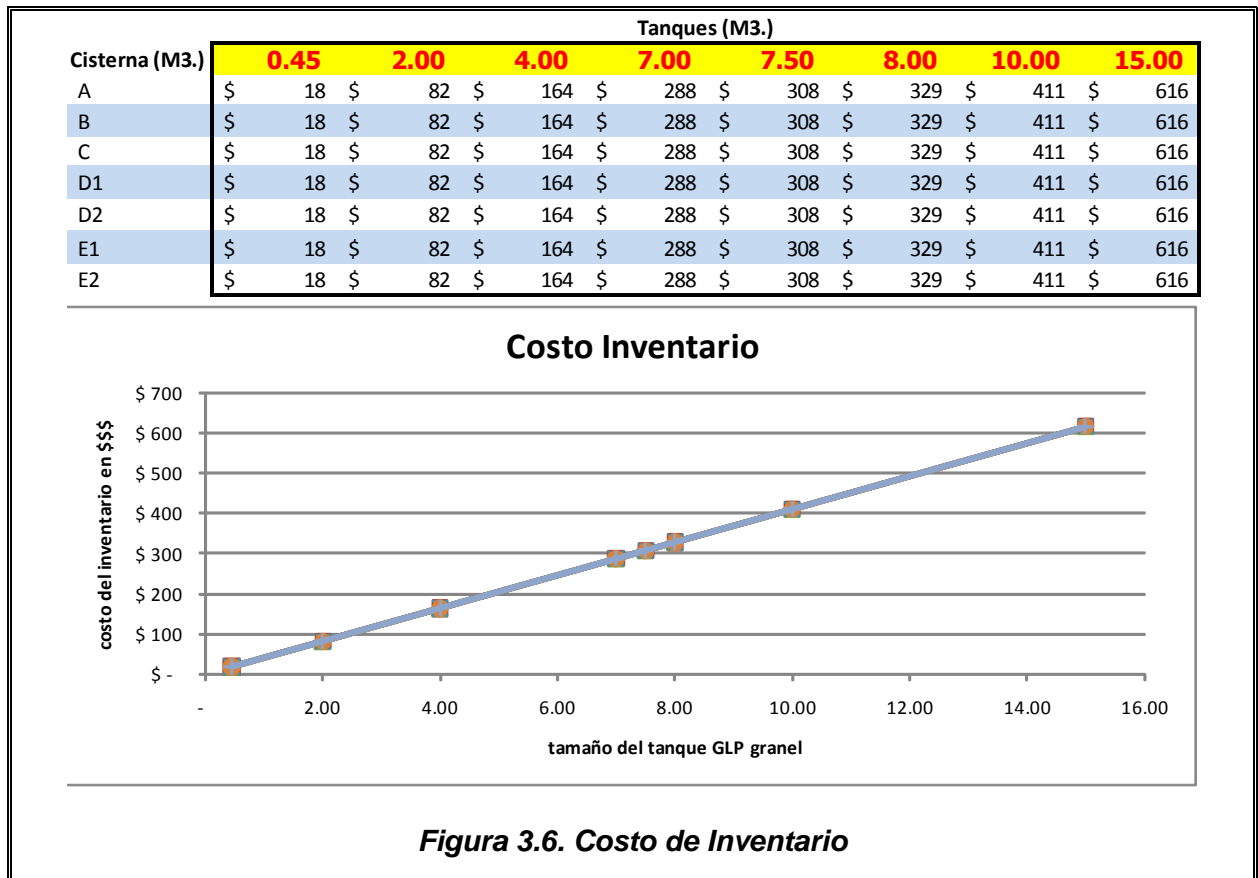
Cisternas							
Tanque (m <sup>3</sup> )	A (\$)	B (\$)	C (\$)	D1 (\$)	D2 (\$)	E1 (\$)	E2 (\$)
0.45	39,348	39,121	39,486	39,256	39,256	39,121	39,121
2.00	15,463	15,236	15,601	15,371	15,371	15,236	15,236
4.00	7,031	6,804	7,169	6,939	6,939	6,804	6,804
7.00	5,607	5,379	5,744	5,515	5,515	5,379	5,379
7.50	5,461	5,233	5,598	5,369	5,369	5,233	5,233
8.00	6,698	6,471	6,836	6,606	6,606	6,471	6,471
10.00	6,304	6,077	6,442	6,212	6,212	6,077	6,077
15.00	6,866	5,834	7,629	5,969	5,969	5,834	5,834

**Tabla 3.14: Costo Total**

Se desarrolló una hoja de Excel en la cual se pueden observar los diferentes valores del Costo Total (Costo Total = Costo de Transporte + Costo de Inventario + Costo de Instalación + Costo del tanque GLP) por cada tamaño de tanque de GLP a granel a instalar en el lado del cliente, como se observa en la Figura 3.5:

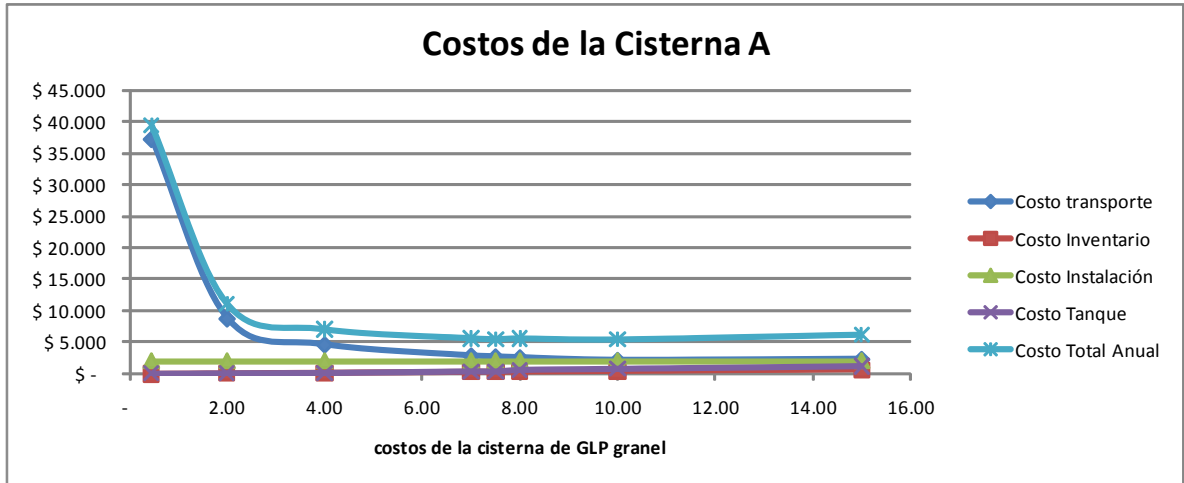


En la Figura 3.6, se detallan los costos de inventario, en el que se denota claramente que mientras más grande el tanque de GLP a granel, más grande el costo de inventario.



A manera de resumen se muestra la Figura 3.7 con las 4 curvas de costos que corresponden a la cisterna A.

RUBROS	Tamaño del tanque de GLP a granel							
	0.45	2.00	4.00	7.00	7.50	8.00	10.00	15.00
Costo transporte	\$ 37.289	\$ 8.817	\$ 4.684	\$ 2.913	\$ 2.756	\$ 2.618	\$ 2.205	\$ 2.370
Costo Inventario	\$ 18	\$ 82	\$ 164	\$ 288	\$ 308	\$ 329	\$ 411	\$ 616
Costo Instalación	\$ 2.000	\$ 2.000	\$ 2.000	\$ 2.000	\$ 2.000	\$ 2.000	\$ 2.000	\$ 2.000
Costo Tanque	\$ 41	\$ 113	\$ 183	\$ 406	\$ 397	\$ 639	\$ 799	\$ 1.198
<b>Costo Total Anual</b>	<b>\$ 39.348</b>	<b>\$ 11.012</b>	<b>\$ 7.031</b>	<b>\$ 5.607</b>	<b>\$ 5.461</b>	<b>\$ 5.585</b>	<b>\$ 5.414</b>	<b>\$ 6.184</b>



**Figura 3.7: Rubros de los costos involucrados usando la Cisterna A de abastecimiento.**

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

En la Figura 3.5 se muestran las curvas con los costos totales anuales de abastecimiento al cliente de GLP a granel considerando cada una de las cisternas de abastecimiento así como los tamaños más usados de tanque de GLP en el lado del cliente.

El resultado que refleja el tamaño óptimo del tanque de GLP a granel se lo determina analizando los siguientes valores:

- Si se selecciona el tanque que produzca el VAN del proyecto más adecuado para la empresa comercializadora, el mejor tamaño sería el tanque de 10 m<sup>3</sup> que genera por sobre los USD\$10,000 dólares en los 5 años de proyecto (ver tabla 3.14).

- Si se selecciona el tanque con el costo total anual menor detallado en la Figura 3.5, el tanque de 7.5 M3 es el que presenta un costo de aproximadamente USD\$8,000 al año.

Se puede concluir que la mejor opción para realizar el análisis son la opción 1 que escoge el VAN del proyecto en un período de 5 años pues tiene incluidos todos los rubros de ingresos y costos en su solución.

De requerir algún argumento de corto plazo para cerrar una negociación comercial se puede utilizar el argumento 2 que usa solo los costos totales anuales para tomar alguna decisión diferente de la óptima. Cualquier cambio de tamaño de tanque por fuera del presente análisis corresponde a un costo más elevado que el óptimo, por ende, menor rentabilidad en el proyecto comercial.

Cabe recalcar que la solución planteada muestra una autonomía de más de 8 (ocho) días para el cliente cuando se coloca en 0 (cero) la variable autonomía necesaria del cliente.

## **4.2. Recomendaciones**

Como base para los cálculos realizados se asume que las cisternas siempre van llenas al máximo de su capacidad, sino el costo por las ineficiencias serían más altos a los actuales. Al igual que cuando tenemos un 65% de uso en el tamaño de un tanque de GLP industrial, el primer despacho es ruido, ya que es la única vez que la cisterna de abastecimiento despacha al 100% del tanque de GLP granel del cliente.

Siempre al cliente presentarle \$/TN con el objetivo de que busque menos viaje y más autonomía, siempre tomando como base el cálculo óptimo del tamaño del tanque presentado.

Para mejorar el análisis es preferible conseguir las TONELADAS DE GLP INDUSTRIAL entregadas en el mismo año calendario, con lo cual se puede tener el costo por kilo de GLP entregado por cada cisterna de abastecimiento de GLP a granel. Una mala administración de los costos que se incurren en cada cisterna de abastecimiento dará como resultado un incremento de los costos anuales del proyecto.

Es preferible decidir desde un aspecto COMERCIAL cual es la mejor decisión al tomar el costo de transporte OPTIMO, puesto que el mismo puede ser que dé como resultado en un cisterna MAYOR pero que pasa si de daña DICHA cisterna de abastecimiento por un largo periodo de tiempo?, ya que el transporte de GLP en el país es sumamente escaso y reglamentado. Por lo que se sugiere no tomar el menor costo de la cisterna OPTIMA sino realizar o un promedio de los costos de todas las cisternas o escoger el mayor valor para siempre estar cubierto. En caso de siempre enviar la cisterna optima de abastecimiento, estaríamos siendo lo más eficientemente posible. De tornarse el mercado de GLP granel altamente competitivo, se aconsejaría escoger el costo más bajo.

Otro cambio para mejorar el análisis es el hecho de colocar más de un tanque de GLP a granel en el lado del cliente, pues en la actualidad existen ciertos clientes que tienen más de una cisterna de diferentes tamaños.

Cuando se desee analizar el despacho a clientes de GLP canalizado doméstico, se sugiere incluir el número promedio o máximo de clientes a despachar, pues el cálculo normalmente se lo realiza con tanques de GLP a granel de pequeñas capacidades, y se requiere

que los costos fijos y variables de transporte se diluyan entre los diferentes clientes que se van a despachar en el viaje. Esto dá como resultado que a dichos clientes se haga necesario el cobro de una tasa fija.

# ANEXOS

- ✓ **NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2261:2007**  
Tanques para gases a baja presión. Requisitos e Inspección
  
- ✓ **NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2260:2010**  
Instalaciones de Gases Combustibles para uso residencial, comercial e industrial. Requisitos.





# INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

---

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 2 260:2010**  
**Segunda revisión**

---

---

## **INSTALACIONES DE GASES COMBUSTIBLES PARA USO RESIDENCIAL, COMERCIAL E INDUSTRIAL. REQUISITOS.**

**Primera Edición**

INSTALLATION OF COMBUSTIBLE GAS FOR RESIDENCIAL, COMERCIAL AN INDUSTRIAL USE. SPECIFICATIONS.

First Edition

---

DESCRIPTORES: Sistemas de fluidos y componentes para uso general, componentes de tuberías y tuberías para productos del petróleo y gas natural, sistemas de distribución.

PE 04.08-402  
CDU: 696.2  
CIU: 4102  
ICS: 23.040:75.200

<b>Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria</b>	<b>INSTALACIONES DE GASES COMBUSTIBLES PARA USO RESIDENCIAL, COMERCIAL E INDUSTRIAL REQUISITOS.</b>	<b>NTE INEN 2 260:2010 Segunda revisión 2010-01</b>
---	---	---

## 1. OBJETO

**1.1** Esta norma establece los requisitos técnicos y las medidas de seguridad mínimas que deben cumplirse al diseñar, construir, ampliar, reformar, revisar y operar las instalaciones receptoras de gases combustibles para uso residencial, comercial e industrial; así como las exigencias mínimas de los sitios donde se ubiquen los equipos y artefactos que consumen gases combustibles, las condiciones técnicas de su conexión, ensayos de comprobación y su puesta en marcha.

## 2. ALCANCE

**2.1** Esta norma se aplica a las instalaciones receptoras (conjunto de tuberías y accesorios comprendidos entre la válvula de acometida, excluida ésta, y las válvulas de conexión al aparato, incluidas éstas) que utilizan gases combustibles suministrados desde tanques, cilindros portátiles, redes de distribución, que corresponden a los diferentes tipos de gases de la primera, segunda y tercera familias, cuya presión máxima de servicio sea inferior o igual a 500 kPa.

**2.2** Esta norma se aplica también para instalaciones de GLP líquido en empresas industriales, cuya aplicación se utilice en su propio proceso productivo interno.

**2.3** Se excluye del alcance de esta norma, el montaje de artefactos que estén alimentados por un único cilindro de gas combustible, de contenido unitario igual o inferior a 15 kg, conectado por tubería flexible hasta una distancia de 2 m o acoplado directamente.

**2.4** Para las acometidas, canalizaciones, gasoductos, sistemas de regulación deben cumplir con la NTE INEN 2 494.

## 3. DEFINICIONES

**3.1** Para los efectos de esta norma, se adoptan las siguientes definiciones:

**3.1.1** *Accesibilidad grado 1.* Se entiende que un dispositivo tiene accesibilidad grado 1 cuando su manipulación puede realizarse sin abrir cerraduras, y el acceso o manipulación, sin disponer de escaleras o medios mecánicos especiales.

**3.1.2** *Accesibilidad grado 2.* Se entiende que un dispositivo tiene accesibilidad grado 2 cuando está protegido por armario, registro practicable o puerta, provistos de cerradura con llave normalizada. Su manipulación debe poder realizarse sin disponer de escaleras o medios mecánicos especiales.

**3.1.3** *Accesibilidad grado 3.* Se entiende que un dispositivo tiene accesibilidad grado 3 cuando para la manipulación se precisan escaleras o medios mecánicos especiales o bien que para acceder a él hay que pasar por zona privada o que aún siendo común sea de uso privado.

**3.1.4** *Accesorios.* Elementos utilizados para unir las tuberías para conducción de gas; forman parte de ellos los usados para hacer cambios de dirección, de nivel, ramificaciones, reducciones o acoples de tramos de tubería.

**3.1.5** *Acometida.* Conjunto de tuberías, equipos y accesorios requeridos para la entrega de gas combustible a uno o varios usuarios, es decir, es la parte de la canalización de gas comprendida entre la red de distribución o la válvula de salida en el caso de depósitos de almacenamiento de gases licuados fijos o móviles, y la válvula de acometida incluida ésta.

**3.1.6** *Acometida exterior.* Es la parte de la canalización de gas comprendida entre la red de distribución o la válvula de salida en el caso de tanques de almacenamiento de gases fijos o móviles, y la válvula de distribución hacia los puntos de consumo.

100 kPa = 1bar

(Continúa)

DESCRIPTORES: Sistemas de fluidos y componentes para uso general, componentes de tuberías y tuberías para productos del petróleo y gas natural, sistemas de distribución.

**3.1.7 Acometida interior.** Es el conjunto de tuberías y accesorios comprendidos entre la válvula de distribución, excluida ésta y válvula o válvulas del edificio, incluidas éstas.

**3.1.8 Aparato a gas.** Son aquellos en los cuales se desarrolla la reacción de combustión, utilizando la energía química de los combustibles gaseosos que es transformada en calor, luz u otra forma de energía.

**3.1.9 Aparatos a gas de circuito abierto.** Son aquellos aparatos en los que el aire necesario para la combustión se toma de la atmósfera del local en el que se encuentran instalados.

**3.1.10 Aparatos a gas de circuito estanco.** Son aquellos aparatos en los que el circuito de combustión (entrada de aire, cámara de combustión y salida de productos de la combustión) no tiene comunicación alguna con la atmósfera del local en que se encuentran instalados.

**3.1.11 Áreas comunales.** Partes de una edificación multifamiliar que pertenece a los copropietarios o que están afectadas por una servidumbre. En el caso de edificaciones comerciales son aquellas partes de la construcción a las cuales tienen acceso múltiples usuarios.

**3.1.12 Áreas privadas.** Parte de una edificación multifamiliar que está destinada para fines de habitación (vivienda). En caso de edificaciones comerciales son aquellas partes de la construcción destinadas al desarrollo de la actividad comercial.

**3.1.13 Armario.** Es aquel recinto con puertas cuyo espacio se limita a contener las válvulas, contadores y/o reguladores de gas y su instalación, no pudiendo entrar personas en él. Tendrá las dimensiones suficientes para poder instalar, mantener y sustituir los elementos.

**3.1.14 Autoridad competente.** Es la organización, institución o persona responsable de la aprobación o certificación de un tanque, una instalación o un procedimiento, que ha sido designada para el efecto.

**3.1.15 Batería de cilindros.** Dos o más cilindros de 45 kg, conectados entre sí a través de un tubo destinados a abastecer de gas a una instalación receptora.

**3.1.16 Camisas.** Es una funda de material adecuado que aloja en su interior una tubería de conducción de gas.

**3.1.17 Capacidad instalada.** Máxima potencia expresada en kW, que puede suministrar una instalación, la cual depende de las especificaciones de diseño de la misma.

**3.1.18 Certificado de conformidad con norma.** Es el documento emitido por la autoridad competente, de acuerdo con un sistema de certificación, en el cual se manifiesta adecuada confianza de un producto, proceso o servicio debidamente identificado, que está conforme con una norma técnica.

**3.1.19 Certificado de conformidad con reglamento.** Es el documento emitido por la autoridad competente, de acuerdo con un sistema de certificación, en el cual se manifiesta adecuada confianza de un producto o servicio debidamente identificado, que está conforme con un reglamento técnico.

**3.1.20 Cilindro.** Es el recipiente utilizado para almacenar y transportar gas combustible, cuya capacidad volumétrica total no exceda de 0,11 m<sup>3</sup> de contenido de agua (45 kg de GLP), que por su tamaño y peso permite ser transportado manualmente con cierta facilidad y su diseño y construcción cumpla con la NTE INEN 111.

**3.2.21 Comercializadora de gas.** Es la persona natural o jurídica nacional o extranjera, o asociaciones de estas, calificada y autorizada por el Ministro de Minas y Petróleos, para ejercer las actividades de comercialización de gas licuado de petróleo.

**3.1.22 Condensados.** Son líquidos formados por condensación en la corriente de gas, debido a descomposición química, cambios de temperatura y/o presión.

**3.1.23 Condiciones de Referencia.** Son las condiciones de presión y de temperatura a las cuales se refieren a los volúmenes del gas combustible. Como condiciones de referencia se toman los valores convencionales equivalentes a una temperatura de 15,6°C , y una presión de 101,3 kPa.

(Continúa)

**3.1.24 Condiciones Normales.**

- Presión absoluta: 101,325 kPa
- Temperatura absoluta: 273,15 K (0°C)

Las condiciones normales se expresan colocando (n) después de la unidad de volumen (ej. m<sup>3</sup> (n)/h)

**3.1.25 Condiciones Standard.**

- Presión absoluta: 101,325 kPa
- Temperatura absoluta: 288,15 K (15°C)

Las condiciones standard se expresan colocando (s) después de la unidad de volumen (ej. m<sup>3</sup> (s)/h)

**3.1.26 Conector flexible.** Es un componente de un sistema de tuberías fabricado de material flexible resistente al GLP (tal como una manguera) y equipado con terminales apropiados en los dos extremos.

**3.1.27 Conexión roscada.** Es aquella donde la hermeticidad se logra en los filetes de la rosca de la unión.

**3.1.28 Conexión de aparato.** Es el conjunto de tuberías y accesorios comprendidos entre la válvula de conexión al aparato y el propio aparato, excluido éste.

**3.1.29 Conexión de seguridad.** Es el conjunto formado por un tubo y un dispositivo obturador de seguridad (combinado o no con una válvula de paso), concebido de forma tal que, en caso de desconectarse se interrumpa el paso de gas.

**3.1.30 Conjunto de regulación.** Son los accesorios que se instalan conjuntamente con el regulador, incluido éste, tales como válvulas de corte, filtro, tomas de presión, tubería de conexión, etc. Cuando este conjunto va alojado en el interior de un armario se le denomina armario de regulación.

**3.1.31 Cortatiro.** Es un dispositivo situado en el circuito de evacuación de los productos de combustión de un aparato y destinado a disminuir la influencia del tiro y del retroceso sobre el funcionamiento del quemador y la combustión.

**3.1.32 Corte automático de gas.** Es un sistema que permite el corte del suministro de gas a la recepción de una determinada señal procedente de un detector de fugas de gas, de una central de alarmas o de cualquier otro dispositivo previsto como elemento de seguridad en la instalación. La reapertura del suministro sólo será posible mediante un rearme manual.

**3.1.33 Chimenea de evacuación de gases.** Es un ducto diseñado para la evacuación de los productos de la combustión de gas.

**3.1.34 Detector de fugas de gas.** Es un aparato que detecta la presencia de gas en el aire y que a una determinada concentración emite una señal de aviso, que puede incluso, poner en funcionamiento un sistema automático de corte de gas.

**3.1.35 Densidad relativa.** La densidad relativa es la relación entre la densidad absoluta del gas y del aire en las mismas condiciones de presión y temperatura. El valor de esta propiedad indica si un gas es más o menos pesado que el aire ( $\rho = 1,293 \text{ kg/m}^3$  (n)).

$$d = \frac{\rho}{\rho_a}$$

Donde:

$\rho$  = es la densidad del gas

$\rho_a$  = es la densidad del aire a la misma presión y temperatura del gas.

(Continúa)

- 3.1.36** *Dispositivo de evacuación de condensados.* Dispositivo situado en los puntos bajos de las tuberías que acumula y evacua los condensados.
- 3.1.37** *Dispositivo de cierre por sobrepresión.* Dispositivo que corta el flujo de vapor de gas combustible cuando la presión de salida del regulador alcanza un máximo predeterminado de presión permitido.
- 3.1.38** *Dispositivo de alivio de presión.* Dispositivo diseñado para abrir, evitando una elevación excesiva de la presión interna del fluido por encima de un valor específico, debido a condiciones de emergencia o a condiciones anormales.
- 3.1.39** *Ducto de instalaciones.* Espacio destinado a contener las diversas instalaciones (gas, agua, electricidad, comunicaciones).
- 3.1.40** *Ducto de ventilación.* Espacio destinado a ventilar, extraer y renovar el aire viciado.
- 3.1.41** *Ducto técnico.* Es el ducto continuo construido en general en las proximidades de los descansos de un edificio, de forma y dimensiones adecuadas para contener en cada planta el o los contadores / reguladores que dan servicio exclusivo de gas a las viviendas.
- 3.1.42** *Empotrado.* Cuando los elementos de la instalación se encuentran dentro de partes estructurales de los edificios.
- 3.1.43** *Edificación.* Cualquier construcción para uso residencial, comercial o industrial. En el caso de uso residencial puede ser unifamiliar, multifamiliar.
- 3.1.44** *Factor de simultaneidad.* Relación existente entre la máxima demanda probable y la máxima potencia de gas.
- 3.1.45** *Familia de gases.* Según el índice de Wobbe: La primera familia para el gas de ciudad; la segunda para el gas natural y la tercera para los gases licuados de petróleo, GLP.
- 3.1.46** *Gas combustible.* Todo fluido gaseoso combustible que se transporta o distribuye a través de redes de tuberías, ya sea gas de ciudad, gas natural o gas licuado de petróleo, en fase gaseosa y cualquier otro tipo o mezcla de los anteriores.
- 3.1.47** *Gas de ciudad.* Es una mezcla de Hidrógeno, Nitrógeno e hidrocarburos.
- 3.1.48** *Gas natural.* Es una mezcla de hidrocarburos gaseosos (principalmente metano), proveniente de depósitos del subsuelo y cuya producción puede venir asociada con la del petróleo crudo.
- 3.1.49** *Gas licuado de petróleo, GLP.* Está constituido por mezclas de hidrocarburos extraídos del procesamiento del gas natural o del petróleo que se licúa fácilmente por enfriamiento o por compresión, constituidos fundamentalmente por propano y butano.
- 3.1.50** *Gas tóxico.* Es aquél constituido por elementos nocivos para la salud, como el monóxido de carbono, generados por la combustión incompleta del gas.
- 3.1.51** *Índice de Wobbe.* Índice que caracteriza el caudal calorífico de un quemador y viene definido por la relación entre el poder calorífico, PC y la raíz cuadrada de la densidad del gas respecto al aire. Según se utilice el PCS o el PCI se hablará de índice de Wobbe superior (Ws) o índice de Wobbe inferior (Wi). El más utilizado es el primero.
- 3.1.52** *Instalaciones para suministro de gas.* Conjunto de tuberías, equipos (tanques, reguladores, contadores, etc.), y accesorios requeridos para la conducción del gas a edificaciones de uso residencial, comercial e industrial.
- 3.1.53** *Instalación estacionaria (permanente).* Instalación de recipientes de gas combustible, tuberías y equipos para uso permanente en una ubicación en particular.
- 3.1.54** *Instalación receptora o centralizada de gas.* Es el conjunto de tuberías y accesorios comprendidos entre la válvula de acometida, excluida ésta, y las válvulas de conexión al aparato, incluidas éstas.

(Continúa)

- a) No tendrán el carácter de instalación receptora, las instalaciones alimentadas por un único cilindro o depósito móvil de gases licuados del petróleo de contenido unitario igual ó inferior a los 15 kg, conectado por tubería flexible o acoplado directamente a un solo aparato de utilización móvil.
- b) Una instalación receptora puede suministrar a varios edificios, siempre y cuando éstos estén ubicados en terrenos de una misma propiedad.
- c) En el caso más general, una instalación receptora se compone de: la acometida interior, las instalaciones comunales y las instalaciones individuales de cada usuario.

**3.1.55 Instalador de gas.** Es la persona natural o jurídica legalmente establecida que incluye en su objeto social las actividades de diseño, montaje, reparación, mantenimiento y revisión de instalaciones de gas, que cumpla con los requisitos mínimos establecidos y esté acreditada mediante el correspondiente certificado, emitido por la autoridad competente; se encuentre inscrita en el registro correspondiente o en su defecto de acuerdo con las reglas de una buena actuación profesional.

**3.1.56 Juntas mecánicas de estanqueidad.** Medio destinado a asegurar la estanqueidad de un conjunto de varias piezas, generalmente metálica, excluyendo la utilización de líquidos, pastas para juntas y cintas. Se distingue por ejemplo: Junta metal sobre metal, junta cónica, junta tórica, junta plana, etc.

**3.1.57 Línea individual.** Sistema de tuberías interno o externo a la edificación que permite la conducción de gas, hacia los distintos artefactos de consumo de un mismo usuario. Está comprendida entre la válvula de usuario, centros de medición (o los reguladores de presión para el caso de instalaciones para el suministro de gas sin medidor) y los puntos de salida para la conexión de los artefactos de consumo.

**3.1.58 Límites de inflamabilidad.** Se denominan "límites de inflamabilidad" a las composiciones en tanto por ciento de gas en la mezcla gas-aire, a presión y temperatura ambiente, para las que la mezcla es inflamable. Con porcentajes por debajo del "Límite inferior de inflamabilidad" o superiores al "Límite superior de inflamabilidad" no es posible mantener la combustión, definiéndose en consecuencia el llamado "dominio de inflamabilidad" a aquellas composiciones comprendidas entre ambos límites.

**3.1.59 Líneas de transporte.** Sistemas de tuberías para el transporte de gas, comprendidos entre las fuentes de abastecimiento y la estación receptora (City gate) o de los centros de distribución de los grandes consumidores (gran industria). También comprenden los sistemas de tuberías empleados para la interconexión de dos o más fuentes de abastecimiento o acopio; se excluyen las líneas de recolección entre los diferentes pozos. Las líneas de transporte son regularmente operadas a alta presión. Ver NTE INEN 2 493.

**3.1.60 Líneas matrices.** Sistemas de tuberías exteriores o interiores a la edificación (en este último caso, ubicadas en las áreas comunales de la edificación), que forman parte de la instalación para suministro de gas donde resulte imprescindible ingresar a las edificaciones multiusuario con el objeto de acceder a los centros de medición. Están comprendidas entre la salida de la válvula de corte en la acometida de la respectiva edificación multiusuario y los correspondientes medidores individuales de consumo. En el caso de instalaciones de uso comercial, la línea individual puede ser considerada como línea matriz hasta los puntos de salida para la conexión de los equipos, inclusive.

**3.1.61 Líneas primarias.** Sistemas de tuberías destinados a la distribución de gas hacia sectores puntuales de consumo. Están comprendidos entre la salida de la estación receptora (City gate) y la entrada a las estaciones reguladoras dispuestas en la red de distribución. Por lo general se componen de tuberías metálicas operadas a alta presión. Ver NTE INEN 2 494.

**3.1.62 Líneas secundarias.** Sistemas de tuberías que se derivan de las líneas primarias desde las salidas de las estaciones reguladoras de distrito y se extienden hacia la línea de acometida de todos los usuarios en un sector determinado de la red de distribución. Por lo general se componen de tuberías de materiales plásticos especiales, operadas a media presión. Para el caso de redes de distribución abastecidas con tanques de almacenamiento las líneas secundarias se derivan de los reguladores de presión de primera etapa, asociados a los respectivos tanques de almacenamiento hasta la línea de acometida de todos los usuarios en un sector determinado de la red de distribución. Ver NTE INEN 2 494.

(Continúa)

**3.1.63** Local destinado a uso comercial. Es aquel local al que habitualmente concurren personas ajenas al mismo para recibir o desarrollar determinados servicios o actividades. Tendrán esta consideración locales tales como: edificios institucionales, restaurantes, hoteles, salas de fiestas, cines, piscinas, centros de recreación, oficinas, escuelas, cuarteles, hospitales, culto religioso, almacenes, mercados, comercios o similares.

**3.1.64** *Local destinado a uso residencial.* Es aquel local destinado a vivienda de las personas.

**3.1.65** *Norma de reconocido prestigio.* Tendrán la consideración de normas de reconocido prestigio las normas ISO, CEN, NF, BS, DIN, UNE, NFPA, IRI y aquellas otras aceptadas por la autoridad competente que han sido aprobadas por un organismo internacional o nacional especializado en normalización.

**3.1.66** *Odorización.* La presencia de algunos gases combustibles es detectable por su olor característico, otros en cambio son prácticamente inodoros, este es el caso del GLP, por lo que para poder detectar cualquier posible fuga se le añade en la fase de tratamiento y antes de su emisión a través de la red de tuberías, un compuesto químico que aún en pequeñas cantidades le dota de un olor penetrante y característico, desapareciendo el mismo cuando se produce la combustión del gas. Para el gas natural se utiliza el THT (tetrahidrotiofeno), y para los GLP el etilmercaptano.

**3.1.67** *Paredes ciegas.* - Muros o paredes sin aberturas.

**3.1.68** *Poder calorífico.* Es la cantidad de calor producido por la combustión completa, a una presión constante e igual a 1013,25 kPa de la unidad de volumen o de masa de gas, estando tomados los componentes de la mezcla combustible en las condiciones de referencia, y siendo conducido los productos de la combustión a las mismas condiciones.

a) Existen dos tipos de poder calorífico:

a.1) Poder calorífico superior: El agua producida por la combustión está supuestamente condensada. Símbolo: PCS

b) Poder calorífico inferior: El agua producida por la combustión permanece supuestamente en estado de vapor. Símbolo: PCI Unidades: MJ/m<sup>3</sup>(n) de gas seco ó MJ/kg .

**3.1.69** *Presión de servicio de los aparatos.* Presión estática medida en la conexión de entrada del gas al aparato cuando éste se encuentra en funcionamiento. Se expresa en kPa o en milímetros de columna de agua (mm C.A).

**3.1.70** *Presión de Diseño.* Es la máxima presión permisible prevista por las normas de construcción, aplicables a cada recipiente o sistema de tuberías, determinada mediante los procedimientos de diseño establecidos para el tipo de materiales en que estén construidos.

**3.1.71** *Presión mínima de operación.* Es la mínima presión efectiva de operación que puede presentarse dentro de un sistema de tubería para la conducción del gas, bajo condiciones normales de servicios, se abrevia "Pmín".

**3.1.72** *Presión de servicio.* Es la presión a la cual trabaja una instalación receptora en un momento determinado. Su valor no puede exceder a la presión máxima de servicio.

**3.1.73** *Presión máxima de servicio.* Es la presión máxima a la cual puede trabajar un tramo y/o la totalidad de la instalación receptora en función de su diseño.

**3.1.74** *Presión de calibración.* Es aquella presión preestablecida a la que se ajusta cada una de las funciones de un regulador o válvula de seguridad.

**3.1.75** *Productos de combustión.* Conjuntos de gases, partículas sólidas y vapor de agua que resultan en el proceso de combustión.

(Continúa)

**3.1.76 Puerta estanca.** Es aquella que siendo ciega se ajusta a su marco en todo su perímetro mediante una junta de estanqueidad.

**3.1.77 Purga de tuberías.** Es la operación de limpieza de las tuberías del sistema para la eliminación del aire u otras impurezas.

**3.1.78 Recipiente.** Cualquier depósito (incluidos: cilindros, tanques móviles, portátiles y fijos) utilizado para transportar o almacenar gas combustible

**3.1.79 Regulación de la presión.** Proceso que permite reducir y controlar la presión del gas en un sistema de tubería, hasta una presión específica para el suministro. La regulación puede efectuarse en una o varias etapas.

**3.1.80 Regulador de presión.** Dispositivo que permite abatir y controlar la presión del fluido de gas en un sistema de tuberías.

**3.1.81 Regulador AP.** Regulador de presión que permite reducir la presión desde una AP a una presión inferior.

**3.1.82 Regulador MP.** Regulador de presión que permite reducir la presión desde una MP a una presión inferior

**3.1.83 Regulador BP.** Regulador de presión que permite reducir la presión desde una BP a una presión inferior.

**3.1.84 RF 120 = Resistencia al fuego 120 minutos**

**3.1.85 RF 235 = Resistencia al fuego 235 minutos**

**3.1.86 Salida de gas.** Extremo terminal de una instalación individual para suministro de gas, donde está prevista la conexión de aparatos.

**3.1.87 Sellante.** Sustancias o elementos destinados a garantizar la hermeticidad en montajes mecánicos para las uniones entre tuberías y accesorios.

**3.1.88 Semisótano o primer sótano.** Se considerará como semisótano o primer sótano a la primera planta entresuelo por debajo del suelo que se encuentre a nivel inferior en más de 60 cm con relación al del suelo exterior (calle o patio de ventilación) en todas las paredes que conforman el citado local.

**3.1.89 «Shunt».** Es el tipo de chimenea general especialmente diseñada para la evacuación de los productos de la combustión de los aparatos a gas de circuito abierto conectados al mismo o para la evacuación del aire viciado de un local. La salida de cada planta no va unida directamente al ducto general principal sino a un ducto auxiliar que desemboca en aquella después de un recorrido vertical de una planta. La chimenea general es del tipo vertical ascendente, terminando por encima del nivel superior del edificio.

**3.1.90 «Shunt» invertido.** Es el tipo de chimenea general especialmente diseñado para proporcionar la entrada de aire necesaria a los locales de cada planta por la que discurre. La chimenea general es de tipo vertical ascendente y toma el aire de la atmósfera libre en su base. La entrada de aire a cada planta se efectúa a través de un ducto auxiliar de recorrido vertical que se inicia en la planta inferior, lugar donde se bifurca del ducto principal.

**3.1.91 Sistema contra incendios.** Es el conjunto de tubería y equipos diseñados y construidos para atender los conatos de incendio.

**3.1.92 Sistema de GLP.** Conjunto que consiste en uno o más recipientes, con un medio para llevar GLP (de modo continuo o intermitente) desde el o los recipientes hacia dispositivos surtidores o de consumo, y que incorpora componentes con el objeto de lograr el control de la cantidad, flujo, presión o estado (líquido o vapor).

(Continúa)



**3.1.93 Sistema fijo de tuberías.** Conjunto integrado por tuberías, válvulas y accesorios instalados en una ubicación permanente, que conectan la fuente de GLP a su equipo de utilización.

**3.1.94 Soldadura blanda.** Es aquella soldadura en la que la temperatura de fusión del metal de aporte es inferior a 500°C.

**3.1.95 Soldadura fuerte.** Es aquella soldadura en la que la temperatura de fusión del metal de aporte es igual o superior a 500°C.

**3.1.96 Sótano.** Local ubicado bajo el nivel del terreno cuyas paredes no tienen ventilación directa (sin ductos) a nivel del piso.

**3.1.97 Sótano ventilado.** Es aquel que cuenta con una o varias aberturas de entrada y salida de aire en comunicación directa con el exterior y dispuestas en paredes opuestas.

**3.1.98 Tanque fijo o estacionario.** Recipiente que por su capacidad volumétrica total, su tamaño y peso, debe permanecer fijo en el sitio de emplazamiento. Su diseño y construcción debe cumplir con las especificaciones de la NTE INEN 2 261 y tener la certificación de conformidad con norma.

**3.1.99 Tanque móvil.** Recipiente que ha sido diseñado y construido para ser instalado en un vehículo y debe cumplir con las especificaciones de la NTE INEN 2 261 y tener la certificación de conformidad con norma.

**3.1.100 Tanque en talud.** Recipiente diseñado para servicio bajo tierra, instalado por encima de la profundidad requerida para el servicio bajo tierra y cubierto con tierra, arena u otro material; o un recipiente diseñado para servicio en superficie, instalado por encima del nivel y cubierto con tierra, arena u otro material, y debe cumplir con las especificaciones de la NTE INEN 2 261 y tener la certificación de conformidad con norma.

**3.1.101 Tanque Semiestacionario.** Es el recipiente cuya capacidad volumétrica total está comprendida entre 0,11 m<sup>3</sup> y 0,5 m<sup>3</sup> de contenido de agua, a condiciones de referencia y que por razón de su tamaño y peso puede permanecer en el sitio de emplazamiento, y debe cumplir con las especificaciones de la NTE INEN 2 261 y tener la certificación de conformidad con norma.

**3.1.102 Tanque para montacargas.** Es el recipiente utilizado para almacenar y suministrar gas combustible al motor de los montacargas y su diseño y construcción cumpla con la NTE INEN 2 310 o las especificaciones DOT 4BA o DOT 4BW.

**3.1.103 Trasvase.** Es la operación de llenado y vaciado de recipientes que se efectúa por bomba o compresor.

**3.1.104 Tuberías.** Tuberías rígidas o flexibles, metálicas o no metálicas para llevar gas combustible desde un punto a otro.

**3.1.105 Tubería vista.** Tubería instalada sin protección.

**3.1.106 Tubería de venteo.** Tuberías conectadas al orificio de las válvulas de alivio (reguladores, válvulas), usadas para conducir a la atmósfera o a sitios ventilados los posibles escapes de gas, producidos por una sobrepresión en el sistema.

**3.1.107 Tubería enterrada.** Tubería instalada bajo suelo y recubierta con materiales de fácil remoción y que no cause ataques corrosivos a ésta.

**3.1.108 Tubería embebida.** Tubería de gas combustible instalada en pisos y paredes (hormigón o mampostería) recubiertas con material de fácil remoción.

**3.1.109 Tubería oculta.** Es aquella tubería sobre la cual no hay una percepción visual directa. Puede ser: embebida, enterrada o por ductos.

**3.1.110 Tubería por ducto.** Tubería instalada en el interior de ductos exclusivos o generales.

(Continúa)

**3.1.111 Tubería flexible.** Es aquel tubo que se puede doblar o estirar fácilmente sin que se alteren sus características mecánicas.

**3.1.112 Usuario.** Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación del servicio de distribución de gas, bien como propietario del inmueble o como receptor directo del servicio.

**3.1.113 Válvula de acometida.** Es el dispositivo de corte más próximo o en el mismo límite de propiedad, accesible desde el exterior de la propiedad e identificable, que puede interrumpir el paso de gas a la instalación receptora.

a) En las instalaciones con tanques fijos de almacenamiento de GLP, se entenderá como válvula de acometida la válvula de edificio.

**3.1.114 Válvula de Alivio-seguridad (VAS).** Dispositivo que tiene por función reducir la presión interna por evacuación directa de gas al exterior cuando esta supere un valor predeterminado.

**3.1.115 Válvula de cierre de emergencia.** Válvula de cierre que incorpora medios de cierre térmico y/o manuales y que también dispone de medios de cierre a distancia.

**3.1.116 Válvula de conexión al aparato.** Es el dispositivo de corte que formando parte de la instalación individual está situado lo más próximo posible a la conexión de cada aparato y que puede interrumpir el paso del gas al mismo. Debe estar ubicada en el mismo local que el aparato.

a) La válvula de conexión al aparato no debe confundirse con la válvula o válvula de mando de corte que lleva incorporado el propio aparato. La válvula de conexión al aparato debe existir en todos los casos salvo que se trate de instalaciones individuales en las que se utilice un cilindro móvil de gases licuados del petróleo, de contenido igual ó inferior a 15 kg equipado de un regulador con dispositivo de corte incorporado y acoplado a un solo aparato situado en el mismo local que el cilindro.

**3.1.117 Válvula de contador.** Es aquella que está colocada inmediatamente a la entrada del contador.

**3.1.118 Válvula de edificio.** Es el dispositivo de corte más próximo o en el muro de cerramiento de un edificio, accionable desde el exterior del mismo, que puede interrumpir el paso de gas a la instalación común que suministra a varios usuarios ubicados en el mismo edificio. En las instalaciones que dispongan de estación de regulación y/o medida, hará las funciones de válvula de edificio el dispositivo de corte situado lo más próximo posible a la entrada de dicha estación, accionable desde el exterior del recinto que delimita la estación, y que puede interrumpir el paso de gas a la citada estación de regulación y/o medida. En las instalaciones domésticas puede no existir, para hacer esta función la válvula de acometida, en el caso de que se alimente a un único edificio.

**3.1.119 Válvula de regulador.** Es aquella que situada muy próxima a la entrada del regulador permite el cierre del paso del gas al mismo.

**3.1.120 Válvula de seguridad (V.S.M.) por máxima presión.** Se entiende por V.S. por máxima presión, aquel dispositivo que tiene por función cerrar el paso del gas, en el aparato o instalación en que esté colocado, cuando la presión de gas exceda de un valor predeterminado.

**3.1.121 Válvula de seguridad (V.S.m.) por mínima presión.** Se entiende por V.S. por mínima presión, aquel dispositivo que tiene por función cerrar el paso de gas, en el aparato o instalación en que esté colocado, cuando la presión del gas está por debajo de un valor predeterminado.

**3.1.122 Válvula de usuario.** Válvula de inicio de la instalación individual es el dispositivo de corte que, perteneciendo a la instalación común, establece el límite entre ésta y la instalación individual y que puede interrumpir el paso de gas a una sola instalación individual, debiendo ser esta válvula accesible desde zonas de propiedad común, salvo en el caso que exista una autorización expresa de la empresa comercializadora.

**3.1.123 Válvula de vivienda o de local privado.** Es aquella con la cual el usuario desde el interior de su vivienda o local puede cortar el paso del gas al resto de su instalación.

**3.1.124 Vivienda.** Parte de la edificación destinada para fines de habitación.

(Continúa)

#### 4. DISPOSICIONES GENERALES

**4.1** Los tanques, tuberías y las válvulas que se utilicen en las instalaciones receptoras o centralizadas de gas deben tener certificados de conformidad con norma emitidos por el fabricante o por un organismo certificador.

**4.2** Los accesorios, contadores, reguladores, válvulas, etc, que se utilicen en las instalaciones centralizadas de gas deben ser especificadas para uso con el gas a utilizarse en el proyecto.

**4.3** Las empresas y el personal que realice instalaciones de gas, deben estar calificados de acuerdo con la NTE INEN 2 333.

**4.4** Se prohíben instalaciones centralizadas de GLP cuyo abastecimiento contemple a la vez tanques estacionarios y baterías de cilindros de 15 y/o 45 kg.

#### 5. CLASIFICACION DE LOS GASES COMBUSTIBLES

**5.1** En función del valor de  $W_s$  (Wobbe) se clasifican los gases en tres familias, se resumen las principales características en la tabla 1.

**5.1.1** *La primera familia* incluye los gases manufacturados, gas de coquería y mezclas hidrocarburos-aire (aire propanado y aire metanado) de bajo poder calorífico entre 4,65 y 5,5 kWh/m<sup>3</sup>(n).

**5.1.2** *La segunda familia* incluye los gases naturales, gas natural sintético y las mezclas hidrocarburo-aire (aire propanado) de poder calorífico entre 9,3 y 14 kWh/m<sup>3</sup>(n).

**5.1.3** *La tercera familia* incluye los gases licuados de petróleo (GLP): propano y butano, con poder calorífico entre 27,9 y 36 kWh/m<sup>3</sup>(n).

a) Las presiones de uso normal en los aparatos según las familias del gas son las siguientes:

a.1) 1ª Familia: de 0,6 kPa a 1,2 kPa.

a.2) 2ª Familia: de 1,7 kPa a 2,2 kPa. (Gas Natural)

a.3) 3ª Familia: Butano: de 2,0 kPa a 2,8 kPa  
Propano: de 2,5 kPa a 3,7 kPa  
Butano/Propano: de 2,5 kPa a 3,7 kPa

b) Para usos comerciales e industriales ver tabla 5.

**TABLA 1. Clasificación de los gases combustibles**

Familia	Nombre del Gas	Componente Principal	Observación	Densidad	PCS en volumen kWh/m <sup>3</sup>	PCS en masa kWh/kg	Índice de Wobbe MJ/m <sup>3</sup> (n)	Límites de inflamabilidad	Odorizante
1ra. Familia	Gas manufacturado	Metano+H <sub>2</sub> +CO	Tóxico, en desuso	< 1	5, 23	-----	19, 13 a 27, 64	6 a 45	
2da. Familia	Gas Natural	Metano	No tóxico	< 1	12, 2	-----	39, 1 a 54, 7	5 a 15	Tetrahi-Drotiofeno
			Inodoro						
			Incoloro						
3ra. Familia	GLP	Propano	No tóxico	> 1	27, 29	14, 0	72, 9 a 87, 3	2, 4 a 9, 5	Mercaptano
			Inodoro						
			Incoloro						
		Butano	No tóxico	> 1	36, 0	13, 95		1, 8 a 8, 4	Mercaptano
			Inodoro						
			Incoloro						

(Continúa)

## 6. CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES

**6.1** Las instalaciones de gas se clasifican de acuerdo a la forma de suministro y son de dos clases:

**6.1.1** Suministradas desde una red de distribución (canalizado).

**6.1.2** Suministradas desde:

**6.1.2.1** Tanques fijos o estacionarios para GLP,

**6.1.2.2** Tanques semiestacionarios para GLP (0,11 a 0,5 m<sup>3</sup>)

**6.2** Los elementos de regulación, seguridad, válvulas y demás accesorios que se utilicen en una instalación de gas combustible, en canalizaciones y acometidas deben ser diseñados tomando en cuenta los valores máximos del rango de la Presión Máxima de Operación (PMO manométrica) establecido en la tabla 2.

**TABLA 2. Rangos de presión**

200 kPa < PMO ≤ 500 kPa
35 kPa < PMO ≤ 200 kPa
PMO < 35 kPa

## 7. REQUISITOS

### 7.1 Requisitos de una instalación de gas combustible

**7.1.1** El diseño, dimensiones, materiales, accesorios y sistemas de unión de la instalación de gas combustible serán tales que garanticen el adecuado flujo de gas para atender las necesidades de los aparatos que deban conectarse, así como la seguridad en la conducción del gas hasta los mismos.

**7.1.2** El diseño de una instalación debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

a) Familia y denominación del gas.

a.1) Para el caso del GLP se asumirá lo especificado en la tabla 1 de la NTE INEN 675.

a.2) Para el caso del Gas natural se asumirá lo especificado en la NTE INEN 2 489.

b) Poder calorífico superior.

c) Densidad relativa.

d) Caudal, presiones máxima y mínima en tuberías de conducción y artefactos de gas.

e) Presencia eventual de condensados.

f) Medio exterior con el que esté en contacto.

g) En el caso de uso de medidores para GLP se debe especificar el factor de conversión volumen-masa.

h) En el caso de uso de medidores para Gas natural se debe especificar el factor de conversión volumen-poder calorífico superior.

i) El factor de simultaneidad de operación.

j) Considerar uno o más dispositivos de evacuación de condensados, cuando el trazado de la instalación y las características del gas lo hagan necesario.

(Continúa)

**7.2 Condiciones generales de la instalación.** Las instalaciones para suministro de gases combustibles deben contemplar como mínimo los siguientes aspectos básicos:

- a) Como criterio general las instalaciones de gas se deben construir de tal forma que todas las partes constitutivas sean accesibles para ser reparadas o sustituidas, total o parcialmente en cualquier momento de su vida útil. Se exceptúan aquellas tuberías embebidas.
- b) La máxima presión de operación permisible en sistemas de tuberías instaladas en el interior de las viviendas (departamentos, casas), debe ser hasta 35kPa.
- c) El sistema de tuberías en el interior de viviendas (departamentos, casas) debe construirse de acuerdo a lo especificado en la tabla 3. Si son soldadas el proceso de soldadura y los soldadores deben estar calificados, según Código ASME Sección IX ó ANSI/AWS A 5.8 y/o NTE INEN 128.
- d) Se prohíbe ubicar válvulas, reguladores, armarios de contadores, contadores y tubería vista dentro del área de las escaleras de emergencia.
- e) Se prohíbe acceder a válvulas, reguladores, armarios de contadores, contadores y tubería vista a través del área de las escaleras de emergencia, aunque estos elementos estén instalados fuera de esta área.

### 7.3 Tuberías

- a) Estas deben resistir la acción del gas combustible y del medio exterior, deben estar protegidas, mediante un sistema eficaz según el tipo de tubería.
- b) Los espesores de las paredes de las tuberías, deben cumplir como mínimo con las condiciones de ensayo de presión impuestas a estas instalaciones, y deben tener una resistencia mecánica que cumpla con los requisitos de las normas de cada tipo de tubería.
- c) Las tuberías vistas deben ser señalizadas e identificadas con los colores de acuerdo a la NTE INEN 435 y las ocultas (embebidas, enterradas o por ductos) señalizadas.

**7.3.1 Tipos de tubería.** Los tipos de tubería que se pueden utilizar son: metálicas y plásticas.

#### 7.3.1.1 Tuberías metálicas.

- a) **Materiales.** Las tuberías deben ser de acero al carbono, acero inoxidable o cobre, cuya composición química no sea atacada por el gas combustible, ni por el medio exterior con el que estén en contacto. Para la conducción de gas combustible, en ningún caso se debe utilizar tubería de hierro fundido. Los tipos de tubería metálica que pueden ser utilizados en las instalaciones para suministro de gas son:
  - a.1) Tubería de acero al carbono, mínimo cédula 40 y de acuerdo con las siguientes normas: ASTM A53 (grado A y B) ó ISO 65 (serie Heavy); negro o galvanizada por inmersión en caliente.
  - a.2) Tuberías de cobre rígida o flexible, sin costura, según las normas: ISO 1640 o ASTM B 88 de tipo K o L.
    - a.2.1) No se debe emplear tuberías de cobre si el contenido de sulfuro de hidrógeno por cada metro cúbico del combustible gaseoso es superior a 7 mg en condiciones normales.
    - a.2.2) Se debe utilizar tubo rígido (temple duro) con un espesor mínimo de 0,89 mm, pudiéndose utilizar tubo flexible (en rollos en estado recocido) con un espesor mínimo de 1,2 mm y un diámetro exterior máximo de 28,58 mm
  - a.3) Tubería flexible corrugada de acero inoxidable tipo CSST fabricada según las especificaciones de la norma ANSI/AGALC1.

(Continúa)

- a.4) Tubería rígida de acero inoxidable tipo AISI 304 L y AISI 316 L según ASTM A 240, fabricada según las especificaciones dimensionales y de presión de las normas JIS G 3448 o UNE 19-049-1, ASTM A 312 M, hasta que se elabore la norma NTE INEN correspondiente.

#### **7.3.1.2 Tuberías plásticas**

- a) Tuberías plásticas de Polietileno (PE) de calidad PE 2406 (PE 80) o PE 3408 (PE 100), deben ser utilizadas exclusivamente en instalaciones enterradas, salvo las excepciones de la tabla 3 y deben cumplir con lo establecido en la norma ISO 4437 ó ASTM D2513.

#### **7.3.1.3 Otros tipos de tuberías**

- a) Tuberías de polietileno-aluminio-polietileno, PE-AL-PE deben cumplir con la norma AS-4176 o la norma ISO 17484-1. Podrán ser utilizadas en instalaciones interiores y exteriores siempre que cumplan con los requisitos de la tabla 3.

**7.4 Uniones para tubería, elementos y accesorios.** Las uniones de los tubos entre sí y de éstos con los accesorios y elementos de las instalaciones, se deben hacer de forma que el sistema utilizado asegure la estanqueidad, sin que esta sea afectada por los distintos tipos y presiones de gas que se puedan suministrar, ni por el medio exterior que estén en contacto.

#### **7.4.1 Uniones mediante soldadura**

- 1) Los procesos de soldadura utilizables dependen de los materiales de los tubos y/o accesorios a unir y de si son del mismo o de diferente material.
- 2) En general las técnicas de soldadura y, en su caso, los materiales de aportación para su ejecución, deben cumplir con unas características mínimas de temperaturas y tiempo de aplicación, resistencia a la tracción, resistencia a la presión y al gas distribuido y deben ser adecuadas a los materiales a unir. El proceso de soldadura y los soldadores que lo apliquen deben estar calificados, según Código ASME Sección IX o ANSI/AWS A 5.8 o NTE INEN 128.
- 3) En la realización de las soldaduras se deben seguir las instrucciones del fabricante de los tubos, de los accesorios y del material de aporte, teniendo especial precaución en la limpieza previa de las superficies a soldar, en la utilización del decapante adecuado al tipo de soldadura y en la eliminación de los residuos del fundente.
- 4) Las uniones soldadas deben ser siempre por soldadura fuerte para presiones de operación hasta 500 kPa.
- 5) Se denomina soldadura fuerte, cuando los materiales de aporte se funden a Mínimo 500°C.
- 6) Para la soldadura fuerte por capilaridad, el material de aporte debe cumplir con los parámetros de la norma ANSI/AWS A5.8.
- 7) Se prohíbe el uso de la soldadura blanda incluidas las aleaciones de plomo-estaño y estaño-plata, cuyas temperaturas de fusión son menores a 500°C.

**7.4.1.1 Unión Polietileno-Polietileno.** Las uniones de los tubos y accesorios de PE deben realizarse mediante soldadura por electrofusión o termofusión, que sean compatibles con los tubos y accesorios a unir. Para hacer una transición de polietileno a metal o viceversa se podrá usar accesorios mecánicos de tipos por compresión o accesorios de transición ensamblados en fábrica.

**7.4.1.2 Unión cobre-cobre ó aleación de cobre.** Las uniones de tubos de cobre se deben realizar mediante soldadura por capilaridad, a través de accesorios de cobre o de aleación de cobre y utilizando materiales de aporte clasificados como soldadura fuerte.

- a) No se debe utilizar el abocardado del tubo de cobre para soldar por capilaridad, excepto en la construcción de baterías de contadores centralizados, siempre que una vez realizada la unión soldada, el espesor resultante sea como mínimo el espesor del tubo.

(Continúa)

- b) No se debe realizar la extracción o perforación de la tubería principal para soldar derivaciones, excepto en los módulos de centralización de contadores.

**7.4.1.3 Unión acero-acero.** Las uniones de los tubos y accesorios de acero deben realizarse mediante soldadura eléctrica al arco. Para diámetros nominales, (DN), inferiores o iguales a 50 mm, se podrá utilizar soldadura oxiacetilénica.

**7.4.1.4 Unión acero inoxidable-acero inoxidable.** las uniones de los tubos de acero inoxidable deben realizarse mediante capilaridad, a través de accesorios de acero inoxidable o de aleación de cobre, ó bien a tope directamente entre tubos y utilizando materiales de aporte en soldadura fuerte.

- a) No se debe utilizar el abocardado del tubo para soldar por capilaridad, excepto en la construcción de baterías de contadores centralizados, siempre que una vez realizada la unión soldada, el espesor resultante sea como mínimo el espesor del tubo.

**7.4.1.5 Unión cobre o bronce-acero.** No se permite la unión directa de tubos de cobre y acero. La unión de un tubo o accesorio de cobre con un tubo o accesorio de acero se debe realizar intercalando un accesorio de bronce.

- a) La unión de dicho accesorio de bronce con un tubo o accesorio de acero, debe realizarse por soldadura fuerte a tope, con material de aporte de aleación de cobre y punto de fusión mínimo de 850°C.

**7.4.1.6 Unión cobre-acero inoxidable.** No se deben unir de forma directa tubos de cobre y de acero inoxidable. La unión de un tubo ó accesorio de cobre con un tubo o accesorio de acero inoxidable, se debe realizar intercalando un accesorio de bronce.

- a) Este tipo de soldadura debe realizarse con las técnicas de soldadura que se han descrito en los literales 2 y 4 del numeral 7.4.1.

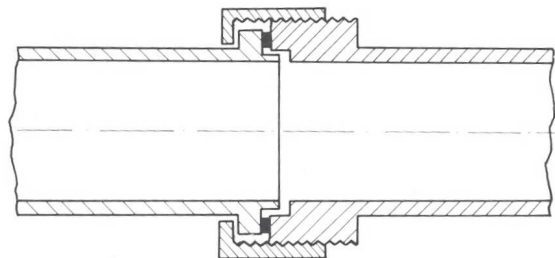
#### **7.4.2 Uniones desmontables**

- a) Las uniones desmontables son la unión por junta plana, unión por brida, uniones metal-metal, uniones universales o los acoples rápidos. Deben disponer de acceso para su mantenimiento, revisión, reparación o desmontaje.

- b) Se prohíbe el uso de cauchos naturales para estas aplicaciones.

**7.4.2.1 Uniones por junta plana.** El enlace mecánico cuya rosca debe ser conforme a ISO 228/1, la junta plana de esta unión debe tener la configuración según el siguiente gráfico:

#### **UNIONES POR JUNTA PLANA**



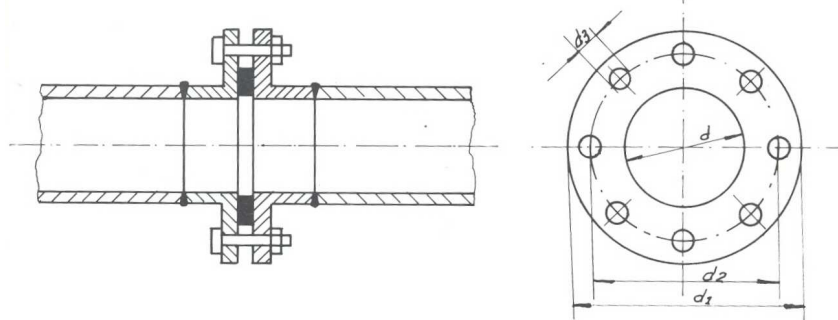
- a) La junta plana debe ser de elastómero compatible para uso con gas como vitón, buna-n, neopreno o de acuerdo con la norma UNE-EN 549 ó DIN N682.
- b) Este tipo de unión se puede utilizar exclusivamente para conectar a las tuberías los accesorios desmontables pertenecientes a la instalación (dispositivos de corte, contadores, reguladores, válvulas de seguridad) y en las conexiones rígidas de aparatos fijos a gas.

(Continúa)

c) También se puede utilizar este tipo de unión con juntas planas en los ensambles de las conexiones flexibles.

**7.4.2.2 Uniones por bridas.** Las bridas deben ser conformes a las características y dimensiones que se indica en la norma UNE-EN 1092-1 ó ANSI-ASME B 16.5 intercalando entre ellas una empaquetadura.

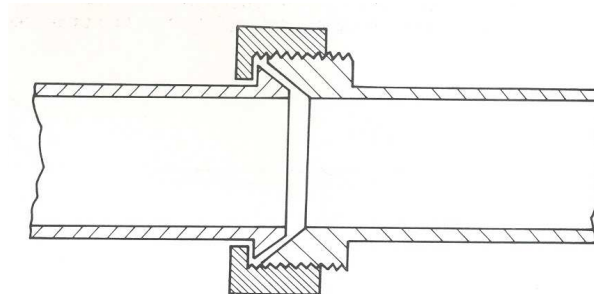
#### UNIONES POR BRIDAS



a) Las juntas o empaquetaduras utilizadas para retener el gas deben ser resistentes a la acción de este y deben estar hechas de metal o de otro material adecuado confinado en metal que posea un punto de fusión mayor que 816°C ó deben hallarse protegidas de la exposición al fuego.

**7.4.2.3 Uniones metal-metal.** Deben ser del tipo esfera-cono por compresión, de anillos cortantes o similar.

#### UNION METAL - METAL



a) No se permite el uso de uniones universales con asiento cónico metálico de resistencia menor a 1034 kPa y solo deben ser ubicados en lugares visibles y de fácil acceso.

**7.4.2.4** Las uniones y accesorios para tuberías de polietileno-aluminio-polietileno, PE-AL-PE, deben cumplir y tener certificado de conformidad con la norma AS 4176 o la norma ISO 17484-1, hasta que se elabore la norma NTE INEN correspondiente.

a) Cuando estas uniones se utilicen en instalaciones interiores de los edificios deben cumplir con:

a1) Presión máxima de operación 35 kPa

b) Este tipo de uniones no se utilizarán en tuberías que conduzcan GLP en fase líquida.

(Continúa)



### **7.4.3 Uniones roscadas**

- a) Las uniones roscadas se deben realizar únicamente sobre tubos de acero mínimo cédula 35 ó de espesor superior. Debe asegurarse la estanqueidad mediante un compuesto anaeróbico, o un compuesto no endurecible, o bien con cinta de estanqueidad de politetrafluoroetileno PTFE (Teflón). La rosca de la unión debe ser del tipo cónico y debe cumplir con los parámetros de la NTE INEN 117 ó ANSI/ASME B1.20.1 ó ISO 7/1.
- b) En las conexiones roscadas se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:
  - b.1) Las uniones entre tuberías, en instalaciones interiores, pueden ser roscadas cuando la presión de servicio no exceda de 35 kPa.
  - b.2) Las uniones entre tuberías, en instalaciones exteriores pueden ser roscadas cuando la presión de servicio no exceda de 68 kPa.
  - b.3) No deben usarse uniones de tipo roscado para tuberías de diámetro nominal (DN) mayor que 50 mm.
  - b.4) Los accesorios deben ser de acero, bronce, cobre, fundición maleable, fundición dúctil (nodular). No deben utilizarse accesorios roscados para unión de tuberías (eles, tees, cruces, acoplamientos, uniones, bridas y tapones) de hierro fundido.

### **7.4.4 Uniones mediante juntas a presión en frío (Press Fit)**

**7.4.4.1** El sistema de uniones mediante Juntas a Presión en Frío (Press Fit) debe cumplir con los requerimientos de la Norma Técnica "Bases de ensayo VP 614" de la DVGW (Asociación Alemana del Departamento Técnico Agua y Gas), hasta que se elabore la norma NTE INEN correspondiente.

- a) Estas uniones y los materiales a utilizarse deben contar con certificación de conformidad con norma.
- b) Se pueden instalar al exterior sin necesidad de ductos o al interior de los edificios en ductos independientes con ventilación al exterior de los edificios, sin exceder la presión de operación máxima de 103,8 kPa.
- c) Cuando estas uniones se utilicen en instalaciones interiores de la vivienda deben cumplir con:
  - c.1) Presión máxima de operación 6,92 kPa
  - c.2) Estar instalada dentro de una camisa o un ducto de ventilación exclusivo, canalizado al exterior de la edificación en los extremos.
- d) Este tipo de uniones no se utilizarán en tuberías que conduzcan gas en fase líquida.

### **7.4.5 Otras uniones metálicas**

- a) Solamente se aceptan en tuberías metálicas flexibles y pueden ser abocinadas tipo FLARE.
- b) Se permitirá las uniones metal-metal, inclusive intercalado un elastómero, construidas bajo la norma CGA 510 (POL).
- c) Se aceptan las uniones metal-metal tipo abocinado-invertido.

### **7.4.6 Uniones para tuberías plásticas**

**7.4.6.1** La tubería plástica de polietileno y sus acoples deben unirse por el método de fusión térmica o mediante la utilización de acoples de compresión. El sistema que se utilice debe ser compatible con los materiales que se estén uniendo, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

(Continúa)

- a) Las tuberías y accesorios de polietileno se instalarán en conformidad con las instrucciones de instalación del fabricante.
- b) No deben utilizarse conexiones roscadas en tuberías de polietileno.
- c) No se permite el uso de pegantes o sellantes químicos.
- d) La junta debe tener un valor de resistencia longitudinal al estiramiento como mínimo igual a la resistencia a la tracción de la tubería plástica.
- e) Las uniones por fusión térmica deben hacerse de acuerdo con la Norma ASTM D 2657 y deben cumplir las recomendaciones dadas por el fabricante para garantizar que su resistencia sea como mínimo equivalente a la de la tubería plástica.
- f) Cuando se empleen juntas mecánicas por compresión, debe usarse un segmento tubular o anillo rígido interno en conjunción con el acople y sus dimensiones deben ser tales que entre a ras con la tubería y se extienda por lo menos a lo largo de la longitud total del acople de compresión. No deben usarse anillos seccionados o de ajuste.
- g) Los accesorios mecánicos por compresión no se deben utilizar en tuberías que superen los 50 mm de diámetro. Los tubos de polietileno no deben unirse con unión rosca, ni con una unión a inglete (unión en ángulo tubo con tubo directamente "miter joint").
  - g.1) Los accesorios de polietileno para termofusión deben estar en concordancia con la norma ASTM D2683 (Especificación para accesorios de polietileno (PE) tipo enchufe para tubos de polietileno de diámetro externo controlado), o con la norma ASTM D3261 (Especificación para tuberías plásticas de polietileno (PE) protegidas y unidas a tope por termofusión) o la norma ASTM F1055 (Especificación para accesorios de polietileno del tipo electrofusión para tuberías de polietileno de diámetro externo controlado y protegido).
  - g.2) Los accesorios mecánicos deben cumplir con la categoría 1 de la norma ASTM D2513 para uniones mecánicas y deben ser ensayados y demostrar ser aceptables para el uso con tuberías de polietileno.
  - g.3) Los tubos de subida sin ánodo deben cumplir con lo siguiente:
    - g.3.1) Los tubos de subida sin ánodo ensamblados en fábrica deben ser herméticos y haber sido ensayados por el fabricante para detectar fugas.
    - g.3.2) Los tubos de subida sin ánodo ensamblados in situ, únicamente pueden ser provistos en forma de kits y deben cumplir con lo siguiente:
      - 1) Ser de diseño certificado que cumpla con los requisitos de la categoría 1 de la norma ASTM D2513. El fabricante debe proveer al usuario instrucciones de instalación calificadas.
      - 2) Ser herméticos y ser ensayados por el instalador para detectar fugas.
      - 3) Ser ensamblados e instalados de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
  - g.4) Todo instalador de tuberías de polietileno debe estar calificado en el procedimiento de unión aplicable, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
  - g.5) El entrenamiento debe estar documentado en cumplimiento de la NTE INEN 2 333.

## 7.5 Instalación de tuberías

**7.5.1** Las instalaciones de tuberías de distribución de gas combustible para uso residencial, comercial o industrial pueden ser: vistas y ocultas (embebidas, enterradas y por ductos), deben cumplir con lo especificado en la tabla 3.

(Continúa)

**TABLA 3. Limitaciones en la instalación de tuberías**

<b>TIPO DE TUBERIA</b> <b>LUGAR DE INSTALACION</b>	<b>POLIETILENO</b>	<b>POLIETILENO-ALUMINIO-POLIETILENO</b>	<b>COBRE</b>	<b>ACERO</b>	<b>ACERO INOXIDABLE RIGIDO</b>	<b>ACERO INOXIDABLE CORRUGADO</b>
AL INTERIOR DE LA EDIFICACION	PROHIBIDO	ACEPTADO (ver requisito adicional nota 8 y 14)	ACEPTADO (ver requisito adicional nota 8)	ACEPTADO (ver requisito adicional nota 8)	ACEPTADO (ver requisito adicional nota 8)	ACEPTADO (ver requisito adicional nota 8)
VISTA (ver requisitos adicionales nota 10)	PROHIBIDO (ver excepción en nota 1)	PROHIBIDO (ver excepción en nota 1 y 14)	ACEPTADO	ACEPTADO	ACEPTADO	ACEPTADO
EMBEBIDA EN PAREDES (ver nota 5)	PROHIBIDO (ver excepción en nota 1)	ACEPTADO (ver requisito adicional en nota 13)	ACEPTADO (ver requisito adicional en nota 13)	ACEPTADO	ACEPTADO	ACEPTADO (ver requisito adicional en nota 13)
EMBEBIDA EN PISOS (CONTRAPISO, MASILLADO) AL INTERIOR DE LA EDIFICACION (ver nota 5)	PROHIBIDO	ACEPTADO (ver requisito adicional en nota 13)	ACEPTADO	ACEPTADO	ACEPTADO	ACEPTADO
EMPOTRADA DIRECTAMENTE EN LOSAS, FUNDICIONES AL INTERIOR Ó EXTERIOR DE LA EDIFICACION	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO
ENTERRADA AL EXTERIOR DE LA EDIFICACION (ver nota 6)	ACEPTADO	ACEPTADO	ACEPTADO	ACEPTADO (ver requisito adicional nota 2)	ACEPTADO	ACEPTADO
ENTERRADA POR DEBAJO DE LOS CIMIENTOS DE LA EDIFICACION	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO
POR TECHOS FALSOS	PROHIBIDO	ACEPTADO (ver requisito adicional en nota 4, y 15)	ACEPTADO (ver requisito adicional en nota 4)	ACEPTADO (ver requisito adicional en nota 4)	ACEPTADO (ver requisito adicional en nota 4)	ACEPTADO (ver requisito adicional en nota 4)
POR PRIMER SUBSUELO BAJO EL NIVEL DEL TERRENO (SOTANOS, PARQUEADERO S y OTROS USOS)	PROHIBIDO	ACEPTADO (ver requisito adicional en nota 3)	ACEPTADO (ver requisito adicional en nota 7)	ACEPTADO (ver requisito adicional en nota 7)	ACEPTADO (ver requisito adicional en nota 7)	ACEPTADO (ver requisito adicional en nota 7)
POR EL SEGUNDO Ó SUBSIGUIENTES SUBSUELOS BAJO EL NIVEL DEL TERRENO (SOTANOS, PARQUEADEROS Y OTROS USOS)	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO

(Continuación tabla 3)

TIPO DE TUBERIA LUGAR DE INSTALACION	POLIETILENO	POLIETILENO-ALUMINIO-POLIETILENO	COBRE	ACERO	ACERO INOXIDABLE RIGIDO	ACERO INOXIDABLE CORRUGADO
EN DOMITORIOS Y BAÑOS (ver aclaración en nota 8)	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO
EN ZONAS COMUNALES DENTRO DE EDIFICIOS (ver requisitos adicionales nota 9)	PROHIBIDO	ACEPTADO (ver requisito adicional en nota 13, a)	ACEPTADO	ACEPTADO	ACEPTADO	ACEPTADO
HUECOS DE ASCENSORES O MONTACARGAS	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO
LOCALES QUE CONTENGAN TRANSFORMADORES ELECTRICOS DE POTENCIA	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO
LOCALES QUE CONTENGAN RECIPIENTES DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS (ver aclaración en nota 11)	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO
DUCTOS DE EVACUACIÓN DE BASURAS Ó PRODUCTOS RESIDUALES	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO
CHIMENEAS O DUCTOS DE EVACUACIÓN DE PRODUCTOS DE LA COMBUSTIÓN	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO
DUCTOS O BOCAS DE AIREACIÓN O VENTILACIÓN, (ver excepción en nota 12)	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO

NOTA 1. Se podrá instalar tuberías de polietileno sobre el nivel del suelo en acometidas que discurran por muros externos que requieran conectarse al conjunto regulador y/o medidor. La tubería debe estar dentro de una camisa para protección mecánica y radiación ultravioleta ver tabla 4, a una altura máxima de 1,80 m, con su extremo superior sellado.

NOTA 2. La tubería de acero enterrada debe tener protección contra la corrosión activa y pasiva.

NOTA 3. Las tuberías que pasen por un sótano deben ser continuas, sin uniones mecánicas y dentro de una camisa o ducto metálico de ventilación; los extremos de la camisa o ducto deben terminar en una zona externa a la edificación, al menos un extremo debe estar abierto. Y además cumplir con el literal a) de la nota 7.

a) El venteo del extremo(s) debe ser hacia el exterior por encima del nivel del suelo y estar instalado de modo que se evite el ingreso de agua e insectos, la sección de la camisa de protección debe ser 1,5 veces el diámetro de la tubería.

NOTA 4. El techo falso por donde discurra la tubería, debe tener una ventilación hacia cualquiera de los siguientes lugares: 1) exterior del edificio, 2) local que contenga los artefactos de gas, 3) zona comunal ventilada hacia el exterior del edificio. Las ventilaciones serán mínimo de 200 cm<sup>2</sup>.

(Continúa)

NOTA 5. Tuberías embebidas que se instalan incrustadas en una edificación y cuyo acceso solo puede lograrse mediante la remoción de parte de muros o pisos de inmueble. Las tuberías embebidas serán ubicadas en sitios que brinden protección contra daños mecánicos.

- a) Las tuberías embebidas en paredes se recubrirán con un mortero mezcla 1:3:3 de espesor mínimo de 20 mm alrededor de toda la tubería.
- b) Las tuberías embebidas en pisos se recubrirán con un mortero de 20 mm de espesor. El concreto no contendrá acelerantes, agregados de escoria ó productos amoniacales ni aditivos que contengan productos que ataquen los metales.
- c) Las tuberías embebidas no podrán estar en contacto físico con otros elementos metálicos, tales como varillas de refuerzo, ductores eléctricos ó tuberías de otros servicios.

NOTA 6. Las tuberías enterradas deben estar a una profundidad mínima de 60 cm y cuando crucen vías de circulación vehicular a 80 cm mínimo. Si no se puede cumplir con estas profundidades entonces debe instalarse en la parte superior de la tubería protecciones con ladrillos ó algún material de obra de similar característica.

- a) Cuando se ponga protección la tubería debe estar a una profundidad mínima de 30 cm y para cruces de vías de circulación vehicular a 60 cm mínimo.
- b) Cuando la tubería esté ubicada en jardines debe estar protegida en su parte superior.
- c) Toda tubería enterrada debe estar señalizada mediante una cinta amarilla e impresa con la leyenda "PELIGRO TUBERÍA DE GAS". Las tuberías enterradas serán instaladas de tal forma que en sentido paralelo se encuentren mínimo a 20 cm de otros servicios y sus cajas de revisión y en cruces mínimo a 10 cm. Si no es posible mantener estas distancias mínimas entonces la tubería debe instalarse dentro de un ducto ó protegida por algún material de obra incombustible, en la longitud del cruce.
- d) En ningún caso la tubería podrá estar en contacto con los materiales de protección.

NOTA 7. Las tuberías que discurran por un sótano ó subsuelo deben ser soldadas y dentro de una camisa o ducto metálico de ventilación; los extremos de la camisa o ducto deben terminar en una zona externa a la edificación, al menos un extremo debe estar abierto.

- a) El venteo de lo extremo(s) debe ser hacia el exterior por encima del nivel del suelo y estar instalado de modo que se evite el ingreso de agua e insectos, la sección de la camisa de protección debe ser 1,5 veces el diámetro de la tubería.
- b) Cuando sean materiales disímiles debe utilizarse separadores o aislantes para evitar la corrosión galvánica.

NOTA 8. Se incluye la prohibición a techos falsos, pisos, paredes de los dormitorios y baños.

NOTA 9. La zona comunal del edificio por donde discurren las tuberías de conducción de gas debe tener una ventilación inferior y una superior hacia el exterior del edificio cada una con una área mínima de 200 cm<sup>2</sup>. Esta ventilación podrá ser un ducto que debe ventilarse hacia fuera del edificio y sobre el nivel del terreno. Estas ventilaciones no podrán dirigirse hacia sótanos o ductos de otros servicios.

NOTA 10. Las distancias mínimas de separación de una tubería vista a conducciones de otros servicios deben estar de acuerdo con lo especificado en la tabla 4.

**TABLA 4-DISTANCIAS MINIMAS ENTRE TUBERIAS**

TUBERIA PARA OTROS SERVICIOS	CURSO PARALELO (cm)	CRUCE (cm)
Conducción agua caliente	3	1
Conducción eléctrica	3	1
Conducción de Vapor	5	5
Chimeneas y ductos de extracción de gases de combustión	40	40
Suelo por donde discurren	5	Ninguno
1) Las tuberías vistas que discurran por locales comerciales e industriales deben colocarse a una separación mínima de 1 cm de las paredes, pisos y techos.		
2) Estas distancias aplican a las tuberías vistas y ocultas a excepción de las enterradas, ver tabla 3 nota 6.		

NOTA 11. Los vehículos a motor ó un vehículo cisterna móvil, no tienen la consideración de tanques de combustible líquido.

NOTA 12. Las tuberías podrán discurrir por aquellos ductos que sirvan para la ventilación de los locales con instalaciones y/ó equipos que utilicen el propio gas suministrado.

NOTA 13. Las tuberías de cobre, acero inoxidable corrugado y PE-AL-PE, deben estar protegidas con una lámina metálica de acero de mínimo 1,5 mm de espesor ó con mortero (masillado) de mínimo de 50 mm para que lo proteja contra daños mecánicos.

(Continúa)

- a) La tubería podrá estar protegida contra eventuales daños físicos a través de camisas ó ductos según aplique tabla 5.  
 b) Una camisa o ducto puede realizar varias funciones a la vez, el material de la misma debe cumplir los requisitos específicos de ambas funciones, ver tabla 5.

NOTA 14. Cuando se instale la tubería PE-AL-PE vista al interior de las edificaciones esta debe estar dentro de un ducto para protección mecánica de acuerdo a la tabla 5. Cuando se instale la tubería PE-AL-PE vista al exterior de las edificaciones esta debe estar dentro de un ducto para protección de la radiación ultravioleta de acuerdo a la tabla 5.

NOTA 15. Cuando se instale la tubería PE-AL-PE en el interior de las edificaciones en techos falsos cuyo material sea combustible, la tubería debe estar dentro de un ducto metálico de acuerdo a la tabla 5. Si el techo falso es de material no combustible la utilización del ducto es optativo.

**TABLA 5- Materiales de las camisas y ductos**

FUNCION	MATERIAL DE CAMISAS	MATERIAL DE DUCTOS
Protección mecánica de tuberías	Acero, con espesor mínimo de 1,5 mm	Materiales metálicos (acero, cobre, etc.), con espesor mínimo de 1,5 mm
	Otros materiales de similar resistencia	De obra (espesor mínimo de 5 cm)
Ventilación de tuberías en sótanos	Materiales metálicos (acero, cobre, etc.)	Materiales metálicos (acero, cobre, etc.)
Ventilación de tuberías en el resto de casos	Materiales metálicos (acero, cobre, etc.)	Materiales metálicos (acero, cobre, etc.)
	Otros materiales rígidos (por ejemplo plásticos rígidos)	De obra
Acceso a armarios de regulación y contadores. Tuberías situadas en suelo o subsuelo	Materiales metálicos (acero, cobre, etc.)	-----
	Otros materiales rígidos (por ejemplo, plásticos rígidos)	-----

**7.5.1.1** Las limitaciones de acuerdo a la máxima presión de operación permisible, MPOP, en sistemas de tuberías instaladas para gas, deben ser de acuerdo a la tabla 6.

**TABLA 6. Máximas presiones de operación permisible – MPOP**

Clase de sistema de tubería y clase de usuario	Gas Natural	GLP
<b>Alta presión: <math>P &gt; 500</math> kPa (<math>P &gt; 5</math> bar)</b>	<b>kPa (bar)</b>	<b>kPa (bar)</b>
Líneas de transporte.	Véase nota 4	N.A.
Líneas primarias.	1 900 (19 <sup>1)</sup> )	N.A.
Instalaciones para suministro de gas destinadas a usos industriales, derivadas de líneas de transporte o líneas primarias.	2)	N.A.
<b>Media presión: 14 kPa (140 mbar) &lt; P = 500 kPa (5 bar)</b>	<b>kPa (mbar)</b>	<b>kPa (mbar)</b>
Líneas secundarias, líneas de acometida y líneas matrices exteriores a la edificación.	500 (5 000)	200 (2 000)
Instalaciones para suministro de gas destinadas a usos industriales, derivadas de líneas secundarias.	2)	200 (2 000)
Líneas matrices interiores en instalaciones para suministro de gas destinadas a usos residenciales y comerciales.	35 (350 <sup>3)</sup> )	35 (350 <sup>3)</sup> )
Líneas individuales en instalaciones para suministro de gas destinadas a usos comerciales.	35 (350 <sup>5)</sup> )	35 (350 <sup>5)</sup> )

(Continuación tabla 6)

Clase de sistema de tubería y clase de usuario	Gas Natural	GLP
Baja presión: $P \leq 14$ kPa (140 mbar)	kPa (mbar)	kPa (mbar)
Líneas individuales en instalaciones para suministro de gas destinadas a usos residenciales para suministro de gas a artefactos con regulador asociado.	14 (140)	14 (140)
Líneas individuales en instalaciones para suministro de gas destinadas a usos residenciales para suministro de gas a artefactos sin regulador asociado.	2,3 (23)	3,7 (37)
1) Se podrán emplear presiones hasta de 2800 kPa (28 bar) siempre y cuando se cumpla los requisitos de la NTE INEN 2 494 o 2 493. 2) La presión debe ser pactada entre el usuario y el transportador, el distribuidor o el comercializador. 3) Se podrán emplear presiones hasta de 200 kPa (2000 mbar) en tuberías matrices localizados en el interior de las edificaciones, siempre y cuando discurren por zonas comunales cumpliendo con lo especificado en la tabla 3 notas 8 y 9. 4) Ver NTE INEN 2 493. 5) La presión de líneas individuales podrán ser incrementadas hasta 100 kPa (1 bar) siempre y cuando se duplique el área de ventilación establecidos en el numeral 7.14 de esta norma. N.A.: No aplica		

**7.5.1.2** Los tubos que atraviesen muros de cimentaciones deben ir protegidos por una camisa, que estará sellada en su extremo, para prevenir la entrada de gas o agua al edificio.

**7.5.1.3** Los tubos no deben atravesar cavidades no ventiladas. Si no se puede cumplir esta condición, la tubería debe ir alojada en una camisa continua y estanca, abierta y sobresaliendo al exterior por ambos extremos.

**7.5.1.4** Por ningún motivo se deben conectar a las tuberías metálicas para gas, las conexiones a tierra de redes y artefactos eléctricos de cualquier naturaleza.

**7.5.1.5** El trazado, donde sea necesario, debe tener una pendiente continua o trampas para que asegure el flujo de los eventuales condensados hacia los puntos bajos para su extracción y limpieza; factores que el diseñador debe tomar en cuenta para las instalaciones.

**7.5.1.6** Para juntas de expansión para compensar la dilatación, contracción, trepidación, vibración o asentamientos, se podrá usar:

a) Conectores flexibles, deben estar diseñados para una presión de trabajo de 2413 kPa y se pueden utilizar hasta de 1 m de largo.

b) Lazos de tubería metálica flexible.

**7.5.1.7** La instalación de tuberías de los gases combustibles que contempla el alcance de esta norma, deben discurrir por camisas y ductos independientes a las tuberías de otros gases (oxígeno, hidrógeno, acetileno, etc.).

**7.5.1.8** Las tuberías que puedan estar expuestas a daños externos (impacto) deben protegerse de acuerdo con lo que se especifica en la tabla 5.

**7.5.1.9** Los sistemas de tuberías para suministro de gases combustibles, son exclusivamente para estos gases, por esta razón, no se deben conectar con otro sistema de tubería de gas diferente al que se esté suministrando.

**7.5.2 Tuberías enterradas.** Los tubos de las instalaciones enterradas para gases húmedos (gas natural) deben tener una pendiente no inferior al 1 %.

(Continúa)

- a) Las tuberías enterradas de la instalación receptora, deben cumplir los requisitos de la tabla 3.
- b) Las tuberías de la instalación receptora que tengan que cruzar vías de circulación vehicular deben cumplir los requisitos establecidos en la nota 6 de la tabla 3.

**7.5.3 Tuberías embebidas.** De acuerdo a lo especificado en la tabla 3.

**7.5.4 Tuberías por camisas y ductos.** De acuerdo a lo especificado en la tabla 3.

**7.5.5 Tubería vista.** En la instalación de tubería vista se debe cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Evitar que esta quede expuesta a choques o deterioros, sino es posible debe colocarse una protección de acuerdo a la tabla 5.
- b) Las tuberías en la proximidad de bocas de inducción para aireación y ventilación deben instalarse mínimo a 60 cm.
- c) Se prohíbe el paso de las tuberías por los ductos de gases quemados, ductos de ventilación del edificio (distinta a lo especificado en el numeral 7.14), ductos de evacuación de basuras, huecos de ascensores o montacargas, locales de transformadores, locales de recipientes y depósitos de combustibles líquidos.
- d) Los dispositivos de fijación (mecanismos de amarre y arriostamiento) deben estar situados de tal manera que quede asegurada la estabilidad y alineación de la tubería.
- e) Cuando se utilice dispositivos metálicos de fijación o anclaje para soporte de un material diferente al de la tubería deben estar recubiertos de un material dieléctrico. Todos los dispositivos de anclaje sean metálicos o de otro material, deben distanciarse de acuerdo con lo establecido en la tabla 7.

**TABLA 7. Distancias de anclaje**

TUBERIA	DIAMETRO NOMINAL	SEPARACION MAXIMA	
		Horizontal	Vertical
	mm	m	
Rígida	12,7	1,5	2,0
	19,0	2,0	3,0
	25,0	2,0	3,0
	32,0 y >	2,5	3,0
Flexible	12,7	1,0	1,0
	19,0	1,0	1,0
	25,0 y >	1,5	1,5

- f) Se deben tomar las medidas necesarias para procurar la libre contracción y dilatación de los tubos con los cambios de temperatura.
- g) Las tuberías aéreas deben apoyarse sobre elementos estables, rígidos y seguros de la edificación.
- h) Las tuberías vistas deben estar protegidas contra los agentes nocivos del medio en donde se encuentren expuestas, mediante un sistema adecuado, de conformidad con lo dispuesto en el numeral 7.6.
- i) Las tuberías para suministro de gas combustible no deben estar en contacto con instalaciones de vapor, agua caliente, o eléctricas. Las distancias mínimas entre una instalación de gas vistas y otro tipo de conducción deben ser las establecidas en la tabla 4.

**7.5.6 Tubería oculta.** La instalación debe estar de acuerdo a las tablas 3 y 4. Estas tuberías pueden instalarse en ductos por donde discurren instalaciones de otros servicios, siempre y cuando el ducto sea ventilado y sobre el nivel del suelo.

(Continúa)



**7.5.7 Instalación de tubería plástica (PE, PE-AL-PE) enterrada.** Las tuberías plásticas y sus accesorios compatibles deben utilizarse en instalaciones según lo establecido en la tabla 3. Para la instalación, deben seguirse las siguientes recomendaciones:

- a) El fondo de la zanja no debe tener objetos duros, como rocas o cualquier otro elemento que puede dañar a la tubería. De existir esos objetos duros, se debe rellenar el fondo con arenas o suelos finos compactados (10 cm).
- b) Se debe instalar en forma serpenteada para facilitar los movimientos de tierra o por contracciones y dilataciones del material.
- c) El relleno debe realizarse inmediatamente después de la colocación y de las pruebas de presión de la tubería con el fin de protegerla. El material de relleno inicial debe ser material fino de la misma zanja o arena fina.
- d) Se deben rellenar con cuidado los primeros 20 cm y compactarse perfectamente alrededor del tubo. En este punto se coloca la cinta de precaución, ver tabla 3.
- e) La tubería por ser flexible permite realizar curvas y el radio de esta curvatura debe ser como mínimo 25 veces el diámetro de la tubería. Si existe algún accesorio en este sector, el radio de curvatura será mínimo de 125 veces el diámetro de la tubería.
- f) Donde existan cruces con otros servicios públicos como teléfono, energía eléctrica, acueducto o alcantarillado, debe instalarse de acuerdo a la nota 6 de la tabla 3.
- g) La transición entre la tubería de plástico y la tubería metálica debe realizarse de acuerdo a lo especificado en el numeral 7.4.1.1.

**7.5.8 Dispositivos de anclaje**

- a) Se deben ubicar con una distancia máxima de conformidad con las especificaciones de la tabla 6 y la tabla 4.
- b) En el caso de tuberías metálicas, debe intercalarse entre el tubo y la abrazadera un material dieléctrico que evite el contacto directo de los dos metales, excepto cuando sean del mismo material.
- c) Se debe colocar un dispositivo de anclaje cercano a la válvula de paso de cada artefacto.
- d) En los sitios de cambios de dirección deben colocarse dispositivos de fijación adicionales.
- e) En cualquier caso, en los tramos verticales debe colocarse como mínimo un dispositivo de fijación por nivel o piso.
- f) Cuando las tuberías están instaladas cerca al techo de las edificaciones, en el diseño y colocación de los soportes se deben tener en cuenta las distancias mínimas que faciliten el mantenimiento de la instalación.
- g) Los dispositivos de fijación deben estar situados de manera que quede asegurada la estabilidad de la tubería.

**7.6 Protección contra corrosión.** Las tuberías, tanques, equipos y demás elementos que conforman una instalación de uso residencial, comercial o industrial deben resistir la acción del gas y del medio exterior con el que estén en contacto. Se debe aplicar un sistema de protección contra la corrosión a las instalaciones de conformidad con las recomendaciones del fabricante para cada uno de los elementos mencionados o con las normas técnicas aplicables. Se debe ejercer especial cuidado en los siguientes puntos de las instalaciones, a saber:

- a) Los sitios donde se producen contactos bimetalicos por unión de tuberías de diferentes materiales, contacto de las tuberías con otros elementos metálicos de la instalación o edificación y dispositivos de anclaje.

(Continúa)

- b) En las uniones soldadas.
- c) En las uniones mecánicas donde la corrosión puede ser ocasionada por acción bimetalica o por acción diferencial de oxigenación en las conexiones roscadas.
- d) En las uniones roscadas donde la porción roscada de la tubería que queda por fuera del accesorio se encuentra expuesta.

### **7.7 Instrumentos de control y medición**

**7.7.1 Tipos de regulación.** Los tipos de regulación están determinados básicamente por las necesidades de reducción de presión que se presenten en la instalación, por las condiciones particulares de consumo y para garantizar un suministro seguro del gas combustible. A continuación se describen algunos tipos de regulación:

- a) *Regulación de única etapa.* Hace referencia a las instalaciones en las cuales se regula directamente la presión de la línea secundaria (de la acometida) a la presión de la línea individual.
- b) *Regulación en dos etapas.* Cuando por las condiciones particulares de la instalación y teniendo en cuenta las limitaciones de máxima presión permisible dentro de las edificaciones, se requiera controlar la presión del gas en dos etapas, la regulación se debe efectuar así:
  - b.1) *Primera etapa.* Se reduce la presión de la línea secundaria (acometida) hasta un valor máximo de presión igual que el permisible en la línea matriz ó en la línea individual según el caso; si se trata de línea matriz. En el caso de líneas individuales se reduce la presión de la línea individual hasta un valor máximo de presión igual que el permisible en las líneas individuales y a la cual se efectúa la medición dentro de las edificaciones.
  - b.2) *Segunda etapa.* En el caso de líneas matrices se reduce la presión de la línea matriz hasta la presión de las líneas individuales. En el caso de líneas individuales se reduce la presión de la línea individual hasta la presión de servicio de los aparatos de consumo.
- c) *Regulación en tres etapas.* Cuando por las condiciones particulares de la instalación se requiere controlar la presión del gas en tres etapas, ésta se debe efectuar así:
  - c.1) *Primera etapa.* Se reduce la presión de la línea secundaria (de la acometida) hasta un valor máximo de presión igual que el permisible en la línea matriz.
  - c.2) *Segunda etapa.* Se reduce la presión de la línea matriz hasta un valor máximo de presión igual que el permisible en las líneas individuales y a la cual se efectúa la medición.
  - c.3) *Tercera etapa.* Se reduce la presión de la línea individual hasta la presión de servicio de los aparatos de consumo.
- d) Para el caso de GLP debe existir un regulador de presión a la salida del tanque, desde donde pueden haber una o varias etapas de regulación de acuerdo a los literales a), b) o c) de este numeral.

**7.7.2 Reguladores de presión.** Los reguladores se deben seleccionar de acuerdo con el tipo de gas suministrado, atendiendo de manera particular las siguientes directrices:

- a) Compensar las variaciones graduales o imprevistas que pueden manifestarse en la presión de entrada, dentro de los rangos permitidos según la tabla 6.
- b) Soportar variaciones de volumen graduales o imprevistas sin alterar la presión de salida dentro del rango permitido según el fabricante y según las presiones máximas y mínimas de operación en la línea de salida ó artefacto de consumo.
- c) Para la instalación de un regulador debe instalarse una válvula de corte antes de este.

(Continúa)

- d) Los reguladores de presión deben estar diseñados para soportar la presión máxima de operación de la línea que lo alimenta conforme las presiones definidas en la tabla 6.
- e) Para los reguladores de GLP se establece que:
  - e.1) El regulador instalado a la salida del tanque de GLP debe ser diseñado para soportar una presión de ingreso 1724 kPa.
  - e.2) Los reguladores de la instalación receptora que opera con GLP deben estar diseñados para soportar la presión operación de la línea que lo alimenta, conforme lo ha establecido el diseñador de la instalación receptora, que en cualquier caso la presión de operación no podrá ser superior a las presiones definidas en la tabla 6.
- f) Los reguladores de presión en instalaciones de uso residencial, comercial o industrial pueden instalarse en los siguientes lugares:
  - f.1) Al exterior del edificio o al interior siempre que se cumpla los requisitos establecidos en los literales b ó f del numeral 7.7.3.
  - f.2) Al interior del armario o local de contadores
  - f.3) Al pie de la tubería ascendente general.
- g) Cuando cada usuario tenga un contador, entonces antes del contador se debe instalar obligatoriamente un regulador de presión. Excepto en caso de un único usuario conectado a una estación de almacenamiento de GLP.

#### **7.7.3 Mecanismos de control de sobrepresión.**

- a) Con el objeto de evitar sobrepresión en la instalación receptora esta debe contar con un dispositivo de seguridad que evite tales sobrepresiones cuando se presente una falla de algún regulador; este dispositivo puede estar integrado con el regulador o puede ser un equipo adicional que se instale en la línea.
- b) De forma general los reguladores tanto para GLP y Gas Natural deben tener incluida una válvula de alivio para controlar la sobrepresión a la salida del regulador.
- c) Dependiendo del lugar de instalación del regulador, se establecen los siguientes requisitos y excepciones:
  - c.1) La válvula de alivio del regulador puede ser reemplazada por:
    - c.1.1) Un regulador limitador instalado en serie a la salida del regulador operativo.
    - c.1.2) Una válvula de cierre automático por exceso de presión de accionamiento mecánico.
  - c.2) Se pueden tener juntos uno mas dispositivos de seguridad: válvula de alivio, regulador limitador, y o válvula de cierre automático de sobrepresión.
  - c.3) Es optativo la utilización de un dispositivo de cierre automático por baja presión. Sin embargo si se utiliza este dispositivo este debe ser de rearme manual.
  - c.4) Cuando un regulador con válvula de alivio se instale al interior de una edificación, el venteo de esta válvula de alivio debe ser canalizada afuera del edificio con tubería plástica o metálica.
  - c.5) Los reguladores de aparato podrían no disponer de válvula de alivio y ser instalados al interior de la edificación siempre y cuando cumplan los siguientes requisitos:
    - 1. Reducir la presión a la de utilización del aparato, según lo establecido en el literal a) del numeral 5.1.3.

(Continúa)

2. Alimentar a un solo aparato.
  3. Estar instalados junto al aparato a una distancia no mayor a 2 metros desde el regulador a la conexión del aparato.
  4. Tener certificación de calidad de acuerdo a una de las siguientes normas: EN 88-1, ANSI Z21.18 & CSA 6.3, ISO/FDIS 23551-2:2005(E), ICONTEC NTC 3293.
- c.6) Los reguladores de línea podrán instalarse internamente y no tener válvula de alivio siempre y cuando tengan certificación de calidad de acuerdo a la norma ANSI Z21.80 & CSA 6.22. Además el regulador, instalado aguas arriba del regulador de línea debe disponer de alguna de las seguridades definidas en el literal c.2 de este numeral.
- d) Todo regulador instalado fuera del edificio debe contar con algún elemento incluido en el regulador ó externo a este que evite el ingreso de agua al mismo.

#### **7.7.4 Contadores**

- a) Los contadores deben seleccionarse de acuerdo con el caudal máximo, caudal mínimo y la presión de operación prevista en el sistema.
- b) Los errores de medición del contador deben estar dentro de los rangos establecidos en las Recomendaciones Internacionales OIML R 31 o OIML R 32 según corresponda en el numeral 7.7.4.1.

##### **7.7.4.1 Tipos de contadores**

- a) *De diafragma.* Las características físicas y metrológicas de los contadores de diafragma deben ajustarse a las especificaciones técnicas definidas en la Recomendación Internacional OIML R 31.
- b) *Rotatorio.* Las características físicas y metrológicas de los contadores tipo rotatorio deben cumplir con la Recomendación Internacional OIML R 32.

**7.7.4.2 Instalación de contadores.** Deben estar conformados por los equipos requeridos para efectuar la medición, la regulación y el control del suministro del servicio de gas para uno o varios usuarios.

- a) Los contadores se deben instalar en forma vertical, nivelados y conectados a tuberías que garanticen la estabilidad del equipo y la hermeticidad del sistema.
- b) Cada contador individual debe estar marcado de tal manera que identifique con exactitud la vivienda a la cual registra el consumo.
- c) Los contadores deben disponer de válvulas que permitan el suministro o suspensión del servicio.

**7.7.4.3 Ubicación de contadores.** El lugar destinado para la ubicación de los contadores debe cumplir como mínimo con las siguientes especificaciones:

- a) Su localización de ser en el exterior de las viviendas o en áreas comunales ventiladas, con facilidad de acceso para su lectura y de dimensiones tales que permitan la realización de trabajos de mantenimiento, control, inspección, reparación y reposición.
- b) En el caso de localizar los contadores en áreas comunales no ventiladas dentro de la edificación, debe realizarse la instalación en armarios que cumplan los siguientes requisitos:
  - b.1) El armario debe ser hermético hacia el área comunal no ventilada.
  - b.2) El armario debe cumplir las siguientes condiciones de ventilación, siempre y cuando esta ventilación no se dé hacia el área comunal.

(Continúa)

b.2.1) El área de entrada y salida del aire (S) del armario en  $\text{cm}^2$  debe ser mayor o igual a 10 veces la superficie en planta de dicho armario (A) en  $\text{m}^2$ , siendo el área mínima 200  $\text{cm}^2$ . A excepción del armario para 1 contador cuya área mínima de ventilación debe ser de 5  $\text{cm}^2$

$$S (\text{cm}^2) \geq 10 A (\text{m}^2)$$

b.2.2) Si no es posible proporcionar al armario ventilación natural, esta debe efectuarse mediante un ducto o ducto técnico cuya sección transversal mínima sea igual al área calculada anteriormente, afectándola por un factor en función de la longitud del ducto, de la siguiente forma:

Longitud (m)	Factor Multiplicador del área de ventilación
$3 \leq L \leq 10$	1,5
$10 < L \leq 26$	2,0
$26 < L \leq 50$	2,5

b.2.3) En caso de requerirse iluminación en el armario deben instalarse lámparas a prueba de explosión y el interruptor de encendido se debe localizar en el exterior del mismo.

- c) El local o el armario de contadores deben aislarse de interruptores, motores u otros artefactos eléctricos que puedan producir chispas. Esta totalmente prohibido el almacenamiento de materiales combustibles en el interior del local o el armario de contadores.
- d) El local o armario deben estar protegidos de la acción de agentes externos tales como impacto, daños mecánicos, humedad excesiva, agentes corrosivos y en general de cualquier factor que pueda producir el deterioro acelerado de los equipos.
- e) Para gases más densos que el aire (GLP), los contadores no pueden ubicarse en un local cuyo nivel este por debajo del nivel del terreno, como en el caso de sótanos o semisótanos, pues existe el peligro de acumulación de gases causados por escapes.
- f) Para gases menos densos que el aire (gas natural), los contadores pueden ubicarse en un local cuyo nivel este por debajo del nivel del terreno hasta el primer sótano o sótano ventilado; queda prohibido la ubicación de contadores en los subsiguientes sótanos. Los armarios de contadores deben cumplir los requisitos especificados en el numeral 7.7.4.3 literal b.1), b.2), b.2.1), b.2.2) y b.2.3).
- g) Los armarios de contadores no se deben ubicar a nivel del piso, la mínima distancia que se permite con respecto a este es de 50 mm.
- h) Los armarios y locales de contadores deben estar provistos de las siguientes inscripciones como medida de seguridad:
- h.1) En el exterior de la puerta del local o armario:
- PELIGRO GAS INFLAMABLE\*
  - PROHIBIDO FUMAR O ENTRAR CON LLAMA \*
  - IDENTIFICACION DE LA COMERCIALIZADORA DEL GAS
- h.2) En el interior del armario ó local y en un lugar muy visible:
- Asegúrese de que la válvula que se maniobra es la que corresponde\*
  - No abrir una válvula, sin tener la seguridad de que todas las válvulas de la instalación están cerradas \*
  - En caso de cerrar una válvula equivocadamente, no volverla a abrir sin comprobar que todas las válvulas están cerradas \*

\* Las leyendas deben ser de color rojo.

(Continúa)

h.3) Y las demás que la empresa comercializadora crea necesarias.

**7.8 Válvulas de corte manual.** Con el propósito de seccionar en tramos las instalaciones para suministro de gas, se requiere dotarlas con válvulas de corte de accionamiento manual ubicadas como mínimo en los siguientes puntos:

a) *Válvula de acometida.* Es la válvula que da inicio a la instalación receptora de gas, se debe instalar en todos los casos. La ubicación la debe decidir la empresa comercializadora, situándola próxima o en el mismo muro o límite de la propiedad, y satisfaciendo la accesibilidad grado 1 ó 2 desde zona pública, tanto para la empresa distribuidora como para los servicios públicos (bomberos, policía, etc.).

b) *Válvula de edificio.* La válvula de edificio se debe instalar lo más cerca posible de la fachada del edificio o sobre ella misma, y debe permitir cortar el servicio de gas a éste. Su accesibilidad debe ser grado 2 ó 3 para la empresa comercializadora.

b.1) Esta válvula se debe instalar si la longitud de la acometida interior, medida entre la válvula de acometida y la fachada del edificio es igual o superior a:

- 1) 25 m en tubería vistas
- 2) 4 m en tuberías enterradas
- 3) En todos los casos en que la acometida suministre a más de un edificio.

c) *Válvula de montante colectivo.* La válvula de montante colectivo se debe instalar cuando exista más de un montante colectivo y tener grado de accesibilidad 2 ó 3 para la empresa distribuidora desde la zona comunal ó pública.

d) *Válvula de usuario.* Se debe instalar en todos los casos para aislar cada instalación individual y tener accesibilidad grado 2 para la empresa comercializadora desde zona comunal o desde el límite de la propiedad, salvo en el caso de que exista una autorización expresa de la empresa comercializadora. Estas válvulas deben estar identificadas con el número del predio o unidad habitacional.

e) *Válvulas de la instalación individual*

e.1) *Válvula de contador.* La válvula de contador se debe instalar en todos los casos y situarse en el mismo armario ó recinto, lo más cerca posible de la entrada del contador ó de la entrada del regulador de usuario cuando éste sea acoplado a la entrada de contador. Esta válvula puede ser considerada como válvula de usuario cuando esta es instalada dentro del armario.

e.2) *Válvula de conexión de aparato.* La válvula de conexión de aparato se debe instalar para cada aparato a gas, y debe estar ubicada lo mas cerca posible del aparato a gas y en el mismo recinto. Su accesibilidad debe ser de grado 1 para el usuario.

e.2.1) En caso de aparatos de cocción, la válvula de aparato se puede instalar, para facilitar la operatividad de la misma, en un recinto contiguo de la misma vivienda o local privado siempre y cuando estén comunicados mediante una puerta sin cerradura.

e.2.2) Las válvulas de aparato pueden colocarse debajo de un mesón siempre y cuando su accesibilidad sea a través de una puerta abatible y debidamente señalizada.

f) *Válvula de regulador.* Cada regulador debe disponer una válvula situada lo más cerca posible de él, a su entrada y su accesibilidad debe ser grado 1 ó 2, bien para el usuario o bien para la empresa distribuidora.

g) Una válvula de la instalación común o individual puede ejercer las funciones de otras válvulas siempre que reúna los requisitos exigidos a todas ellas.

**7.9 Almacenamiento de GLP.** El almacenamiento de GLP debe ser mediante cilindros móviles, tanques semiestacionarios y estacionarios, destinados al suministro o distribución para su consumo en redes canalizadas de gas.

(Continúa)

- a) Los cilindros, deben estar ubicados sobre el nivel del terreno, los tanques pueden ser ubicados sobre el nivel del terreno, en terrazas, en talud, enterrados y semienterrados.

**7.9.1 Clasificación de instalaciones de almacenamiento.** Las instalaciones de almacenamiento de GLP se clasifican en los siguientes tipos:

- a) Baterías de cilindros de 15 kg
- b) Baterías de cilindros de 45 kg
- c) Tanques de almacenamiento de GLP se clasifican en los siguientes grupos, de acuerdo a la suma de los volúmenes geométricos de todos sus tanques:

c.1) Tanques sobre el nivel del terreno:

- c.1.1) A-A Mayor de 0,11 hasta 1 m<sup>3</sup>.
- c.1.2) A-0 Mayor de 1 y hasta 5 m<sup>3</sup>.
- c.1.3) A-1 Mayor de 5 y hasta 10 m<sup>3</sup>.
- c.1.4) A-2 Mayor de 10 y hasta 20 m<sup>3</sup>.
- c.1.5) A-3 Mayor de 20 y hasta 100 m<sup>3</sup>.
- c.1.6) A-4 Mayor de 100 y hasta 500 m<sup>3</sup>.
- c.1.7) A-5 Mayor de 500 y hasta 2.000 m<sup>3</sup>.

c.2) Tanques enterrados o semienterrados:

- c.2.1) E-E Mayor de 0,11 hasta 1 m<sup>3</sup>.
- c.2.2) E-0 Mayor de 1 y hasta 5 m<sup>3</sup>.
- c.2.3) E-1 Mayor de 5 y hasta 10 m<sup>3</sup>.
- c.2.4) E-2 Mayor de 10 y hasta 100 m<sup>3</sup>.
- c.2.5) E-3 Mayor de 100 y hasta 700 m<sup>3</sup>.

**7.9.1.1 Baterías de cilindros de 15 kg.** Estos cilindros deben ser construidos de acuerdo con lo establecido en las especificaciones de la NTE INEN 111, utilizando los aceros establecidos en la NTE INEN 113, fabricados de acuerdo con la NTE INEN 2 143, deben tener certificados de conformidad con norma; se debe considerar las medidas de seguridad siguientes:

- a) La válvula instalada debe cumplir con lo establecido en las especificaciones de la NTE INEN 116 y tener certificado de conformidad con norma.
- b) El número máximo de cilindros de 15 kg de capacidad, instalados en un sitio específico debe ser de dos cilindros en operación por unidad habitacional en edificios con un máximo de 4 departamentos y para reposición sean llenos o vacíos un máximo de dos cilindros por unidad habitacional. Para edificios de más de 4 departamentos no se debe utilizar este tipo de almacenamiento. No aplica para instalaciones comerciales e industriales.
- c) Las instalaciones deben cumplir con lo que especifica esta norma técnica.
- d) En la instalación y ubicación de estos cilindros, se debe cumplir las distancias mínimas de seguridad siguientes:

(Continúa)

- d.1) Las baterías de cilindros de 15 kg deben estar ubicadas en la parte exterior de las edificaciones.
- d.2) Si los cilindros se colocan en armarios o compartimientos (los cuales deben ser incombustibles), éstos deben estar provistos en su parte inferior de aberturas de ventilación que, como mínimo, ocupen 1/100 de la superficie en que se encuentren colocados.
- d.3) Se prohíbe la instalación de cilindros, cualquiera sea su tamaño, en locales cuyo piso esté más bajo que el nivel del terreno, sótanos, ó pisos zócalos, en cajas de escaleras y en pasillos.
- d.4) Para la ubicación de los cilindros vacíos y de reposición, se debe cumplir lo siguiente:
  - d.4.1) Se prohíbe almacenarlos en subterráneos.
  - d.4.2) Se deben ubicar en posición vertical, separados de los cilindros conectados, en un lugar adecuado y con ventilación.
- d.5) Deben protegerse de la acción del agua y de la manipulación de personal no autorizado.

**7.9.1.2 Baterías de Cilindros de 45 kg.** Estos cilindros deben ser construidos de acuerdo con lo establecido en las especificaciones de la NTE INEN 111, utilizando los aceros establecidos en la NTE INEN 113, diseñados y fabricados de acuerdo con la NTE INEN 2 143 y deben tener certificados de conformidad con norma; se debe considerar las medidas de seguridad siguientes:

- a) La válvula instalada debe ser de tipo industrial con dispositivo de alivio de presión y tener certificado de conformidad con norma.
- b) El número máximo de cilindros de 45 kg de capacidad, instalados en un sitio específico debe ser de tres en operación para instalaciones residenciales, comerciales e industriales, y para reposición sean llenos o vacíos un máximo de tres cilindros.
- c) Los cilindros y las baterías de cilindros de 45 kg deben estar ubicadas en la parte exterior de las edificaciones.
- d) Si los cilindros se colocan en armarios o compartimientos, los cuales deben ser incombustibles, éstos deben estar provistos en su parte inferior de aberturas de ventilación que como mínimo, ocupen 1/100 de la superficie en donde se encuentren colocados.
- e) Se prohíbe la instalación de cilindros, cualquiera sea su tamaño, en locales cuyo piso esté más bajo que el nivel del terreno como sótanos, ó pisos zócalos, en cajas de escaleras y en pasillos.
- f) Para la ubicación de los cilindros vacíos y de reposición, se debe cumplir lo siguiente:
  - f.1) Se prohíbe almacenarlos en subterráneos.
  - f.2) Se deben ubicar en posición vertical, separados de los cilindros conectados, en un lugar adecuado y con buena ventilación.
- g) Deben protegerse de la acción del agua y de la manipulación de personal no autorizado.

**7.9.1.3 La instalación de GLP con tanques sobre el nivel del terreno.** Los tanques deben ser diseñados y construidos de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 2 261 vigente y el Código ASME Sección VIII, División 1 ó 2 y tener certificado de conformidad con norma, la instalación no debe estar situada ni en el interior ni debajo de las edificaciones, salvo la excepción especificada en el literal a, indicada a continuación:

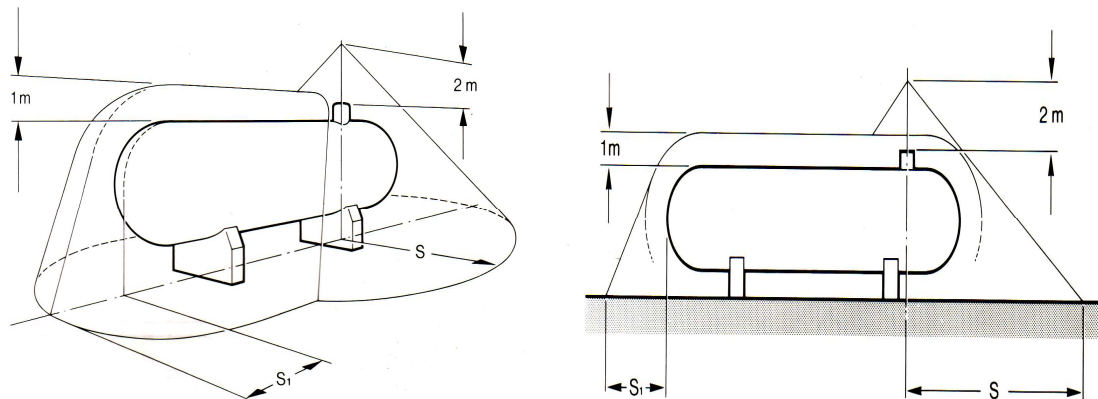
- a) Si las instalaciones del grupo AA se ubican en locales debajo de un edificio a nivel del terreno, se debe construir de 3 paredes sólidas y techo de hormigón, una puerta de acceso con ventilación al exterior y la válvula de alivio del tanque debe estar a 1 metro de la puerta de acceso. Adicionalmente debe instalarse un sistema de enfriamiento con agua mediante sprinkler sin bulbo de accionamiento manual o automático. En caso de instalar cilindros de 45 kg, se permiten máximo 4 sumados los de operación y reposición.

(Continúa)



- b) Si las estaciones del tipo AA y A0 se ubican en locales fuera de las edificaciones y tienen las tres paredes sólidas y techo deben cumplir con las siguientes condiciones:
- b.1) La superficie de la estación debe estar ubicada sobre el nivel del terreno ó vía pública.
  - b.2) La pared no sólida debe tener una superficie de ventilación mínima, al nivel del piso, equivalente a 1/10 de la superficie de la planta del local.
  - b.3) Cuando la ventilación de la pared no sólida es por canalización (ductos) el techo debe tener al menos un 10% de la superficie del local ventilado hacia el exterior y en el lado opuesto de la pared ventilada.
  - b.4) Dos paredes sólidas pueden ser consideradas como muros para efectos de reducción de distancias de seguridad.
  - b.5) Adicionalmente debe instalarse un sistema de enfriamiento con agua mediante sprinkler de accionamiento manual.
  - b.6) Los tanques ubicados a nivel de la vía pública debajo de un talud, el local debe construirse con los sistemas estructurales requeridos. El acceso a este local será desde la vía pública con puertas de material no combustible, accesibilidad grado 2 y ventiladas en la parte superior e inferior al nivel del piso. Las distancias de seguridad deben cumplir con lo especificado en la tabla 7.
- c) La instalación de GLP debe disponer de una ventilación natural a espacios abiertos a su mismo nivel, no permitiéndose que la misma se realice a través de edificios o locales.
- d) Dentro de las distancias que se establecen en la referencia 2 de la tabla 7, cuadro de distancias, y en función de la clasificación, no deben existir construcciones, instalaciones, ni materiales ajenos al servicio.

**FIGURA 1. Tanques sobre nivel del terreno**

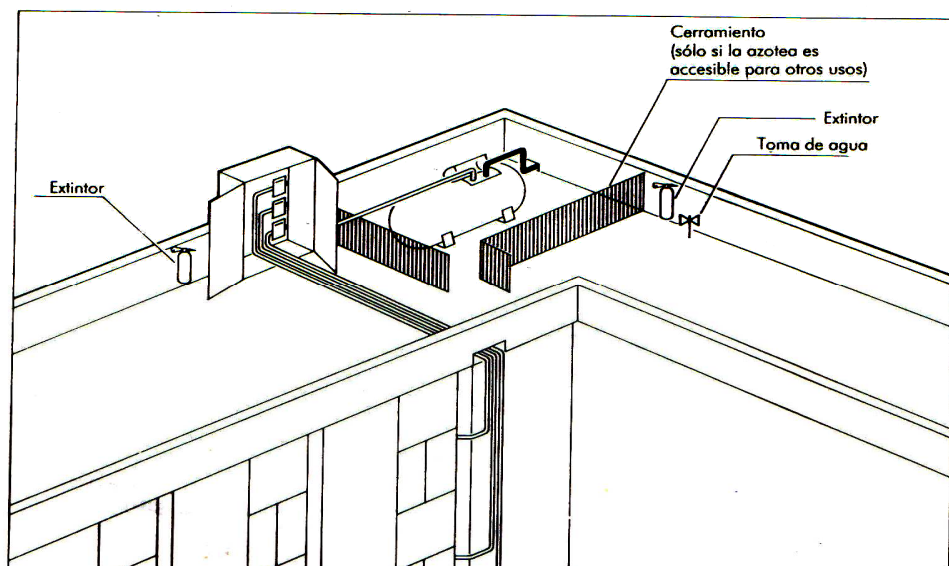


**7.9.1.4 Instalaciones de Almacenamiento tanques en Terrazas.** se admite en terrazas instalaciones clasificadas como AA, A0, A1 y A2 hasta 12 m<sup>3</sup> por estación de almacenamiento y que además de cumplir todas las prescripciones que se señalan para las instalaciones sobre el nivel del terreno en la tabla 7, cumplan con lo siguiente: un Profesional competente debe certificar que la edificación soporta las cargas que la instalación produzca, tanto durante la operación como durante la prueba hidrostática, y que el piso esté construido de forma que su resistencia al fuego sea como mínimo RF-240.

(Continúa)

- a) Las distancias medidas a partir de la válvula de alivio del tanque a chimeneas, desagües, aberturas a patios o a huecos o accesos que comuniquen con niveles inferiores al piso de la terraza serán como mínimo lo establecido en la referencia 4 de la tabla 7 siempre y cuando estas aberturas estén a nivel del piso. Las mismas aberturas pueden estar a menores distancias si se ubican fuera del volumen generado en la figura 6.
- b) Si la terraza tiene otros usos adicionales, la estación de GLP debe estar provista de cerramiento.
- c) No deben considerarse muros para efectos de reducir las distancias de seguridad.
- d) No debe tener equipos de vaporización ni de trasvase.
- e) En la terraza debe existir una toma de agua para realizar la prueba hidrostática.
- f) El tanque no debe estar conectado a la línea de puesta a tierra del edificio.
- g) En edificaciones de más de cuatro pisos sobre el nivel del suelo debe existir un pararrayo con cobertura a los tanques de GLP o cubierto por una jaula de faradey (malla aluminio) conectada a tierra independiente a la del edificio. El cable de conducción a tierra debe ser aislado. En lugares donde se producen tormentas eléctricas es obligatorio proteger con pararrayos independiente del número de pisos.
- h) La línea de carga puede ser vista u oculta y debe situarse al exterior del edificio.
- i) La terraza debe tener fácil acceso para el personal de mantenimiento, suministro y socorro.
- j) Las tuberías no deben instalarse en contacto directo con el piso, ni empotradas en la fundición de la terraza. Adicionalmente debe instalarse un sistema de enfriamiento con agua mediante sprinkler de accionamiento manual.
- k) Los tanques ubicados en terrazas de las edificaciones para uso residencial y/o comercial, que tengan una altura mayor a 10 m, y para uso industrial que tengan una altura mayor a 2,80 m, deben tener un gabinete (Boca de incendio equipada-BIE) propio del sistema contra incendios.
- l) La estación de gas combustible debe tener, al menos, una cuarta parte de su perímetro abierto a zonas exteriores ventiladas, entendiéndose que se cumple esta condición, aún existiendo protecciones de obras civiles (antepechos), siempre que su altura sea inferior a 1,20 m y además a nivel de la loza, de este perímetro, se realicen aberturas de mínimo  $150 \text{ cm}^2$  por metro de longitud de la zona perimetral protegida. Para los casos de antepechos o de paredes de cerramiento del tanque con altura superior a 1,20 m se aplicará lo estipulado en el numeral 7.11 literal f).

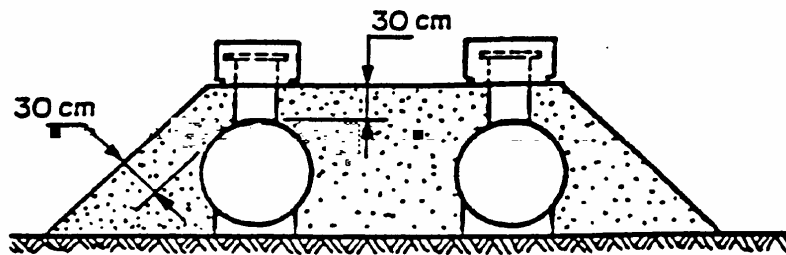
**FIGURA 2. Tanques en terrazas**



### 7.9.1.5 Instalación de almacenamiento con tanques en talud (ver figura 3).

- El material del terraplén debe ser de tierra, arena u otro material incombustible y no corrosivo, debe presentar un espesor mínimo de cobertura del recipiente de 0,3 m sobre la generatriz superior del tanque.
- Tanto las válvulas como los accesorios del tanque deben quedar accesibles para su operación y mantenimiento sin que haya necesidad de romper el terraplén.
- Los recipientes en talud deben estar protegidos contra la corrosión de acuerdo con técnicas apropiadas, ver numeral 7.6.

FIGURA 3. Tanques en talud

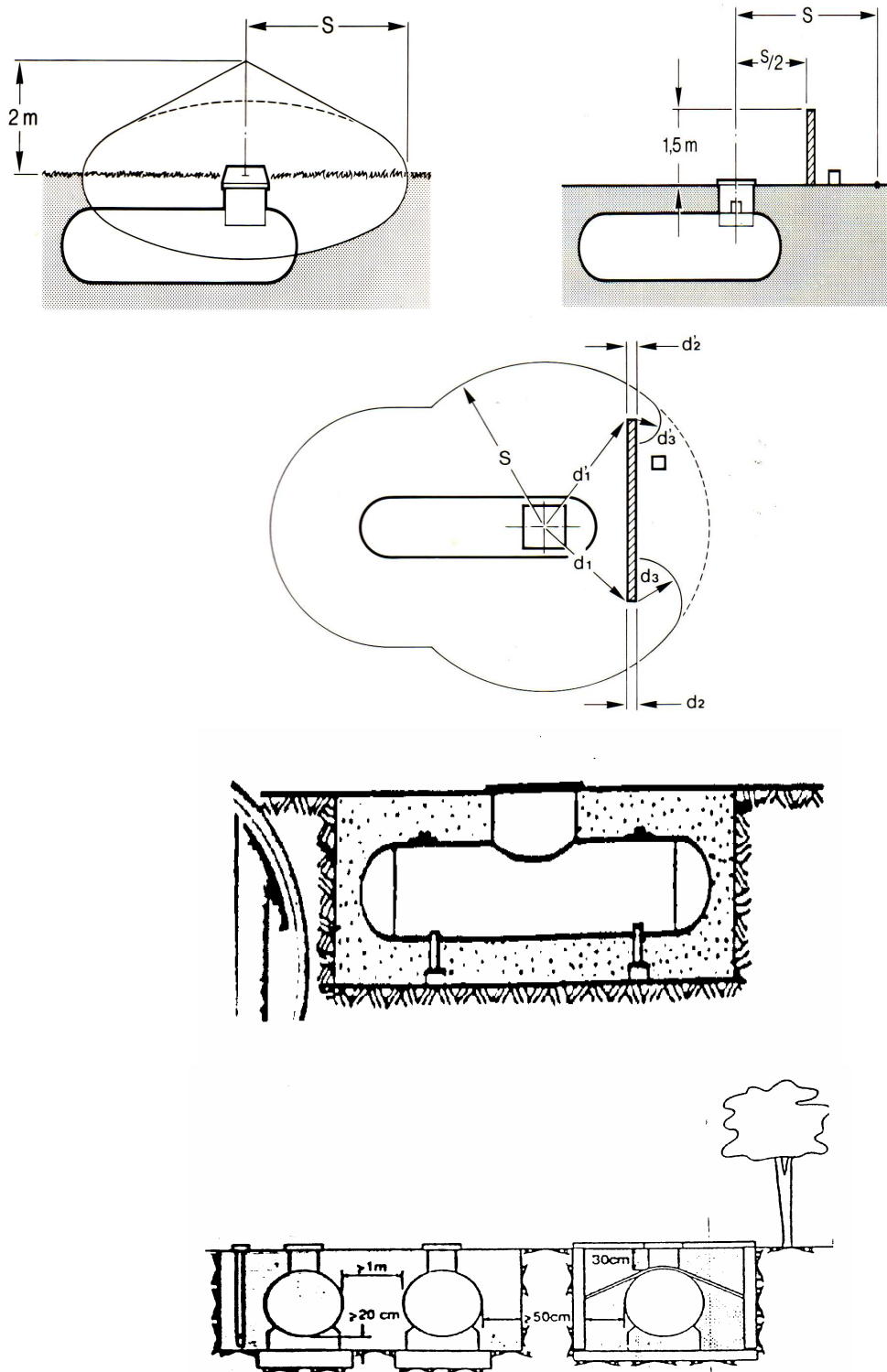


### 7.9.1.6 Instalación de almacenamiento con tanques enterrados (ver figura 4).

- Para que un tanque sea considerado enterrado, debe ubicarse totalmente por debajo del nivel del terreno circundante, que la generatriz superior diste, entre 30 y 50 centímetros de dicho nivel.
- Los tanques enterrados deben ubicarse sobre una fundición firme y estar anclados a ésta para impedir su flotación.
- La distancia entre tanques situados en la misma fosa será mínimo de 1 m medidos desde el extremo más pronunciado.
- Cuando van a circular vehículos sobre una fosa, debe cubrirse por una tapa o losa capaz de resistir las cargas a que puede verse sometida.
- Si no estuviera prevista la circulación de vehículos sobre la fosa y tampoco se colocara cerramiento, la proyección de la fosa debe rodearse de un bordillo de hormigón de mínimo 30 centímetros de altura.
- En todos los casos la fosa debe rellenarse de arena fina, debidamente compactada exenta de piedras o elementos que dañen al tanque o a su protección.
- La boca de válvulas debe colocarse de tal manera que quede exenta de riesgos con respecto a daños originados por vehículos o por lo menos debe encontrarse adecuadamente protegido contra ellos.

(Continúa)

**FIGURA 4. Tanques enterrados**



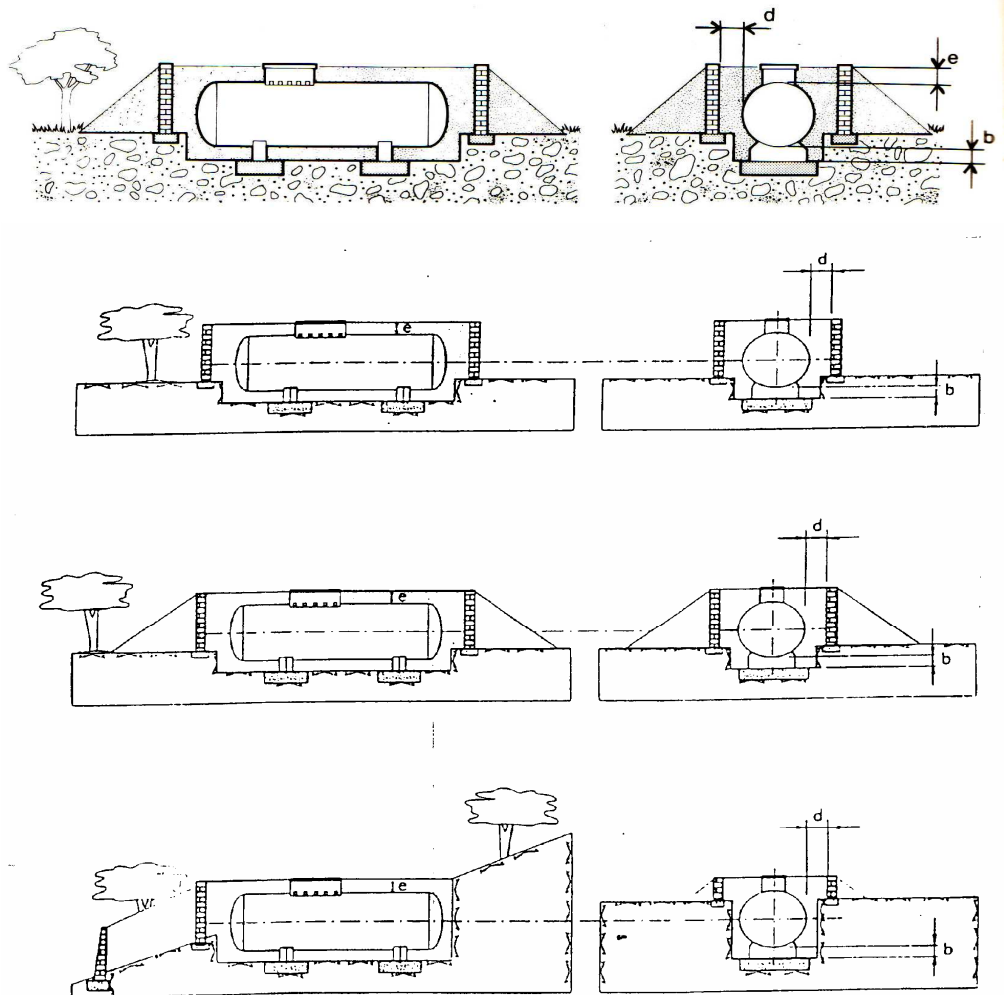
**7.9.1.7 Estación de almacenamiento con tanques semienterrados (ver figura 5).** Los tanques semienterrados, sin que sean del tipo en talud, se deben instalar de acuerdo con los siguientes criterios:

- a) Los tanques deben encontrarse nivelados sobre una base firme, con el foso preparado de manera similar a como se estableció para el caso de tanques enterrados en los literales b, c y f del numeral 7.9.1.6 para los recipientes bajo superficie.

(Continúa)

- b) Las exigencias para el espaciamiento entre recipientes son las mismas establecidas para los tanques sobre superficie en la tabla 7.
- c) El tanque debe colocarse de tal manera que quede exento de riesgos con respecto a los daños originados por vehículos o por lo menos, debe encontrarse adecuadamente protegido contra ellos.

**FIGURA 5. Tanques semienterrados**



- $30 \text{ cm} \leq e \leq 50 \text{ cm}$  a nivel del terreno
- $30 \text{ cm} \leq e$ , a tapa si existe
- $50 \text{ cm} \leq d$
- $20 \text{ cm} \leq b$

**7.9.1.8 Estación de almacenamiento de GLP-Área de seguridad.** es la superficie limitada por las distancias de seguridad que figuran en el cuadro de distancias de la tabla 7, con la referencia 4, en función de la clasificación efectuada en el punto 7.9.1.

- a) *Distancias mínimas de seguridad.* son expresadas en metros, de acuerdo a la suma de las capacidades volumétricas de cada tanque de acuerdo a la tabla 7.

(Continúa)

**TABLA 8. Distancias mínimas de seguridad**

(Distancias en m)

Clasificación	INSTALACIONES SOBRE NIVEL DEL TERRENO														INSTALACIONES ENTERRADAS				
	A-A		A-0		A-1		A-2		A-3		A-4		A-5		E-E	E-0	E-1	E-2	E-3
Volúmen V m <sup>3</sup>	0,11 < V ≤ 1		1 < V ≤ 5		5 < V ≤ 10		10 < V ≤ 20		20 < V ≤ 100		100 < V ≤ 500		500 < V ≤ 2000		0,11 < V ≤ 1	1 < V ≤ 5	5 < V ≤ 10	10 < V ≤ 100	100 < V ≤ 700
Distancias (S o S1)	S	S1	S	S1	S	S1	S	S1	S	S1	S	S1	S	S1	S	S1	S	S1	S
Referencia 1	-	-	-	0,6	-	0,6	-	1,0	-	1,0	-	1,0	-	2,0	-	0,8	0,8	0,8	0,8
Referencia 2	-	-	-	1,3	-	1,3	-	1,3	-	2,0	-	5,0	-	15,0	-	1,5	2,5	5,0	7,5
Referencia 3	-	-	-	0,6	-	0,6	-	1,0	-	5,0	-	5,0	-	10,0	-	0,8	1,0	2,5	5,0
Referencia 4	3,0	-	3,0	2,0	5,0	3,0	7,5	5,0	10,0	7,5	15,0	10,0	30,0	20,0	3,0	3,0	4,0	5,0	10,0
Referencia 5	6,0	-	6,0	-	10,0	-	15,0	-	20,0	-	30,0	-	60,0	-	6,0	6,0	8,0	10,0	20,0
Referencia 6	3,0	-	3,0	-	3,0	-	3,0	-	3,0	-	3,0	-	3,0	-	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0

**S:** Distancia desde válvula de alivio de presión del tanque.

**S1:** Distancia desde las paredes del tanque (s).

Referencia 1.- Espacio libre alrededor de la proyección sobre el terreno del depósito.

Referencia 2.- Distancia al cerramiento de la estación.

Referencia 3.- Distancia a muros o paredes ciegas (RF-120).

Referencia 4.- Distancias al lindero de la propiedad, aberturas de inmuebles, focos fijos de inflamación, motores de explosión, vías públicas, férreas o fluviales, proyección de líneas aéreas de alta tensión, equipos eléctricos no protegidos, sótanos, alcantarillas y desagües.

Referencia 5.- Distancias a aberturas de edificios para uso docente, sanitario, hospedaje, culto, esparcimiento o espectáculo, acuartelamientos, centros comerciales, museos, bibliotecas o lugares de exposición públicos. Estaciones de Servicios (Bocas de almacenamiento y puntos de distribución).

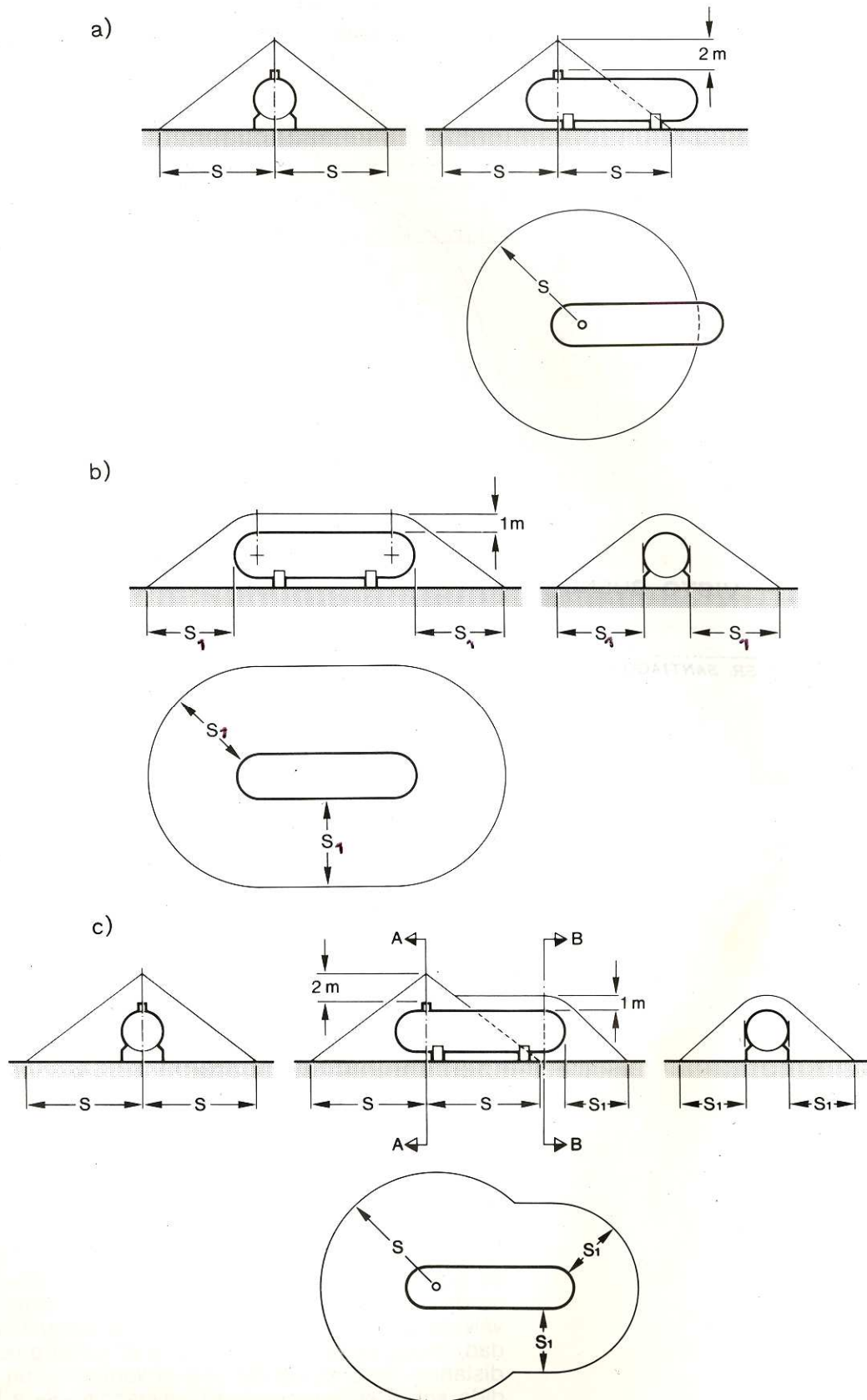
Referencia 6.- Distancia de la boca de carga al tanque cisterna.

**7.9.1.9** Dos o más estaciones de GLP serán clasificadas como una sola si existiese solape entre las superficies de las estaciones de GLP.

a) Las distancias se medirán a partir de los orificios (S) o de las paredes (S1) de los tanques según se indica en la figura 6. Se entenderá, a estos efectos, por orificios a cualquier abertura no cerrada por medio de tapones roscados o bridas ciegas, tales como válvulas de alivio (seguridad).

(Continúa)

**FIGURA 6. Distancias de seguridad**

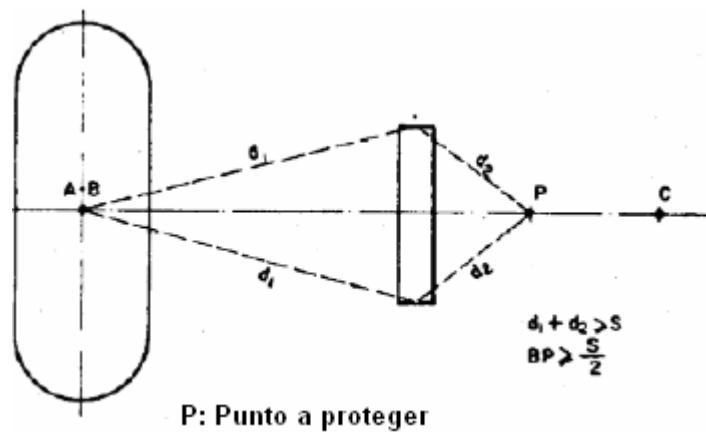
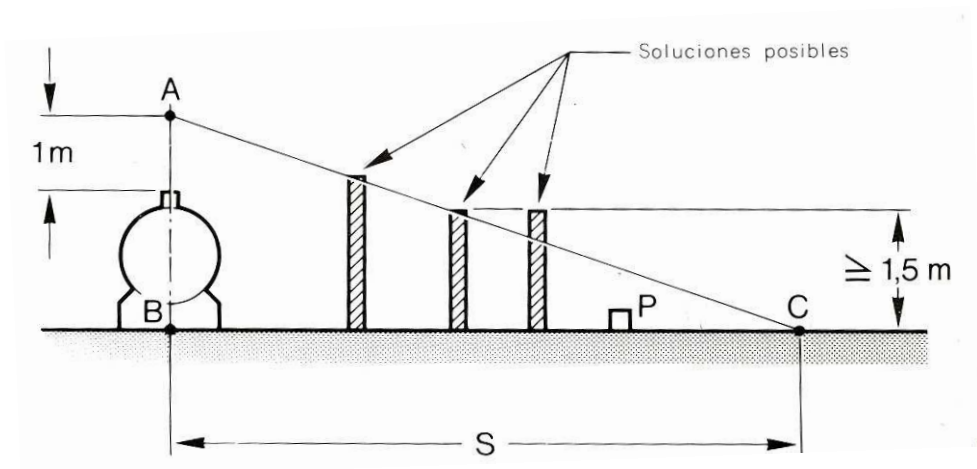


(Continúa)





**FIGURA 7. Paredes para reducir distancias de seguridad**



- Punto A. Un metro por encima del orificio más alto.
- Punto B. La proyección de dicho orificio sobre el suelo.
- Punto C. El límite de la distancia (S) correspondiente al punto P, indicada en el cuadro de distancias
- Punto P. Indicada en el cuadro de distancias.
- Punto P. Punto o linderos cuya situación se desea proteger (referencias 4 y 5).

(Continúa)

## 7.10 Características de los equipos de una estación de GLP

### 7.10.1 Una estación de almacenamiento incluye:

- a) Boca de carga.
- b) Tanques.
- c) Conducciones de gas líquido.
- d) Equipos: De vaporización, de trasvase, de regulación, de medida.
- e) Válvula de alivio ó de seguridad.

**7.10.1.1 Boca de carga.**- La boca de carga debe situarse en el mismo tanque o fuera de él y cumplir con lo siguiente:

- a) El acoplamiento al tanque debe estar dotado, en todos los casos, del dispositivo de llenado de doble cierre que impida la salida del GLP del tanque en caso de rotura accidental de la manguera de carga.
- b) En las proximidades de la boca de carga se debe disponer de una toma a tierra para la conexión del tanque móvil semiremolque o remolque cisterna (autotanque).
- c) La boca de carga siempre debe estar dotada de una tapa que la proteja de la suciedad y del deterioro.
- d) Cuando la boca de carga debe encontrarse distanciada del depósito y fuera de la estación del GLP, además debe cumplir con lo siguiente:
  - d.1) Señalizar durante la operación de trasvase una zona de seguridad en la cual se impida todo tipo de actividad susceptible de producir chispas o llamas a una distancia de 2 metros alrededor de la referida boca de carga.
  - d.2) Estar protegida con un cajetín de material incombustible (RF-120) y resistente a las acciones a las que pueda estar sometida. Estar provista de cerradura o candado, y situada en lugar bien ventilado.
  - d.3) Disponer de un sistema de cierre en la propia boca de carga que consistirá en una válvula de corte rápido de accionamiento manual y una válvula antiretorno de doble sistema de cierre.
  - d.4) La tubería que une la boca de carga al tanque será como mínimo de 25,4 milímetros de diámetro nominal.
  - d.5) La boca de carga que esté fuera del depósito debe tener válvulas de alivio hidrostático calibradas para abrirse a 1,73 MPa y ubicada entre válvulas dentro del área de la estación de GLP.
  - d.6) La conexión entre la tubería de la boca de carga desplazada y el tanque debe disponer de una conexión flexible.
  - d.7) Todos los elementos utilizados en la boca de carga desplazada, deben estar diseñados como mínimo para una presión de 1,73 MPa y aptos para ser usados con GLP.

**7.10.1.2 Tanques.** Los tanques destinados al almacenamiento de GLP deben ser diseñados y construidos de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 2 261 y el Código ASME Sección VIII, División 1 ó 2, tener certificado de conformidad con norma y cumplir con lo siguiente:

- a) Los tanques para su funcionamiento deben estar provistos, como mínimo, de los siguientes accesorios, estos accesorios deben estar ubicados para que sean fácilmente accesibles:
  - a.1) Dispositivo de llenado de doble cierre, uno de los cuales será de retención y debe estar situado siempre en el interior del tanque, y el otro debe ser manual, telemandado o también de retención.

1 MPa = 145,04 PSI

- a.2) En aquellas instalaciones que dispongan de equipo de trasvase, los dispositivos de retención deben ser de exceso de flujo con el fin de permitir el trasvase entre tanques, así como para la utilización de equipos de vaporización.
- a.3) Indicador de nivel de medida continua y lectura directa.
- a.4) Indicador de nivel de máximo llenado.
- a.5) Manómetro para verificar la presión interna.
- a.6) Válvula de alivio ó de seguridad de exceso de presión conectada a la fase gaseosa del tanque.
- a.7) Dos dispositivos destinados a la salida de GLP, uno en fase líquida y otro en gaseosa. Para tanques de hasta 7,6 m<sup>3</sup> se requiere mínimo para la salida gaseosa una válvula de cierre manual. Para los tanques de capacidad mayor de 7,6 m<sup>3</sup> para la salida gaseosa se requiere doble sistema de cierre uno automático por exceso de flujo o telemandado y otro manual. Para la salida de líquido en todos los casos debe tener doble cierre uno automático por exceso de flujo ó telemando y otro manual. En la toma de la fase líquida el de cierre automático o telemandado debe estar necesariamente en el interior del tanque. Cuando no se utilice alguna de las fases, no se debe prescindir del segundo cierre situado en el exterior del tanque.
- a.8) Conexión de toma a tierra.
- a.9) Los tanques deben disponer de un drenaje de GLP líquido. En cualquier caso debe disponer de una válvula interior de corte automático por exceso de flujo, de una válvula de cierre manual y un tapón roscado ó bridado, Se consideran válvulas de doble cierre (exceso de flujo, cierre manual y tapón roscado) a las válvulas tipo CHECK LOCK.
- a.10) Para los tanques verticales de hasta 0,5 m<sup>3</sup> que se instalen en lugares de difícil acceso el tanque debe tener una válvula CHECK LOCK para drenaje del GLP.
- a.11) Toda salida del tanque que no se use debe tener tapones roscados ó bridas ciegas.
- a.12) En las tuberías que incluyan interconexiones entre recipientes instalados de modo permanente, deben tomarse precauciones para compensar la dilatación, contracción, trepidación y vibración, en el asentamiento.
- b) La presión máxima de trabajo para la que serán calculados estos tanques debe ser de 1,73 MPa, de acuerdo a los requerimientos de la norma NTE INEN 2 261.
- c) El porcentaje de llenado de los tanques no debe exceder del 85 por ciento de su volumen, considerando la masa específica del producto líquido almacenado a 15°C.

#### **7.10.1.3 Conducciones de GLP líquido**

a) *Tuberías que conducen GLP líquido.* Las uniones de las tuberías deben ser por soldadura o uniones bridadas soldadas. Las tuberías y los accesorios de fase líquida deben ser calculados para soportar un presión mínima de diseño 1,73 MPa.

- a.1) Se prohíben instalar dentro de edificaciones tuberías que conducen GLP líquido.
  - a.1.1) Se permiten instalar estas tuberías ocultas o vistas al exterior de las edificaciones.
  - a.1.2) Se prohíbe instalar estas tuberías embebidas o empotradas.
- a.2) Los materiales autorizados para las tuberías que conducen GLP líquido son:
  - a.2.1) Acero ASTM A53 B, de espesor mínimo cédula 40 sin costura.
  - a.2.2) Acero inoxidable ASTM A312, 304L / 316L de espesor mínimo cédula 40.

(Continúa)

- a.2.3) Para unir accesorios excepto los codos, tees, uniones universales, uniones de tubería y reducciones, podrán ser roscadas siempre que la tubería sea mínimo cédula 80 sin costura.

**7.10.1.4 Equipos de trasvase, de vaporización, de regulación, de medida.-**

- a) *Equipos de vaporización.* Para uso doméstico y comercial sólo se admiten vaporizadores en los que el aporte de calor al GLP en fase líquida sea realizado por medio de un fluido intermedio o por energía eléctrica y deben estar dotados de un sistema que impida el paso de fase líquida al resto de la instalación y cumplir con lo siguiente:

a.1) Son considerados únicamente a efectos de registro de tipo y de las distancias de seguridad como si se tratara de tanques de almacenamiento de categoría A-1, pudiendo ubicarse en edificaciones construidas específicamente para ellos de acuerdo con los requerimientos de edificación para las estaciones de GLP indicadas en el numeral 7.11.

a.2) En caso de tener instalaciones eléctricas pertenecientes al vaporizador que se encuentren dentro del volumen de seguridad de la estación de GLP, éstas instalaciones deben ser selladas contra explosión.

- b) *Equipos de trasvase y elementos auxiliares.* Los diversos elementos componentes del equipo de trasvase tales como mangueras, bombas y compresores, así como los elementos accesorios deben ser construidos para uso con GLP y para una presión mínima de diseño 1,73 MPa .

**7.10.1.5 Válvulas de alivio ó de seguridad.** Las válvulas de seguridad deben ser de sistema de resorte, estar calibradas para abrirse a 1,73 MPa y cumplir con lo siguiente:

- a) Los tanques especificados en el numeral 7.9.1.3 cuyo volumen geométrico unitario supere los 20 m<sup>3</sup>, deben disponer como mínimo de dos válvulas de alivio de forma que la capacidad de descarga del conjunto, sea capaz de evacuar el caudal de descarga.

- b) El caudal de descarga que, como mínimo, deben suministrar las válvulas de alivio debe ser tal que la presión en el interior de los tanques, no llegue a sobrepasar en un 20 por ciento la presión de apertura de las mismas y se debe calcular utilizando la fórmula:

$G = 10,6552 * S^{0,82}$  Donde G es el caudal de aire en metros cúbicos por minuto a 15°C y presión atmosférica y S representa la superficie del tanque expresada en metros cuadrados.

Para obtener el caudal de GLP se dividirá el resultado G por el factor de corrección Y.

$Y = 1,2 \sqrt{\frac{1-P}{785}}$  Donde P es la presión de calibrado de la válvula de seguridad en kPa.

- c) En los tanques enterrados el caudal de descarga puede reducirse en un 30 por ciento del valor calculado, pero en tal caso, los tanques no deben ser descubiertos si no han sido vaciados previamente.

**7.11 Edificaciones para una estación de GLP**

- a) Los elementos que componen una estación de GLP pueden estar dentro de un edificio construido exclusivamente para contener la estación, el cual debe construirse de una sola planta, cuya cota no debe ser inferior al nivel del terreno que los circunda.

- b) En su construcción deben emplearse materiales cuya resistencia al fuego sea como mínimo RF-120.

- c) El piso debe ser de material no absorbente y de tal naturaleza que los choques y golpes con objetos metálicos no produzcan chispas.

- d) La cubierta debe ser de construcción ligera, tipo fibrocemento o similar.

(Continúa)

- e) Las edificaciones cerradas deben permitir la fácil salida del personal en caso de peligro, sus puertas deben ser metálicas, y se deben abrir siempre hacia el exterior. Las cerraduras deben ser de accionamiento rápido y manipulables desde el interior sin necesidad de utilizar llaves.
- f) Deben tener una superficie de ventilación a nivel del piso equivalente a 1/10 de la superficie de la planta.
- g) La superficie de ventilación estará repartida como mínimo en dos aberturas protegidas por malla metálica.
- h) Para que una de las paredes pueda ser considerada como muro a efecto de reducir la distancia de seguridad debe cumplir las condiciones exigidas en literal b del numeral 7.9.1.9.
- i) Aplican las excepciones indicadas en el numeral 7.9.1.3.

**7.12 Montaje e instalación de una estación de GLP.** Debe instalarse en concordancia con lo siguiente:

- a) Tanques horizontales sobre superficie con su eje longitudinal horizontal.
- b) Los tanques horizontales diseñados para instalación permanente en servicio estacionario sobre nivel del terreno, en bases de hormigón resistente al fuego (RF 120) que se encuentren diseñadas para soportar el peso del tanque lleno de agua y deben apoyarse de tal manera que:
  - b.1) Permitan la expansión y contracción, para evitar una excesiva concentración de esfuerzos.
  - b.2) Los tanques o conjuntos: tanque-bomba deben estar montados sobre una base común, en bases de hormigón colocadas a nivel del piso y a una altura no menor a 100 mm.
- c) En caso de que en la estación de GLP existan dos o más tanques, el instalador debe prever en el diseño de la instalación los medios necesarios para evitar el sobrellenado de uno de ellos por influencia de los otros, tanto en las operaciones de llenado como en las de funcionamiento.
- d) Para el fácil desplazamiento de los equipos y del personal de extinción de incendios deben dejarse espacios libres alrededor de los tanques, los espacios señalados en la referencia 1 de la tabla 7.
- e) Tanto la superficie del terreno en la zona de ubicación de los tanques como el espacio libre señalado en el párrafo anterior deben ser horizontales.
- f) En lugares de fácil acceso del público es obligatorio rodear el emplazamiento de los tanques y equipos por medio de una cerca de 2 metros de altura, como mínimo, debe ser de malla metálica o de cualquier otro sistema análogo incombustible, que permita una buena ventilación e impida el acceso de personas ajenas al mismo. En caso de que este cerramiento vaya provisto de zócalo, su altura no debe ser superior a 30 centímetros. Las puertas de los cerramientos deben abrirse hacia el exterior y ser incombustibles, y los cierres deben ser de accionamiento rápido manipulable desde el interior sin necesidad de utilizar llaves. La utilización de muros o pantallas para reducir las distancias de seguridad puede ser considerada como cerramiento, si es necesario debe complementarse la altura de 2 metros con malla metálica o sistema análogo. Estos cerramientos deben colocarse a las distancias de los tanques de acuerdo a la referencia 2 de la tabla 7. Cuando en una instalación existan equipos de trasvase, de vaporización, regulación o medida, éstos deben quedar dentro del cerramiento.
- g) Los tanques de categoría AA, A-0, A1, EE, E0 y E1, que no tengan equipos de trasvase o vaporización y que no abastezcan a instalaciones ubicadas en sitios de concurrencia pública, pueden prescindir del cerramiento siempre y cuando las bocas de carga, válvulas, equipos de regulación y accesorios de depósito se encuentren encerrados en un domo o cubierta incombustible provista de cerradura o candado.
- h) También puede prescindirse del cerramiento cuando la instalación de GLP esté ubicada en el interior de plantas industriales destinadas al almacenamiento, producción o tratamiento de productos petrolíferos o combustibles gaseosos o en aquellos otros casos en que por la índole de la industria lo requiera.

(Continúa)

- i) Los tanques de abastecimiento de gas combustible deben fijarse, de tal manera que facilite el llenado o cambio de tanque sin que se afecte o deteriore los elementos o accesorios de ellos.
- j) Los tanques deben instalarse sobre una base firme nivelada y estar asegurados para evitar su desplazamiento, a excepción de tanques verticales de volumen unitario hasta  $0,5 \text{ m}^3$ .
- k) Los tanques verticales de capacidad de agua iguales o mayores a  $0,5 \text{ m}^3$ , diseñados para instalación permanente en servicio estacionario sobre el nivel del piso, deben instalarse sobre bases de hormigón armado o en soportes de acero estructural de altura máxima de 1,5 m sobre bases de hormigón armado que se encuentren diseñados para soportar las cargas establecidas.
  - k.1) Los soportes de acero deben estar protegidos contra incendios con un material RF-120.
- l) El tanque móvil semiremolque o remolque cisterna (autotanque), para servicio estacionario emergente debe estar ubicado de acuerdo con los requisitos establecidos en la tabla 7 y además deben cumplir con lo siguientes requisitos:
  - l.1) La superficie debe ser diseñada para el uso vehicular pesado, debe mantenerse limpia y libre de materiales combustibles en por lo menos 3 m alrededor del tanque.
  - l.2) Se debe verificar la flexibilidad de las mangueras de conexión.
  - l.3) Se debe proteger al vehículo de la intervención de extraños y de la acumulación de elementos combustibles, con vallas distantes por lo menos 3 m alrededor del vehículo.
  - l.4) La ubicación de los implementos de protección contra incendios y extintores de fuego, debe ser tal, de manera que permita una intervención oportuna y rápida.

**7.12.1 Conexión a tierra.** Todo tanque de gas combustible, ubicado sobre el nivel del piso, debe estar conectado a tierra por medio de un conductor cuya resistencia total sea inferior a 20 ohmios.

**7.12.2 Anclaje.** Todo tanque para gas combustible debe ser anclado con un sistema que permita su estabilidad.

**7.12.3 Protección de los tanques contra la corrosión.**

**7.12.3.1 Protección pasiva.** Los tanques de acero sobre el nivel del terreno, deben tener una protección de pintura anticorrosiva. Los tanques de acero enterrados o semienterrados deben estar protegidos contra la corrosión externa mediante un revestimiento continuo a base de brea de hulla, betún de petróleo, materias plásticas u otros materiales, de forma que la resistencia eléctrica, adherencia al metal, impermeabilidad al aire y al agua y resistencia mecánica sean las adecuadas a la naturaleza del terreno donde estén enterrados y además:

- a) Se debe comprobar el buen estado del revestimiento inmediatamente antes de ser enterrados.
- b) Los apoyos y zunchados deben prepararse de forma que no puedan dañar el tanque y la tubería o su protección.

**7.12.3.2 Protección activa.** Como complemento del revestimiento externo, los tanques enterrados o semienterrados deben ser provistos de un sistema de protección catódica, salvo que se demuestre que no es necesaria, mediante un estudio de agresividad del terreno. Debe considerarse lo siguiente:

- a) La finalidad de la protección catódica es garantizar un potencial entre el tanque y el suelo que medido respecto al electrodo de referencia cobre-sulfato de cobre, sea igual o inferior a  $-0,85 \text{ V}$ . Dicho potencial debe ser de  $-0,95 \text{ V}$  como máximo cuando haya riesgo de corrosión por bacterias sulfatorreductoras.
- b) En aquellos casos que existan corrientes parásitas, ya sea por proximidad a líneas férreas u otras causas, deben adoptarse medidas especiales para la protección catódica, según las exigencias de cada caso.

(Continúa)

- c) Cuando las corrientes parásitas puedan provocar variaciones en el potencial de la protección, el potencial podrá alcanzar valores mayores que los indicados, sin limitación de valor, para picos casi instantáneos, durante un tiempo máximo de un minuto y valores máximos de hasta -0,50 V durante un tiempo máximo de cinco minutos, siempre que la duración total acumulada de estos picos en veinticuatro horas no sobrepase una hora.

#### **7.12.4 Protección contra el fuego para una estación de GLP**

- a) *Extintores.* Los extintores que se utilicen deben ser de polvo químico seco, y las instalaciones fijas de extinción, de existir, no deben ser de accionamiento automático.

a.1) Las cantidades de materia extintora deben ser, al menos, las siguientes:

a.1.1) Para las instalaciones de GLP clasificadas A-A y EE deben disponer como mínimo de un extintor de 9 kilogramos o su equivalente.

a.1.2) Para las instalaciones de GLP clasificadas A-0 y E-0 deben disponer como mínimo de dos extintores de 9 kilogramos cada uno o su equivalente.

a.1.3) Las clasificadas como A-1, A-2 y E-1 deben disponer como mínimo de tres extintores de 9 kilogramos cada uno o su equivalente.

a.1.4) Las clasificadas A-3 y E-2 deben disponer de 1 kilogramo de polvo químico seco por cada metro cúbico de volumen geométrico de capacidad de almacenamiento, como mínimo 3 extintores de 9 kilogramos cada uno o su equivalente.

a.1.5) Las clasificadas A-4, A-5 y E-3 deben disponer de 100 kilogramos de polvo químico seco, incrementando 1 kilogramo por cada 10 metros cúbicos de volumen geométrico de capacidad que sobre pasen los 100 m<sup>3</sup> de almacenamiento de la estación.

a.1.6) En todos los casos, los extintores deben estar colocados en lugares fácilmente accesibles.

a.1.7) Además el área de bombas y compresores de GLP debe estar dotada de 2,5 kg de polvo químico seco por cada metro cúbico por hora de capacidad de trasvase, con un mínimo de 50 kg distribuidos, al menos, en dos extintores.

a.1.8) En caso de que el equipo de trasvase esté situado en una caseta, estos extintores deben estar en el exterior de la misma.

a.1.9) Las casetas de vaporizadores, si las hubiere, deben disponer, al menos, de un extintor de 18 kg o su equivalente, como dotación suplementaria a lo establecido anteriormente.

#### **b) Instalación de agua**

b.1) Las instalaciones de categoría A-3, A-4 y A-5 deben estar dotadas de una red de tuberías y de los elementos precisos de acoplamiento rápido que permitan llegar el agua a cualquier punto de la estación de GLP a la presión de 500 kPa con un caudal mínimo de: 15 metros cúbicos por hora para las del grupo A-3, 30 metros por hora para las del grupo A-4 y 50 metros por hora para las clasificadas como A-5. Los elementos que suministren agua pueden ser gabinetes, monitores, duchas y/o sprinkler cuya suma de caudales debe ser como mínimo lo especificado en este literal.

b.2) Cualquier tanque aéreo de volumen geométrico unitario superior a 100 m<sup>3</sup> debe disponer de un sistema propio de enfriamiento a base de sprinkler.

b.3) Las instalaciones que no dispongan de suministro exterior de agua deben estar dotadas de depósitos de almacenamiento de agua y medios de bombeo que permitan el funcionamiento de la red durante una hora y treinta minutos con la presión y caudales establecidos.

b.4) Para las instalaciones de categoría A-4 y A-5 se debe disponer, al menos, de 2 hidrantes o tomas de agua en lugares distintos de la estación.

(Continúa)

b.5). Las mangueras de agua y sus racores de acoplamiento deben ajustarse a las normas correspondientes. Las lanzas de agua deben ser de doble efecto, con producción de chorro y agua pulverizada.

b.6) Las excepciones indicadas en los siguientes literales:

literal a) del numeral 7.9.1.3

literal k) del numeral 7.9.1.4

literal b.4) del numeral 7.9.1.9, requieren de instalaciones de agua fija de duchas o sprinkler las cuales deben estar conectadas al sistema hidráulico de prevención de incendios o a la red pública de agua potable.

c) *Elementos complementarios*

c.1) En la instalación de GLP se debe disponer de lo siguiente:

c.1.1) Carteles indicadores con el siguiente texto: «Gas inflamable», «Prohibido fumar y encender fuego», estos deben colocarse en la proximidad de los tanques. En caso de existir cerramiento colocar los carteles en cada uno de los lados del mismo y en las puertas de acceso.

c.1.2) Un par de guantes de cuero.

c.2) Las instalaciones de la categoría A-4, A-5 y E-3 deben disponer además de lo señalado, de lo siguiente:

c.2.1) Una linterna portátil y antiexplosión.

c.2.2) Tres mantas ignífugas.

c.2.3) Tres cascos con pantallas de aproximación al fuego.

c.2.4) Tres máscaras antigás.

c.3) Además las de categorías A-5 deben disponer de:

c.3.1) Un dispositivo de alarma acústico de accionamiento manual o automático-manual.

c.3.2) Un explosímetro.

**7.12.5 Equipos de trasvase.** Debe contar con una bomba o compresor sellados contra explosión y estar diseñados para el servicio de GLP.

a) La presión máxima de descarga de una bomba de líquido, bajo condiciones de operación normales debe limitarse a 2,4 MPa.

b) Los compresores deben contar con medios:

b.1) Que limiten la presión máxima para la cual ha sido diseñado el compresor.

b.2) Que eviten la entrada de GLP líquido en la aspiración del compresor, ya sean integrales con el compresor o instalados externamente en las tuberías de aspiración.

c) Las tuberías para este tipo de instalaciones deben ser mínimo cédula 80 con o sin costura, si están conectadas a la bomba de impulsión de GLP deben estar dotadas de dispositivos que en caso de sobrepresión, provoquen automáticamente el retorno de GLP al tanque que alimenta a la bomba.

d) Los accesorios utilizados a presiones mayores que la del recipiente, tales como en la descarga de las bombas de transferencia de GLP líquido, deben ser compatibles con una presión de trabajo no menor que 2,4 MPa .

(Continúa)



- e) Los accesorios utilizados con GLP líquido o con vapor de GLP a presiones operativas mayores que 0,9 MPa, deben ser compatibles con una presión de trabajo de 1,73 MPa .
- f) En el extremo de la instalación rígida, en cada uno de los puntos de unión de las tuberías de fase líquida con las mangueras flexibles de conexión con el camión cisterna, o con los brazos articulados, cuando éstos existan, se debe colocar una válvula anti-retorno, que impida la salida incontrolada del producto a la atmósfera. Además debe existir en cada uno de los puntos de unión, tanto de la fase líquida como de la fase de gas, una válvula de cierre rápido de accionamiento manual.

#### **7.12.6 Elementos auxiliares para una estación de GLP.**

- a) *Válvulas de alivio o de seguridad.* Se debe instalar una válvula de alivio de sobrepresión en tuberías que conducen fase líquida de GLP en todos aquellos sitios entre válvulas donde puede quedar encerrada la fase líquida.
- b) *Válvulas de corte.* Deben ser estancas al exterior en todas sus posiciones, herméticas en su posición cerrada y precintables.
- c) *Tanques para uso en montacargas.* Los montacargas si son utilizados en el proceso productivo interno de una industria, los tanques y los accesorios deben cumplir con la NTE INEN 2 310 ó con la especificaciones DOT 4BA o DOT 4BW.

#### **7.12.7 Instalación eléctrica para estación de GLP.**

- a) Toda la instalación eléctrica debe ser sellada contra explosión. Los interruptores generales de los circuitos de alimentación de bombas, compresores, motores y alumbrado de toda la instalación deben estar centralizados en un tablero situado próximo a la entrada de la estación y de fácil acceso.
- b) En aquellas estaciones que existan equipos de vaporización, trasvase o medida, éstos deben estar dotados de una iluminación suficiente para permitir su operatividad.
- c) Además, las estaciones clasificadas como A-4, A-5 y E-3 deben estar provistas de una instalación de alumbrado que permita, en caso de necesidad un nivel de iluminación suficiente para la circulación durante la noche.

### **7.13 Aparatos a gas (GLP y Gas natural)**

**7.13.1 Clasificación de aparatos a gas.** En función de las características de combustión y de evacuación de los productos de la combustión, los aparatos a gas, cualquiera que sea su tipología, tecnología y aplicación, se clasifican de la siguiente forma:

**7.13.1.1 Tipo A:** Aparato de circuito abierto de evacuación no conducida (sin chimenea).

**7.13.1.2 Tipo B:** Aparato de circuito abierto de evacuación conducida (con chimenea), que a su vez se clasifican en dos:

- 1) De tiro natural (sin ventilador):
  - 1.1 con dispositivo de seguridad antiretorno
  - 1.2 sin dispositivo de seguridad antiretorno

2) De tiro forzado (con ventilador).

**7.13.1.3 Tipo C:** Aparato de circuito estanco (toman el aire del exterior y evacuan los gases de la combustión hacia el exterior).

**7.13.1.4** Además debe tomarse en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Las lavadoras y/o secadoras de ropa, lavavajillas, refrigeradoras y otros aparatos cuyo consumo nominal no supere los 4,65 kW serán considerados como aparatos tipo B (circuito abierto conducido).

(Continúa)

b) En los artefactos tipo B y C es obligatorio el uso de un sensor de llama, que cierre automáticamente el suministro de gas al quemador cuando detecte falta de llama.

c) En los artefactos tipo A es opcional el uso de sensor de llama descrito en el párrafo anterior.

#### **7.13.2 Requisitos de instalación de aparatos a gas.**

a) Se prohíbe la instalación de cualquier tipo de artefacto de gas GLP en locales que estén situados a un nivel inferior del nivel del terreno (sótanos), sin embargo si no hay otra alternativa se podrá instalar artefactos de gas GLP de cualquier tipo en locales bajo el nivel del terreno hasta el primer subsuelo (sótano) siempre y cuando se disponga de detectores de gas que accionen un dispositivo de cierre automático, instalado al exterior del local, cerrando el suministro de gas al mismo, en caso de detección de gas en el ambiente de dicho local.

b) Los artefactos que funcionen con gas Natural podrán instalarse hasta el primer subsuelo.

c) Se prohíbe la instalación de artefactos que funcionen con gas GLP o Natural a partir del segundo subsuelo y subsiguientes subsuelos.

**7.13.2.1** En el interior de los locales de uso doméstico se podrán instalar los siguientes artefactos:

a) Artefactos tipo A (Circuito abierto no conducido), como cocinas, hornos, parrillas.

b) Artefactos tipo B (Circuito abierto conducido), como calefones, calentadores de agua, calefactores, secadoras de ropa.

c) Artefactos tipo C (Circuito estanco), como calefones, calefactores.

**7.13.2.2** Se prohíbe la instalación de cualquier artefacto de los tipos A, B y C en dormitorios y baños. A excepción de los dormitorios donde solamente se podrán instalar calefactores ambientales tipo C (circuito estanco).

**7.13.2.3** En el interior de los locales de uso comercial se podrán instalar cualquier tipo de artefacto siempre y cuando sean para cocción, calentamiento de agua y calefacción. Además los locales deben cumplir con los requisitos de ventilación indicados en el numeral 7.14 de esta norma.

**7.13.2.4** En el interior de locales de uso industrial se prohíbe el uso de aparatos que no tengan un sistema que cierre el suministro de gas al aparato cuando no detecte llama, a excepción de los aparatos de cocción y aquellos de supervisión directa. Adicionalmente estos locales deben cumplir con los requisitos de ventilación indicados en el numeral 7.14 de esta norma.

#### **7.14 Requisitos de ventilación de los locales que contienen artefactos a gas**

**7.14.1** Los locales que contengan artefactos de circuito abierto no conducido (tipo A), deben contar con un volumen mínimo de acuerdo a lo siguiente:

<b>Consumo calorífico total de los aparatos no conducidos (kW)</b>	<b>Volumen total mínimo del local (m<sup>3</sup>)</b>
Sumatoria de Qn < =16 kW	8
Sumatoria de Qn > 16 kW	Valor numérico de la sumatoria de Qn menos 8
Sumatoria de Qn es el consumo calorífico total en kW, resultado de sumar los consumos caloríficos de todos los aparatos a gas de <u>circuito abierto no conducidos</u> instalados en el local. Qn=Potencia calorífica.	

**7.14.2** Si un local contiene artefactos de gas de circuito abierto (tipo A no conducido) que sumadas sus potencias superan 30 kW, entonces el local debe disponer de ventilación forzada de impulsión ó extracción mecánica de aire que garantice la ventilación continua del aire del local.

(Continúa)

**7.14.3** Los locales de uso doméstico que contengan artefactos tipo A, B y C deben cumplir con los requisitos de ventilación indicados en el numeral 7.14 de esta norma.

**7.14.4** Los artefactos de gas instalados en el interior de locales deben contar con ventilación hacia el exterior a través de dos aberturas, una inferior y otra superior que comuniquen con el exterior,

**7.14.4.1** Las aberturas podrán tener las siguientes alternativas:

a) Ventilación directa, que a su vez puede utilizarse los siguientes medios:

a.1) A través de un orificio (abertura) permanente, practicado en una pared, puerta o ventana, que de directamente al exterior. Las aberturas de ventilación de los locales se pueden proteger con rejillas fijas, debiendo ser la superficie libre resultante igual o superior a la mínima establecida en cada caso.

a.2) Mediante un ducto individual, que puede ser horizontal o vertical. En el ducto vertical, el sentido de circulación del aire debe ser siempre ascendente.

a.3) Mediante un ducto colectivo, la ventilación del local se debe realizar por circulación de aire ascendente y el ducto debe ser del tipo "shunt" invertido o similar.

b) Ventilación indirecta, se considera la efectuada a través de un local contiguo que no sea dormitorio ó baño que dispongan de ventilación directa, debiendo existir una abertura de comunicación entre los dos locales, con una superficie igual o mayor a la que corresponde según el numeral 7.14.5 de esta norma.

**7.14.5** La superficie libre de ventilación del local se calcula en función del consumo calorífico total de los aparatos a gas de circuito abierto instalados en el local:

a) Cuando la ventilación del local se realice a través de orificios (aberturas), éstas tendrán, tanto en el caso de ventilación directa como de ventilación indirecta, una superficie libre de al menos 2,5 cm<sup>2</sup>/kW, con un mínimo de 80 cm<sup>2</sup> para cada abertura.

b) Cuando la ventilación del local se efectúe mediante un ducto individual horizontal o colectivo vertical mayor a 3 m de longitud, la sección libre mínima se debe incrementar en un 50%. En cualquier caso, el total de los tramos horizontales no debe ser superior a 10 m.

c) La abertura de ventilación inferior debe estar ubicada con su lado inferior a una altura menor o igual a 15 cm con relación al suelo del local.

d) La abertura de ventilación superior debe estar ubicada con su lado inferior a una altura mayor o igual a 1,80 m del suelo y a una distancia menor o igual a 40 cm del techo.

**7.14.6** Una campana de extracción (con o sin extracción mecánica), la cual esté situada encima del aparato no conducido, de forma que su proyección horizontal cubra los quemadores total ó parcialmente, podrá ser considerada como abertura superior siempre y cuando cumplan como mínimo las áreas requeridas en esta sección.

## **7.15 Evacuación de los productos de la combustión de los aparatos conducidos**

**7.15.1** Para uso doméstico es obligatorio que todos los aparatos de gas tipo B y C dispongan de ductos de evacuación de productos de combustión hacia el exterior de la edificación.

**7.15.2** Todo aparato de circuito abierto conducido (tipo B) de tiro natural, debe incorporar un cortatiro a excepción de las chimeneas-hogar a gas o similares que no incorporen cortatiro.

**7.15.3** Los ductos de evacuación de productos de combustión deben ser de material incombustible, rígido, resistente a la corrosión y capaz de soportar temperaturas de trabajo de 200°C sin alterarse. Los ductos corrugados deben ser especificados para este servicio.

**7.15.4** Las uniones del collarin del artefacto con el ducto, las uniones entre los diferentes tramos y accesorios de éste y su conexión con la chimenea o shunt, se deben realizar mediante un sistema que asegure la estanqueidad del ducto.

*(Continúa)*

**7.15.5** El diámetro interior del ducto debe ser calculado ó el indicado por el fabricante del aparato, y no debe presentar estrechamientos ni reducciones.

**7.15.6** Para un aparato de circuito abierto conducido de tiro natural, el ducto debe ser lo mas corto posible y debe mantener una pendiente positiva (ascendente) en todos sus tramos, y en la parte superior del aparato debe disponer de un tramo vertical de al menos 20 cm de longitud, medidos entre la base del collarín (punto de conexión del ducto de evacuación con el aparato) y la unión con el primer codo.

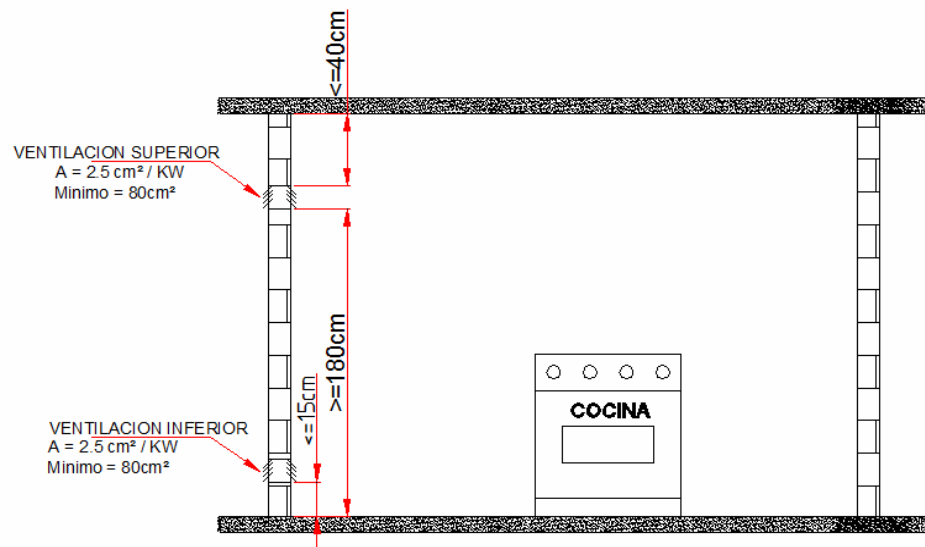
**7.15.7** De cualquier forma un aparato de circuito abierto conducido de tiro natural debe cumplir con los requisitos de los ensayos de funcionamiento especificados en la NTE INEN 2 124

**7.15.8** Un mismo ducto de evacuación vertical (chimenea, shunt o similar), no se puede utilizar a la vez para la evacuación de los productos de la combustión por tiro natural y por tiro forzado. Tampoco se debe conectar un extractor mecánico o una campana de cocina con extracción mecánica en la conexión del shunt.

**7.15.9** No se debe conectar los ductos de evacuación de aparatos a gas, a chimeneas que evacuen los productos de la combustión de combustibles líquidos o sólidos.

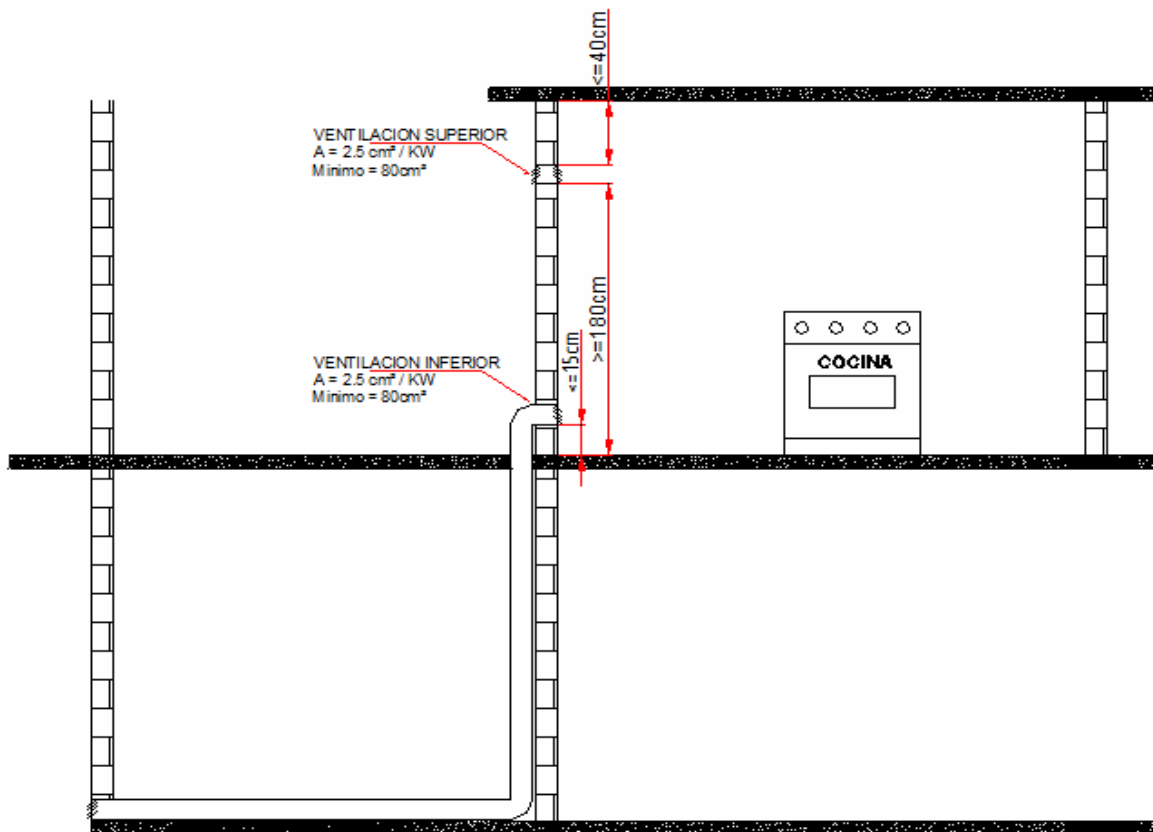
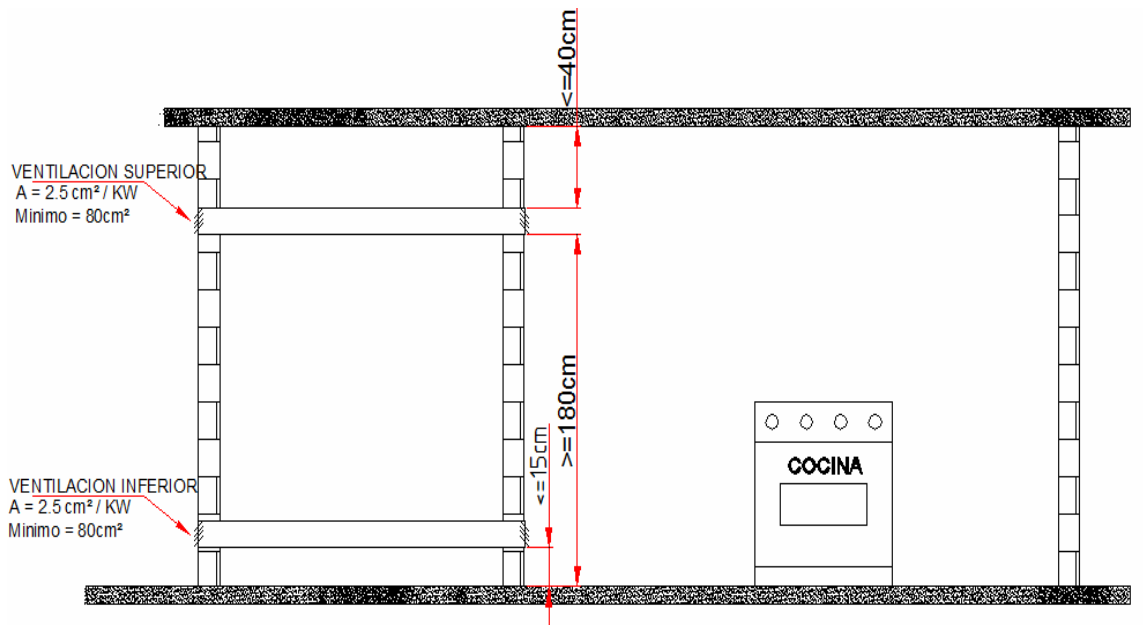
**7.15.10** Los ductos de evacuación de secadoras (tipo B de tiro forzado) deben ser los suministrados ó especificados por el fabricante y se deben instalar según lo especificado por el mismo.

**FIGURA 8. Ventilación Directa**

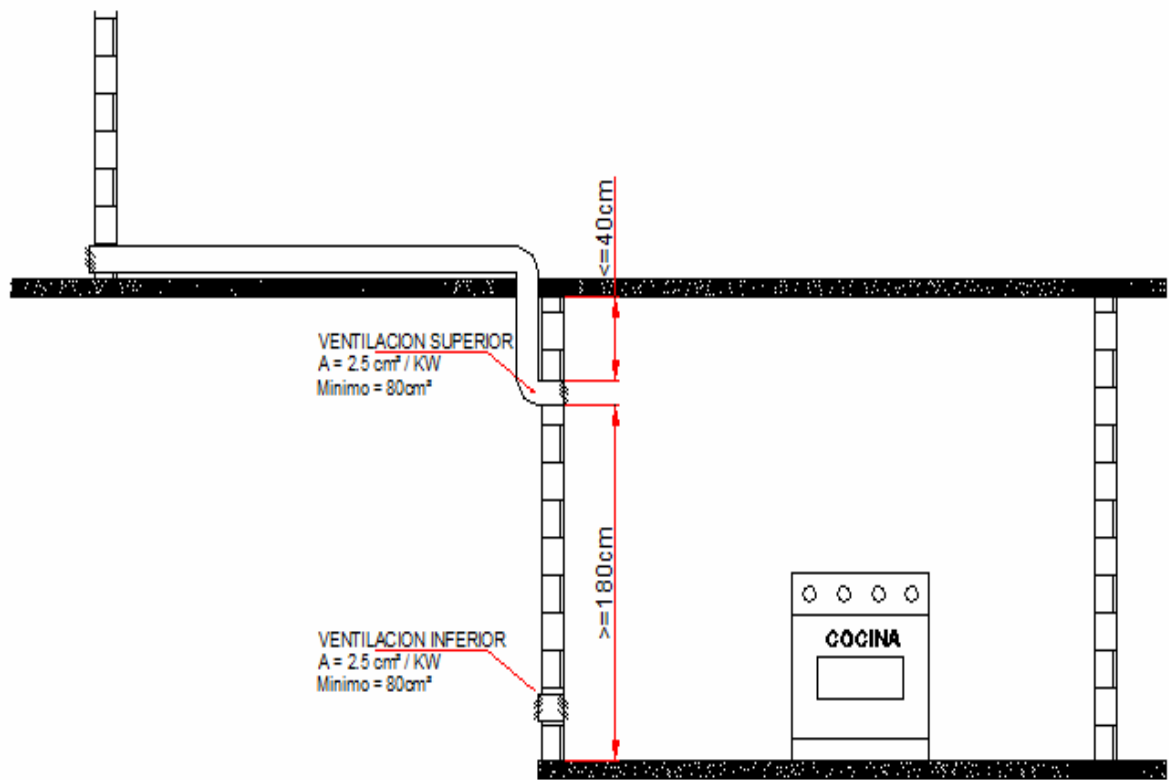


(Continúa)

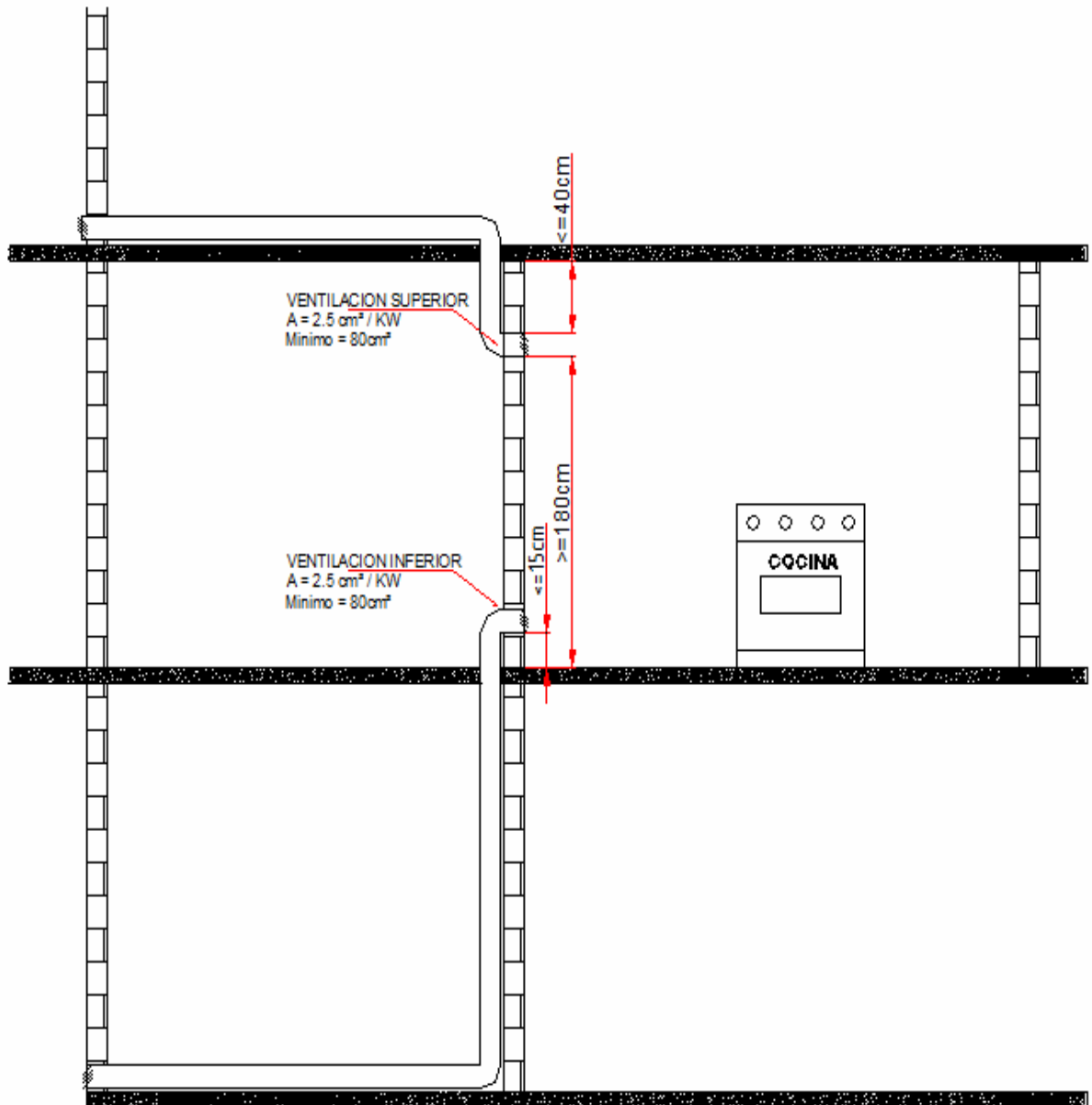
**FIGURA 9. Ventilación directa con ducto**



(Continúa)

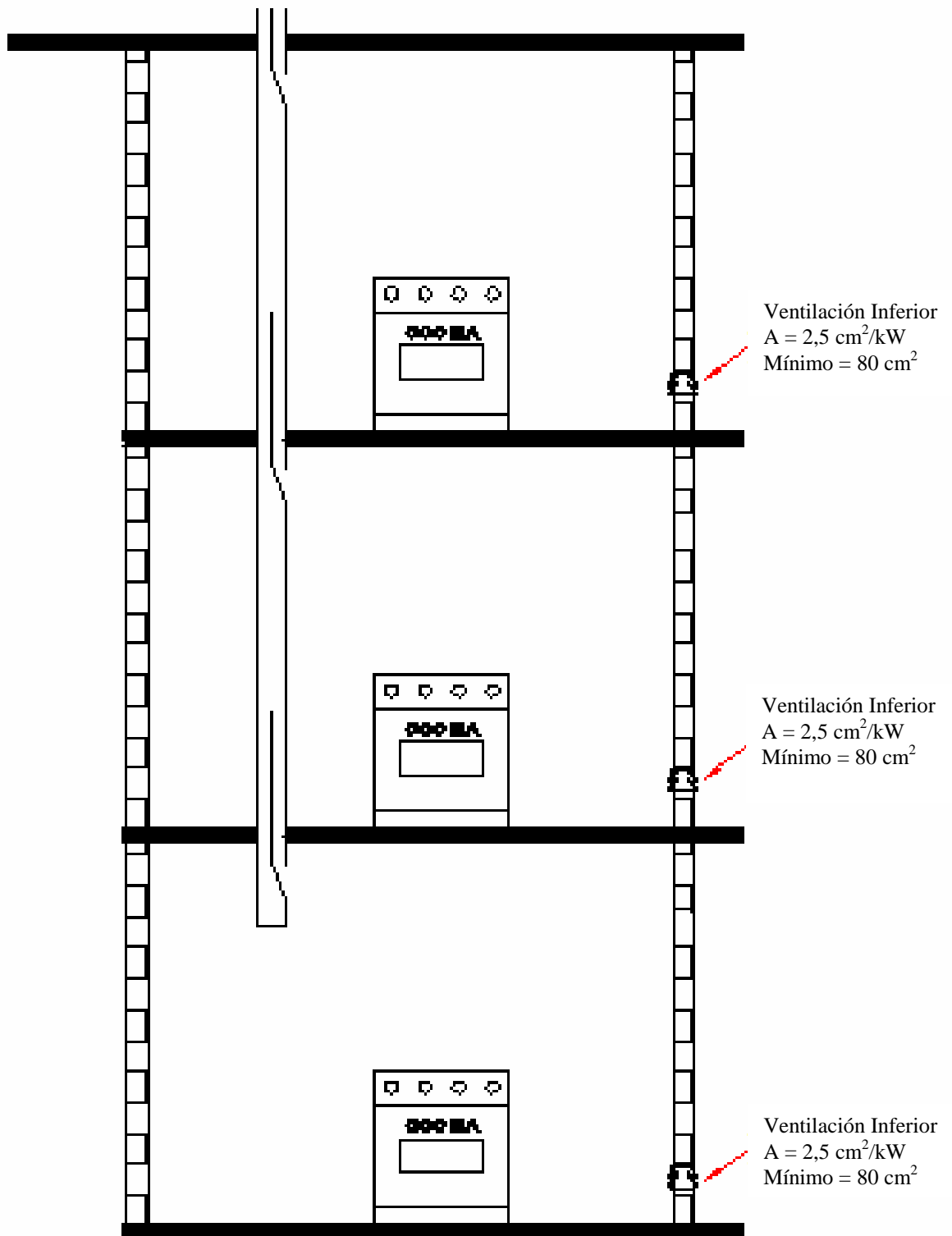


(Continúa)

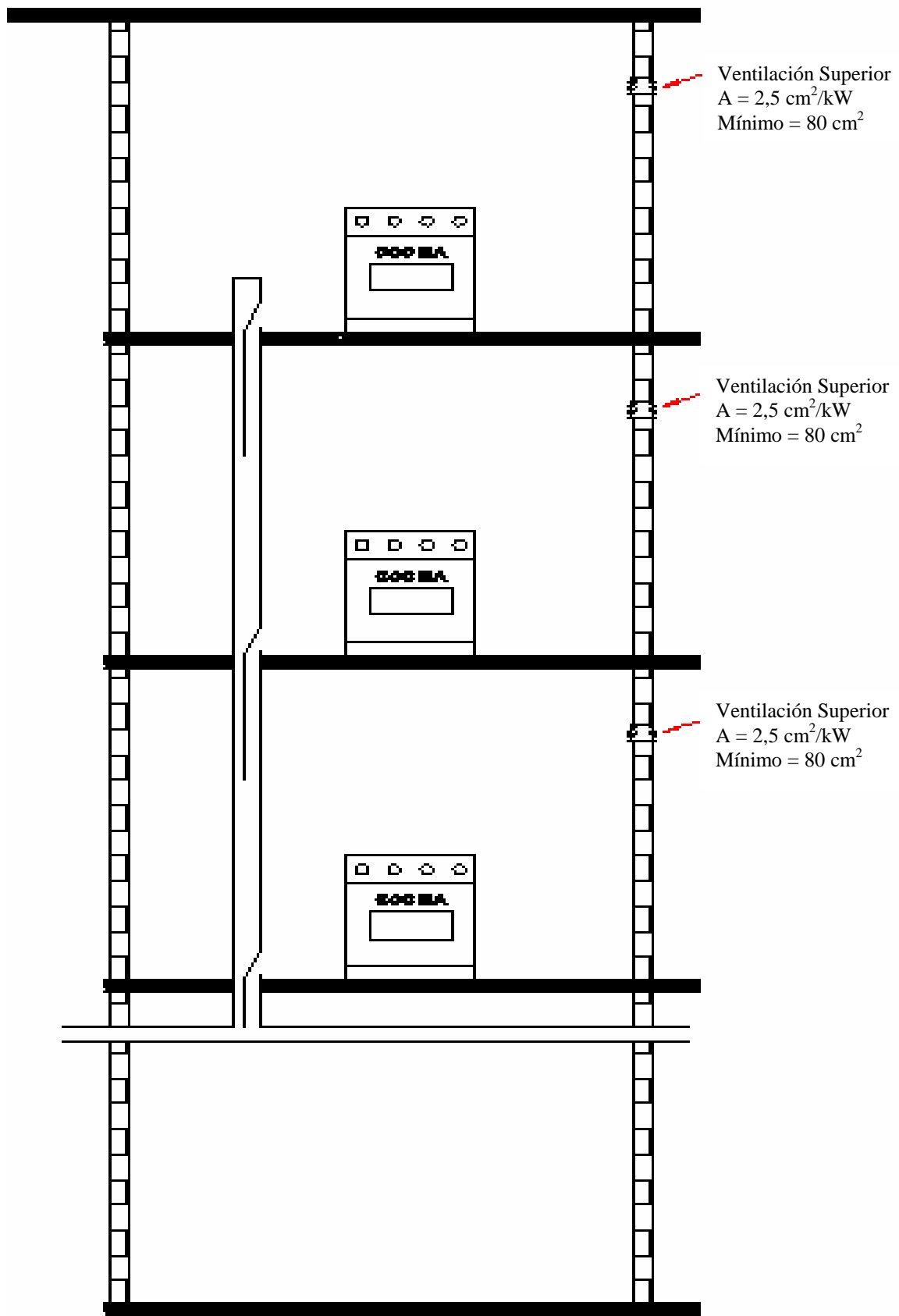


(Continúa)

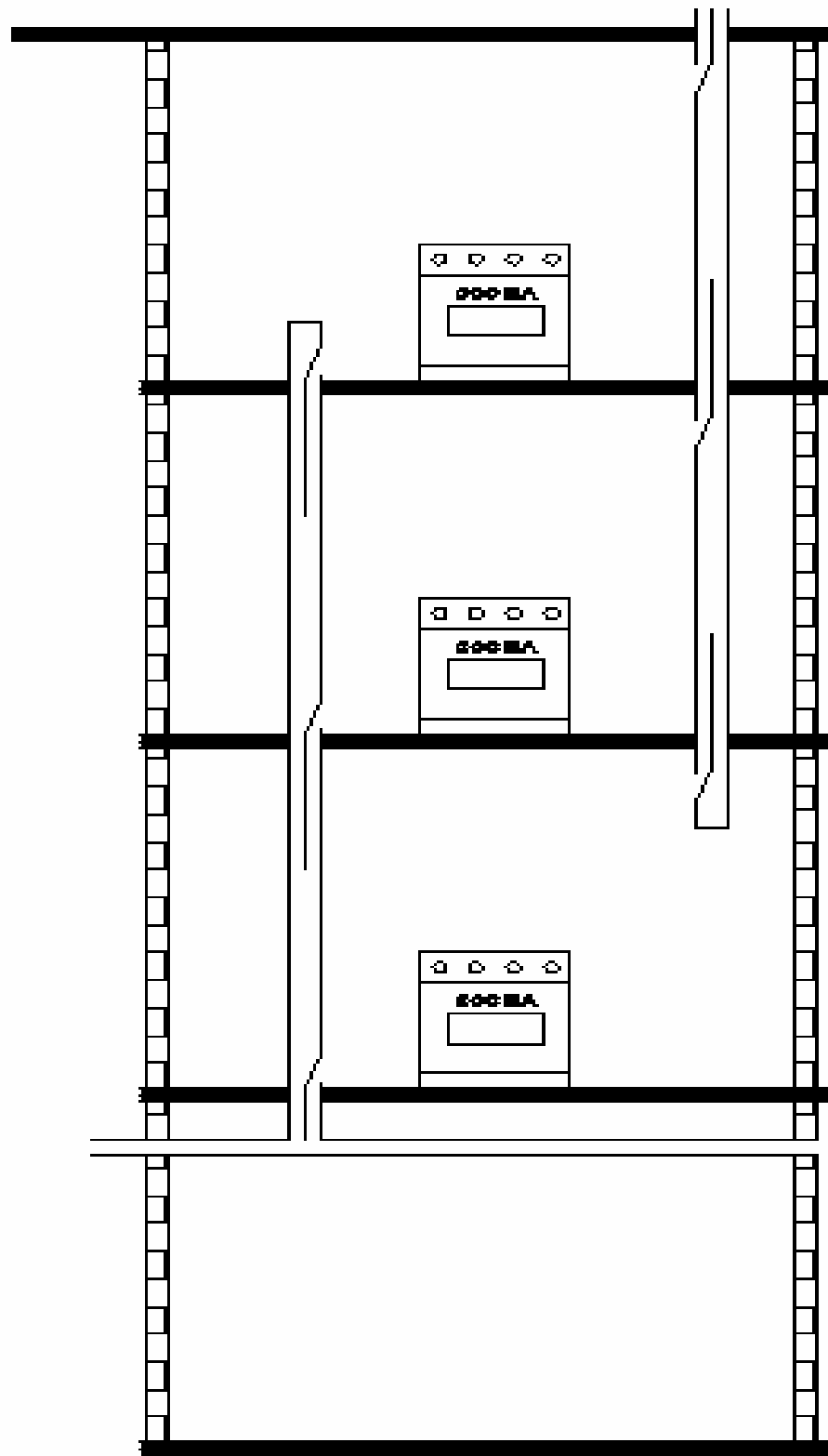
FIGURA 10. Ventilación con ducto colectivo tipo shunt

*(Continúa)*



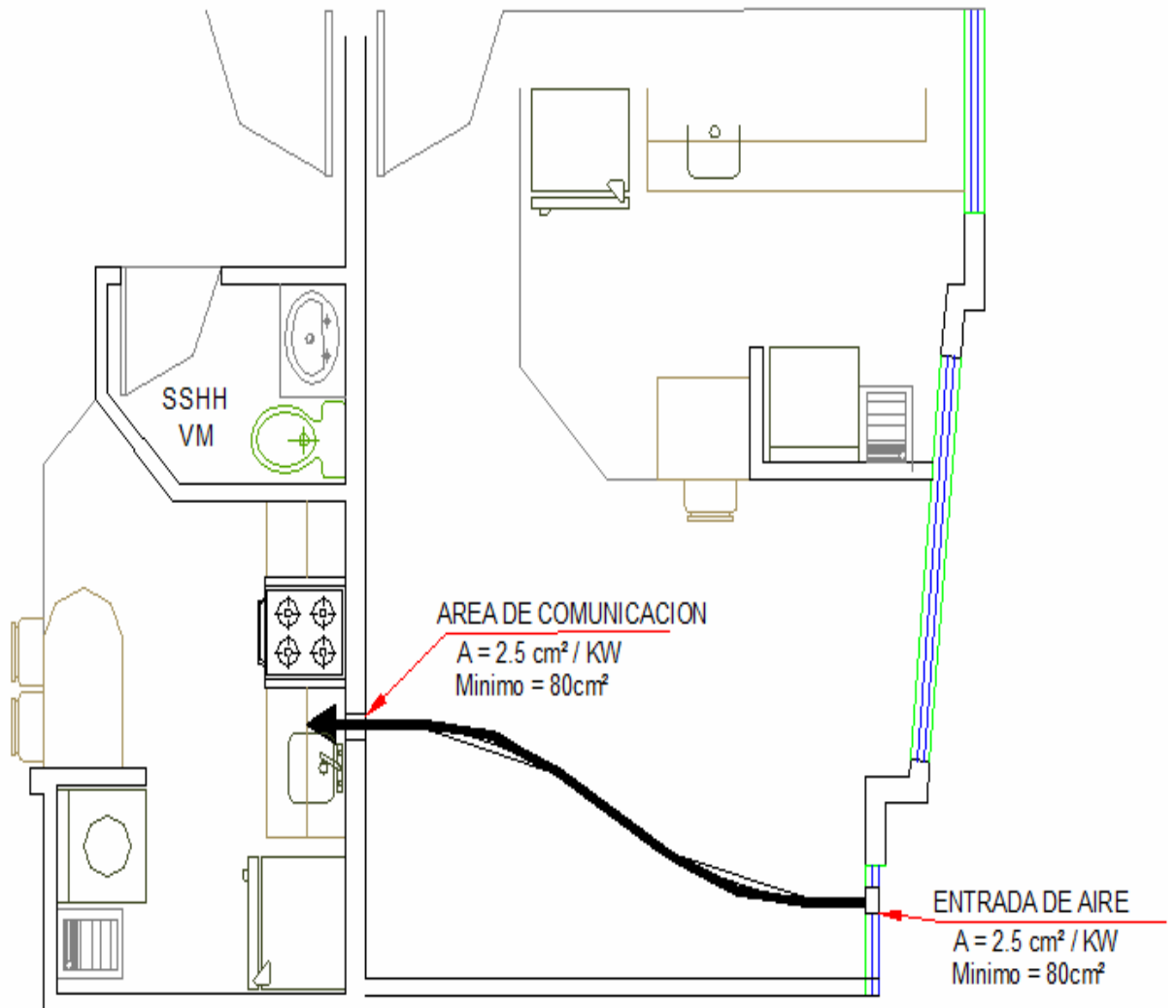


(Continúa)



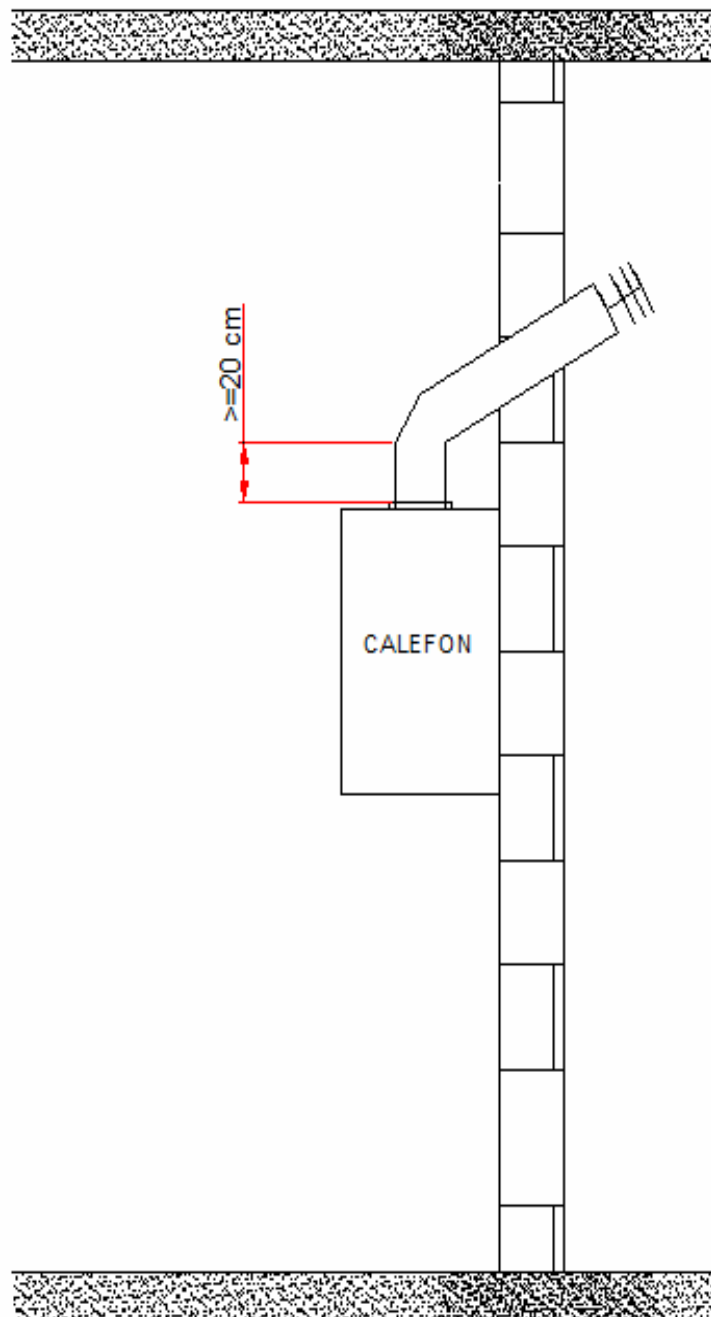
(Continúa)

FIGURA 11. Ventilación Indirecta

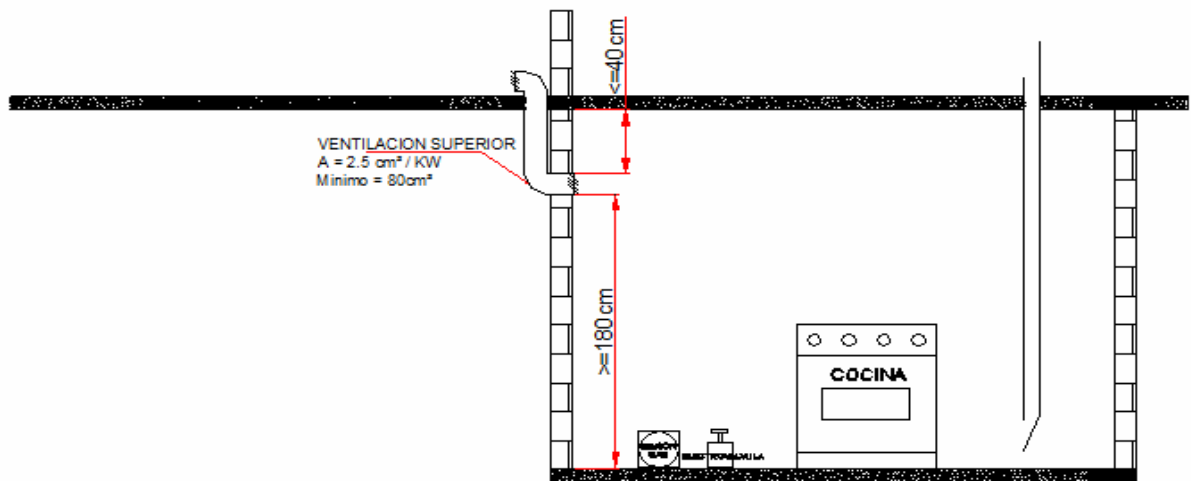


(Continúa)

FIGURA 12. Chimenea de evacuación de gases

*(Continúa)*

**FIGURA 13. Ventilación en sótanos o lugares cerrados con sensor de gas y dispositivo de corte automático**



**7.16 Verificación de los aparatos instalados.** El instalador debe verificar los aparatos consumidores de gas combustible, una vez que estén en condiciones de funcionamiento, en los siguientes aspectos:

- Se debe comprobar que las condiciones para asegurar la ventilación o la evacuación de los gases quemados sean satisfactorias.
- Cualquier intervención en los reguladores integrados a los aparatos, el ajuste de los inyectores y de los quemadores, en general y modificar la forma o dimensiones de cualquier pieza que influya sobre el rendimiento térmico del aparato, sólo deben ser ejecutadas por personal técnico calificado.

## 8. ENSAYOS Y VERIFICACIONES

**8.1** Previo al suministro de gas y antes de enterrar o embeber tuberías se deben llevar a cabo obligatoriamente las siguientes pruebas o ensayos:

**8.1.1** *Ensayo de estanqueidad.* Este ensayo se debe realizar en los conjuntos de tuberías fijas sometidas a una misma presión, cualesquiera que sean éstas, ya sean anteriores o posteriores al contador y con un manómetro de rango de presión suficiente y considerando los siguientes aspectos:

- Toda instalación, de acuerdo con lo que se indica en esta norma, se debe someter a una prueba de estanqueidad con resultado satisfactorio, antes de su puesta en servicio. No es necesario realizar la prueba de estanqueidad a los conjuntos de regulación y a los contadores.
- El resultado de la prueba de estanqueidad debe ser documentada.
- La prueba de estanqueidad se debe realizar con aire o gas inerte, pudiéndose efectuar por tramos o de forma completa a toda la instalación. Para la detección de fugas de los gases se debe utilizar agua jabonosa o detectores de fugas.
- La presión mínima de ensayo estará determinada por la presión de operación del tramo de instalación a prueba, según la tabla No.: 9.
- Antes de iniciar la prueba de estanqueidad se debe asegurar que estén cerradas las válvulas que delimitan la parte de la instalación a ensayar, así como que estén abiertas las válvulas intermedias.
- Una vez alcanzado el nivel de presión necesaria y transcurrido un tiempo no menor de 15 minutos para que se estabilice la temperatura, se debe realizar la primera lectura de la presión y empezar a contar el tiempo del ensayo.

(Continúa)

- g) Seguidamente se deben maniobrar las válvulas intermedias para verificar su estanqueidad con relación al exterior, tanto en la posición de abiertas como en la de cerradas.
- h) En el supuesto de que la prueba de estanqueidad no de resultado satisfactorio, se deben localizar las fugas utilizando agua jabonosa o un producto similar, y se debe repetir la prueba una vez eliminadas las mismas.

**TABLA No. 9**

<b>PRESION DE OPERACIÓN MOP (kPa)</b>	<b>PRESION DE PRUEBA (kPa)</b>	<b>TIEMPO DE PRUEBA (minutos)</b>
200 < MOP ≤ 500	> 1,50 x MOP	60
10 < MOP ≤ 200	> 1,75 x MOP	30
MOP ≤ 10	> 2,50 x MOP	15

- i) La comprobación de la estanqueidad en las uniones de los elementos que componen el conjunto de regulación y de las uniones de entrada y salida, tanto del regulador como de los contadores, se debe comprobar a la presión de operación correspondiente mediante detectores de gas, aplicación de agua jabonosa, u otro método similar.
- j) Las pruebas de presión de línea que conducen GLP líquido deben realizarse con aire, gas inerte o agua. La presión mínima de prueba de 2,24 MPa. Cuando la prueba se realiza con aire o gas inerte el tiempo será de 60 minutos, en el caso de agua debe ser de 120 minutos. Cuando la prueba se realice con agua la tubería debe ser barrida con aire para evacuar el agua.

## 9. PRUEBAS PREVIAS A PUESTA EN OPERACIÓN

**9.1** El Instalador y/o la empresa comercializadora de gas debe:

- a) Abrir las válvulas de acometida y purgar las instalaciones que van a quedar en servicio, que en el caso más general deben ser: la acometida interior, la instalación comunal y, si es el caso, las instalaciones individuales que sean objeto de la puesta en servicio.
- b) Comprobar que queden, según el caso, cerradas, bloqueadas, precintadas las válvulas y taponados los puntos de conexión de usuario de las instalaciones individuales que no sean objeto de puesta en servicio.
- c) Además deben comprobar que quedan cerradas, bloqueadas, precintadas las válvulas, taponados y señalizados los puntos de conexión de aquellos aparatos de gas pendientes de instalación o pendientes de poner en marcha.

## 10. INSPECCION

**10.1** La instalación para gas combustible debe ser inspeccionada, por la autoridad competente, de acuerdo con las especificaciones de esta norma y a la legislación vigente. Los ensayos deben estar registrados mediante acta.

**10.2** Cuando la instalación para gas combustible cumpla con todo lo establecido en esta norma y la legislación vigente, la autoridad competente debe emitir la autorización de operación correspondiente.

## 11. ROTULADO

**11.1** Toda instalación de gas combustible debe estar señalizada de acuerdo con esta norma y en las que se mencione el tipo de gas combustible con el que debe ser utilizado y colocado de tal manera que sea de fácil observación e identificación.

(Continúa)

**11.2** Las tuberías deben pintarse de acuerdo a lo especificado en la NTE INEN 440 para el gas específico, donde aplique.

**11.3** Las válvulas de aparato deben señalizarse con la siguiente leyenda: "Válvula de gas" y además colocar un diagrama de posición abierta y cerrada.

**11.4** Las conexiones taponadas de los artefactos de gas deben tener una advertencia que diga "Peligro salida de gas"

*(Continúa)*

## APÉNDICE Z

### Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 111:1998	<i>Cilindros de acero soldados para gas licuado de petróleo GLP. Requisitos e inspección</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 113:1997	<i>Planchas de acero al carbono para la fabricación de cilindros soldados para gas licuado de petróleo. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 116:1999	<i>Cilindros para GLP de uso Doméstico. Válvulas. Requisitos e Inspección.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 117:1995	<i>Roscas ASA para tuberías y accesorios. Especificaciones.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 128:1975	<i>Soldadura manual de tubos por arco eléctrico. Calificación de operarios soldadores.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 440:1984	<i>Colores de identificación de tuberías</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 675:1982	<i>Gas licuado de petróleo. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 124:1998	<i>Uso e instalación de calentadores de agua a gas de paso continuo y acumulativo.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 143:1997	<i>Cilindros de acero soldados para gas licuado de petróleo. Requisitos de fabricación.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 261:1999	<i>Tanques para gases a baja presión. Requisitos e inspección.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 310:2000	<i>Vehículos automotores. Funcionamiento de vehículos con GLP. Equipos para carburación dual GLP/gasolina o solo GLP en motores de combustión interna.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 333:1999	<i>Instaladores y empresas instaladoras de gas combustible en edificaciones de uso residencial, comercial o industrial. Requisitos.</i>
Norma técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 489.	<i>Gas Natural. Requisitos.</i>
Norma técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 493.	<i>Gasoductos. Transporte de gas natural por medio de ductos. Requisitos.</i>
Norma técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 494.	<i>Gasoductos. Sistema de distribución de gases combustibles por medio de ductos. Requisitos.</i>
Norma Internacional ISO 7/1:1994	<i>Pipe threads where pressure-tight joints are made on the threads. Part 1</i>
Norma Internacional ISO 65:1981	<i>Carbon steel tubes suitable for screwing in accordance with ISO 7/1</i>
Norma Internacional ISO 228/1:1994	<i>Pipe threads where pressure-tight joints are made on the threads. Part 1</i>
Norma Internacional ISO 1640:1974	<i>Wrought copper and copper alloys – Round tubes for general purposes – Mechanical properties.</i>
Norma Internacional ISO 4437:2007	<i>Buried polyethylene (PE) pipes for the supply of gaseous fuels - Metric series - Specifications.</i>
Norma Internacional ISO 17484-1:2006	<i>Plastics piping systems-Multilayer pipe systems for indoor gas installations with a maximum operating pressure up to and including 500 kPa (5bar).Part. 1: Specifications for systems.</i>
ANSI/AGA-LC-1:1991	<i>Interior Fuel Gas Piping Systems Using Stainless Steel Tubing (includes supplements ANSI/AGA-LC-1a-1993 and ANSI/AGA-LC-1b-1994).</i>
ANSI/ASME B 16.5:2003	<i>Pipe flanges and flanged fittings NPS ½ trough NPS 24 metric/inch standard.</i>
ANSI/ASME B1.20.1:1983	<i>Pipe threads. General purpose (inch).</i>
ANSI Z 21-80:2003/CSA 6.22-2003	<i>Line Pressure Regulators. Second edition</i>
ASME Sección VIII División 1 y 2:2007	<i>Boiler and Pressure Vessel Code.</i>
ASME Sección IX: 2007	<i>Boiler and Pressure Vessel Code.</i>

(Continúa)



ASTM A53-A53M: 2004	<i>Specification for pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc - coated welded and seamless.</i>
ASTM B 88M:2003	<i>Specification for Seamless Copper Water tube (metric).</i>
ASTM A 240M:2001	<i>Specification for Heat-Resisting Chromium and Chromium- Nickel Stainless Steel Plate, Sheet, and Strip for Pressure vessels.</i>
ASTM A 312M:2001	<i>Standard Specification for Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Pipes</i>
ASTM D 2513:2004a	<i>Specification for Thermoplastic Gas Pressure Pipe Tubing and Fittings.</i>
ASTM D 2657:2003	<i>Practice for Heat Fusion Joining of Polyolefin Pipe and Fittings.</i>
ASTM D 2683:2004	<i>Specification for Socket. Type Polyethylene Fittings for Outside Diameter – Controlled Polyethylene Pipe and Tubing.</i>
ASTM D 3261-93	<i>Specification for Butt Heat Fusion Polyethylene (PE) Plastic Fittings for polyethylene (PE) Plastic Pipe and Tubing. Polyethylene (PE) Plastic Pipe and Tubing.</i>
ASTM F 1055: 1998	<i>Specification for Electrofusión Type Polyethylene Fittings for Outside Diameter Controlled Polyethylene Pipe and Tubing.</i>
AWS A5.8	<i>Specification for Filler Metals for Brazing and Braze Welding.</i>
AS 4176: 1994	<i>Polyethylene/aluminium and cross-linked polyethylene/aluminium macro-composite pipe systems for pressure applications.</i>
CGA 510 (POL) CGA V-A	<i>Compressed Gas Association. Standard for Compressed Gas Cylinder Valve Outlet and Inlet Connections.</i>
DIN N 682:2006	<i>Elastomeric seals. Material requirements for seals used in pipes and fittings carrying gas and hydrocarbon fluids.</i>
DVGW VP 614:2005	<i>Conexiones inseparables para ductos metálicos de gas: Conectores prensados.</i>
JIS G 3448:2004	<i>Light gauge stainless steel tubes for ordinary piping.</i>
OIML R31:1995	<i>Diaphragm gas meter.</i>
OIML R32:1989	<i>Rotary piston gas meter and turbine gas meter.</i>
UNE 19-049-1:1984	<i>Tubos de acero inoxidable para instalaciones de agua fría y caliente</i>
UNE EN 549:1996	<i>Materiales de caucho para juntas y membranas destinadas a aparatos y equipos que utilizan combustible gaseoso.</i>
UNE EN 1092-1:2002	<i>Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1. Bridas de acero</i>
CFR Código of federal regulations.	<i>Title 49 parts 100-185-Chapter 1:03. Diseño bajo las especificaciones DOT 4BA y DOT 4BW. Gasoductos. Presiones de operación permisibles para el transporte, distribución y suministro de gases combustibles.</i>
ICONTEC NTC 3838: 2007	<i>Gasoductos. Presiones de operación permisibles para el transporte, distribución y suministro de gases combustibles.</i>
ISO/FDIS 23551-2:2005(E)	<i>Safety and control devices for gas burners and gas burning appliances. Particular requirements- Part 2: Pressure Regulators.</i>

(Continúa)

ANSI Z21.18: 2000 CSA 6.3: 2000 (reaffirmed 2006) *Gas appliance pressure regulators.*  
EN 88-1: 2007 *Pressure regulators and associated safety devices for gas appliances-Part 1: Pressure regulators for inlet pressures up to and including 500 mbar.*

ICONTEC NTC 3293. *Aparatos mecánicos. Reguladores internos de presión para equipos que funcionan a gas.*

## Z.2 BASES DE ESTUDIO

NFPA 58 *Liquefied petroleum gas code, 2004.*

CN-1:94 *Reglamento de instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales. España.*

Real decreto 1853, de España, de 1993-10-22. *"Reglamento de instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales".*

Orden, de España, de 1986-01-29. *"Reglamento sobre instalaciones de almacenamiento de gases licuados de petróleo, (GLP), en depósitos fijos para instalaciones receptoras".*

(Continúa)

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

**Documento:** NTE INEN 2 260 Segunda revisión  
**TÍTULO:** INSTALACIONES DE GASES COMBUSTIBLES PARA USO RESIDENCIAL, COMERCIAL E INDUSTRIAL. REQUISITOS.  
**Código:** PE 04.08-402

<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:	<b>REVISIÓN:</b> Fecha de aprobación anterior del Directorio 2008-07-23 Oficialización con el Carácter de Voluntaria por Resolución No. 102-2008 de 2008-07-24 publicado en el Registro Oficial No. 403 de 2008-08-14  Fecha de iniciación del estudio: 2008-09-04
--	--

Fechas de consulta pública: de \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_

Subcomité Técnico: **Instalaciones para gas combustible en edificaciones de uso residencial, comercial e industrial**

Fecha de iniciación: 2008-09-04

Fecha de aprobación: 2008-11-10

Integrantes del Subcomité Técnico:

### NOMBRES

### INSTITUCIÓN REPRESENTADA

Ing. Carlos Ayala (Presidente)

Dr. Fabián Urbina

Ing. Mauricio Revelo

Ing. Aníbal Díaz

Ing. Andrés Villamar

Ing. Michael Hoffman

Ing. Alex Fiallos

Ing. César Álvarez

Ing. Dennys Segura

Ing. José Villao

Arq. Humberto Taípe

Ing. Mario Rosero

Ing. Víctor Erazo

Ing. César Jara

Arq. Milton Sánchez (Secretario Técnico)

INCOAYAM

AGIPECUADOR SA

INGESEV-NOVAGASOIL

AGIPECUADOR SA.

DIRECCION NACIONAL DE

HIDROCARBUROS, DNH

BPZ ENERGY ECUADOR

PETROCOMERCIAL

PETROCOMERCIAL

DIRECCIÓN NACIONAL DE

HIDROCARBUROS, DNH ESPOL

CUERPO DE BOMBEROS-D.M. QUITO

CUERPO DE BOMBEROS-D.M. QUITO

CUERPO DE BOMBEROS-D.M. QUITO

INEN

INEN

Otros trámites: Esta NTE INEN 2 260:2010 (Segunda Revisión), reemplaza a la NTE INEN 2 260:2008 (Primera Revisión)

El Directorio del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 2009-10-30

Oficializada como: Voluntaria

Por Resolución No. 114-2009 de 2009-12-14

Registro Oficial No. 111 de 2010-01-19

---

**Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre  
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815**

**Dirección General: E-Mail: [furresta@inen.gov.ec](mailto:furresta@inen.gov.ec)**

**Área Técnica de Normalización: E-Mail: [normalizacion@inen.gov.ec](mailto:normalizacion@inen.gov.ec)**

**Área Técnica de Certificación: E-Mail: [certificacion@inen.gov.ec](mailto:certificacion@inen.gov.ec)**

**Área Técnica de Verificación: E-Mail: [verificacion@inen.gov.ec](mailto:verificacion@inen.gov.ec)**

**Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: [inencati@inen.gov.ec](mailto:inencati@inen.gov.ec)**

**Regional Guayas: E-Mail: [inenguayas@inen.gov.ec](mailto:inenguayas@inen.gov.ec)**

**Regional Azuay: E-Mail: [inencuenca@inen.gov.ec](mailto:inencuenca@inen.gov.ec)**

**Regional Chimborazo: E-Mail: [inenriobamba@inen.gov.ec](mailto:inenriobamba@inen.gov.ec)**

**URL: [www.inen.gov.ec](http://www.inen.gov.ec)**



# INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

**FE DE ERRATAS**  
**(2007-05-08)**

---

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 2261:2007**

---

---

## **TANQUES PARA GASES A BAJA PRESIÓN. REQUISITOS E INSPECCIÓN.**

### **Primera Edición**

TANKS FOR LOW PRESION GAS SPECIFICATION AND INSPECTION.

First Edition

En la página 1. Numeral 2.1

Dice:

Esta norma se aplica a los tanques fijos o móviles que almacenen o transporten gas de hasta 7 MPa de presión y mayores a 0,11 m<sup>3</sup> de capacidad.

Debe decir:

Esta norma se aplica a los tanques fijos o móviles que almacenen o transporten gas de hasta 1,73 MPa de presión y mayores a 0,11 m<sup>3</sup> de capacidad.

---

DESCRIPTORES: Tanques, tanques estacionamientos, recipientes para gas, baja presión, requisitos, inspección.

MC 07.03-402

CDU: 629.253

CIU: 3819

ICS: 23.020.10



# INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

---

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 2261:2001**

---

---

## **TANQUES PARA GASES A BAJA PRESIÓN. REQUISITOS E INSPECCIÓN.**

**Primera Edición**

TANKS FOR LOW PRESIÓN GAS SPECIFICATION AND INSPECTION.

First Edition

---

DESCRIPTORES: Tanques, tanques estacionamientos, recipientes para gas, baja presión, requisitos, inspección.  
MC 07.03-402  
CDU: 629.253  
CIU: 3819  
ICS: 23.020.10

<b>Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria</b>	<b>TANQUES PARA GASES A BAJA PRESIÓN. REQUISITOS E INSPECCIÓN.</b>	<b>NTE INEN 2 261:2001 2001-11</b>
--	--	--

### 1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos para el cálculo, diseño, fabricación, ensayo e inspección de tanques de acero soldados, estacionarios o móviles, para almacenamiento o transporte de gases a baja presión.

1.2 Establece también, los requisitos mínimos de los accesorios que deben tener para control y seguridad.

### 2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica a los tanques fijos o móviles que almacenen o transporten gas de hasta 1,73 MPa de presión y mayores a 0,11 m<sup>3</sup> de capacidad.

### 3. DEFINICIONES

3.1 Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

3.1.1 *Autoridad de control.* El o los organismos autorizados para aceptar o rechazar los tanques destinados al uso en el país, en función del cumplimiento de requisitos y ensayos realizados de acuerdo a esta norma.

3.1.2 *Capacidad del tanque.* Volumen máximo de agua que puede contener el tanque, en m<sup>3</sup>.

3.1.3 *Conexión a tierra.* Instalación que permita descargar a tierra la electricidad estática acumulada o producida en el tanque, sin emitir arco o chispa.

3.1.4 *Diámetro exterior.* Diámetro exterior de la sección circular del tanque, excluyendo los cordones de soldadura.

3.1.5 *Diámetro interior del tanque.* Mayor diámetro interior medido o calculado de la sección circular.

3.1.6 *Gas licuado.* Gas que mediante presión se encuentra en estado líquido.

3.1.7 *Inspección visual.* Aquella que se realiza a la parte interior y exterior del tanque y sus accesorios, para determinar la presencia de defectos en sus diferentes partes constitutivas.

3.1.8 *Inspección por lotes.* Aquella que se realiza a un lote de tanques fabricados en las mismas condiciones de diseño.

3.1.9 *Lote.* Conjunto de tanques de la misma geometría y capacidad nominal, fabricados bajo las mismas condiciones de producción.

3.1.10 *Tamaño de la muestra.* Conjunto de tanques provenientes de un lote del que se extraerán las muestras para la inspección que determinaran su aceptación o rechazo.

3.1.11 *Presión de diseño.* Es función de la máxima presión de servicio.

3.1.12 *Presión máxima de servicio.* Es aquella presión manométrica desarrollada por el gas a la máxima temperatura de servicio.

(Continúa)

DESCRIPTORES: Tanques, tanques estacionamientos, recipientes para gas, baja presión, requisitos e inspección.

**3.1.13 Presión de ensayo.** Presión hidrostática o neumática a la cual debe ser sometido el tanque a fin de comprobar su integridad estructural.

**3.1.14 Presión de servicio.** Es la presión desarrollada por el gas a la temperatura de servicio.

**3.1.15 Probeta.** Es una muestra del material utilizado para la construcción del tanque y preparado para los ensayos mecánicos correspondientes.

**3.1.16 Remolque cisterna.** Vehículo provisto de un tanque montado permanentemente, cuyo peso total descansa sobre ruedas propias, sin que tenga medios propulsores autónomos.

**3.1.17 Semi remolque cisterna.** Vehículo provisto de un tanque montado permanentemente, cuyo peso descansa parcialmente, sobre sus propias ruedas y parcialmente sobre el vehículo tractor.

**3.1.18 Soldadura principal.** Aquella que sirve para unir las partes del tanque sometidas a la presión del gas.

**3.1.19 Soldadura secundaria.** Aquella que sirve para unir al tanque los diferentes accesorios que no están sometidos a la presión del gas.

**3.1.20 Tanque.** Recipiente para almacenar gases a baja presión.

**3.1.21 Tanque fijo o estacionario.** Tanque que ha sido diseñado, construido para ser instalado en forma fija e inamovible.

**3.1.22 Tanque móvil.** Tanque que ha sido diseñado y construido para ser instalado en un vehículo.

**3.1.23 Unidad de muestreo.** El o los tanques tomado al azar del lote, destinado a los ensayos correspondientes.

**3.1.24 Vehículo cisterna (tanquero).** Vehículo que tiene el tanque montado permanentemente y con medio propulsor propio.

#### 4. CLASIFICACIÓN

4.1 Los tanques para gases a baja presión se clasifican en :

4.1.1 Estacionario o fijo

4.1.2 Móvil

4.1.2.1 Vehículo cisterna

4.1.2.2 Semiremolque cisterna

4.1.2.3 Remolque cisterna

#### 5. DISPOSICIONES GENERALES

5.1 Los tanques para almacenar y transportar gases a baja presión, que se fabriquen modifiquen o reparen, deben ser diseñados, construidos y ensayados, de acuerdo con esta norma. **¡Error! Marcador no definido.**

(Continúa)



**5.2** Para el caso de tanques móviles, la iluminación permitida para el vehículo es la proveniente del sistema eléctrico normal, de acuerdo a la NTE INEN 1 155 .

**5.3** En los tanques es obligatorio el accesorio para la instalación de la “Conexión a tierra” .

## **6. DISPOSICIONES ESPECIFICAS**

**6.1** Los tanques fijos y móviles que van a contener GLP, a más de los requisitos establecidos en esta norma, deben cumplir con lo especificado en la norma NFPA 58 (Capítulo 8) .

**6.2** La inspección de los lotes de tanques debe realizarse de acuerdo al numeral 8.2.

**6.3 Pintura y señalización.** Los tanque para GLP deben pintarse del color blanco de acuerdo a lo especificado en la NTE INEN 440 y tendrá las siguientes señales:

- a) Capacidad del tanque, en m<sup>3</sup>.
- b) Cantidad máxima permitida, en kg .
- c) Señales de seguridad, mediante la simbología especificada en NTE INEN 439, con la leyenda “CUIDADO, PELIGRO DE FUEGO ” y “GAS INFLAMABLE ”
- d) Otras señales requeridas por reglamentos, leyes o normas vigentes, relacionadas con el tema.

## **7. REQUISITOS**

### **7.1 Requisitos específicos**

#### **7.1.1 Materiales**

**7.1.1.1 Tanque y accesorios.** Hasta que se emitan las normas técnicas ecuatorianas respectivas, el material para la construcción del tanque, para gases a baja presión y sus accesorios, válvulas y tuberías deben estar de acuerdo con las especificaciones químicas y mecánicas, establecidas en el Código ASME, Sección VIII , División 1 ó 2 .

**7.1.1.2 Pintura.** Los tanque deben pintarse del color de identificación del gas que va a contener y de acuerdo a lo especificado en la NTE INEN 440 y previamente debe ser limpiado ya sea mecánicamente o químicamente de acuerdo a lo especificado por el fabricante. Los tanques deben tener protección anticorrosiva de acuerdo al uso y al medio en que va a permanecer.

#### **7.1.2 Diseño**

**7.1.2.1 Tanque fijo.** El cálculo, diseño, características dimensionales, químicas y mecánicas del acero para la construcción de los tanques para gases a baja presión, se deben determinar de conformidad con lo especificado en el Código ASME , Sección VIII, División 1 o 2, en las normas específicas de los accesorios, válvulas y tuberías utilizados, y los que se indican a continuación:

- a) La presión de diseño no debe ser inferior a la presión de vapor para el gas específico que va ha contener, considerando una temperatura no menor a 50 °C.
- b) Los tanques deben diseñarse para ser auto-soportantes, sin requerir de cables tensores o soportes adicionales, y deben satisfacer los criterios de diseño para nuestro país, tomando en cuenta los esfuerzos que provengan del viento, fuerzas de origen sísmico y cargas hidrostáticas, (ver Código Ecuatoriano de la Construcción).

(Continúa)

- c) Debe estar apoyado sobre soportes fijos al tanque que permitan el anclaje o sujeción a la estructura donde va a permanecer.

**7.1.2.2 Tanque móvil.** Además de lo establecido en 7.1.2.1, en lo que compete, el diseño del tanque cisterna para vehículo, semiremolque o remolque, debe tomar en cuenta las relaciones estructurales entre el tanque, las estructuras soportantes y los elementos de propulsión y movimiento del vehículo. Debe cumplir con todas las regulaciones vigentes en el país referentes a dimensiones, cargas máximas, número de ejes, elementos de protección y seguridad.

### **7.1.3 Construcción**

**7.1.3.1** Los tanques fijos y móviles para gases a baja presión deben ser construidos conforme a lo establecido en el Código ASME Sección VIII, División 1 o 2 y Normas Técnicas Ecuatorianas, NTE INEN según el caso.

**7.1.3.2** Los tanques fijos y móviles deben estar provistos de aberturas para drenaje y todas las aberturas, no destinadas a válvulas de seguridad, conexiones de carga, descarga, indicadores de nivel o de temperatura, deben equiparse con válvula de flujo interna en combinación con válvula de cierre y tapón.

### **7.1.4 Accesorios**

**7.1.4.1** Las válvulas, tuberías, accesorios y conectores flexibles, tanto para tanques fijos como móviles, deben ser seleccionados y apropiados para el uso con el gas contenido y soportar las presiones correspondientes.

**7.1.4.2** Los dispositivos de alivio de presión, válvulas de cierre, válvulas antiretorno, válvulas de exceso de flujo, medidores de nivel y dispositivos para evitar el sobrellenado, utilizados individualmente o en combinaciones compatibles, deben cumplir con lo siguiente:

a) Para orificios de extracción de vapor y líquido

- a.1) Una válvula de cierre, ubicada tan cerca del tanque como sea posible, en combinación con una válvula de exceso de flujo instalada en el tanque.

b) Para orificios de entrada de vapor y líquido

- b.1) Una válvula de cierre ubicada tan cerca del tanque como sea posible, en combinación, ya sea con una válvula antiretorno o con una válvula de exceso de flujo instalada en el tanque.

c) Válvulas de seguridad

- c.1) Las válvulas de seguridad deben ser de tipo de resorte calibrado y que empiecen a descargar cuando la presión de operación alcance los límites 88 % mínimo y 100 % máximo, del valor de la presión de diseño del tanque y se deben seleccionar de acuerdo a la superficie externa del mismo.

- c.2) Las cubiertas o tapas de protección deben mantenerse en su lugar, excepto cuando la válvula funciona, y debe permitir entonces la operación a total capacidad de la válvula.

- c.3) Cada válvula de seguridad debe llevar la siguiente información:

- c.3.1) La presión en MPa (psi) a la cual está ajustada para descarga.  
c.3.2) El caudal real de descarga en m<sup>3</sup>/min. de aire a 15,5 °C (scfm).  
c.3.3) El nombre del fabricante y número de serie.  
c.3.4) Estampe de un organismo certificador o norma de fabricación.

(Continúa)

**7.1.4.3** Otros accesorios requeridos para tanques desde 7 m<sup>3</sup> de capacidad de agua:

- a) Medidor fijo del nivel del líquido.
- b) Medidor flotante, medidor rotativo, medidor de tubo deslizante o una combinación de estos.
- c) Manómetro diseñado para 20 % sobre la presión de diseño medida en MPa (psi) y debe estar instalado inmediatamente después de una válvula de exceso de flujo y válvula de cierre o una multiválvula y montado en la zona de la fase de vapor.
- d) Indicador de temperatura para fase líquida en °C .

**7.1.4.4** Todas las válvulas y elementos de control deben ser certificados por el INEN o por un organismo reconocido por el INEN.

**7.1.4.5** Los accesorios y elementos de control, montados por el constructor, en el vehículo cisterna, debe fijarse a soportes y bases en forma segura y estable, incluidas las conexiones de las tuberías y demás accesorios requeridos por el gas a ser contenido y por las recomendaciones del fabricante del elemento de control , tomando en cuenta los esfuerzos adicionales de vibración y fatiga mecánica causada por el vehículo en movimiento.

**7.1.5 Tuberías.** Las tuberías utilizadas en tanques fijos y móviles deben ser construidas de acero al carbono o inoxidable, deben cumplir con los requisitos y ensayos establecidos en la NTE INEN correspondiente al gas que va a contener o la internacionalmente aceptada.

#### **7.1.6 Indicadores de nivel**

**7.1.6.1** Los vehículos cisterna deben estar equipados con indicadores de nivel, uno de los cuales debe ser obligadamente una sonda . Los indicadores utilizados en tanques de 10 m<sup>3</sup> o más, debe localizarse según el Anexo F.

## **7.2 Requisitos complementarios**

**7.2.1** Instalación de válvulas de seguridad en tanques fijos y móviles.

**7.2.1.1** No deben colocarse válvulas de cierre entre el tanque y la válvula de seguridad.

**7.2.1.2** Las válvulas de seguridad deben estar localizadas e instaladas de manera que tengan comunicación directa con el espacio ocupado por el vapor en el interior del tanque.

**7.2.1.3** Las válvulas de seguridad deben instalarse de manera que el gas liberado sea expulsado sin interrupciones lejos del recipiente, hacia la atmósfera.

**7.2.2** Los accesorios deben protegerse contra agentes atmosféricos y otros externos (golpes, rozamientos, impactos, etc.).

**7.2.2.1** Los accesorios del tanque, tuberías y equipos del vehículo cisterna, deben protegerse contra daños físicos químicos, atmosféricos y eléctricos.

**7.2.3** Las aberturas para descarga del gas deben estar equipadas con válvulas de cierre internas, que deben permanecer cerradas, excepto durante operaciones de trasvase del líquido.

#### **7.2.4 Señalización**

**7.2.4.1** Las señales requeridas en todos los tanques son las siguientes:

- a) Capacidad del tanque, en m<sup>3</sup>.
- b) Cantidad máxima permitida del gas para el que fue construido, en kg .
- c) Señales de seguridad mediante los símbolos gráficos normalizados indicados en la NTE INEN 439.

(Continúa)

- d) Señales de seguridad auxiliares mediante el texto recomendado según el caso tales como "PELIGRO NO FUMAR" "PROHIBIDO FUMAR" "NO HACER FUEGO, COMBUSTIBLES" "PELIGRO, INFLAMABLE" "PELIGRO, GAS INFLAMABLE", "PELIGRO, GAS VENENOSO" "PELIGRO, GAS TÓXICO ", ETC.
- e) Señales de identificación como "LÍNEA DE VAPOR", "LÍNEA DE LIQUIDO", ETC.
- f) Tipo de gas.
- g) Otras señales requeridas por otros reglamentos, leyes o normas vigentes, relacionadas con el tema.

**7.2.4.2** Todos los tanques que contengan gases a baja presión inodoros deben señalarse con una leyenda "NO ODORIZADO", según NTE INEN 439. Las señales deben ubicarse sobre ambos lados o sobre ambos extremos del tanque.

## 8. INSPECCIÓN

### 8.1 Inspección de tanque individual

**8.1.1** La inspección y verificación del tanque (fijo o móvil) debe realizarse sobre:

- a) Materia prima. Las características químicas y mecánicas de los materiales utilizados en la construcción modificación o reparación del tanque. (Ver Anexo A)
- b) Diseño. Los datos técnicos, características dimensionales y de forma, memoria de cálculo y planos, deben ser presentados al inspector que realice el control y deben ser registrados de acuerdo con lo especificado en el Anexo B .
- c) Verificación . Se debe verificar las calificaciones vigentes de los soldadores, calificación del proceso de soldadura, certificaciones de calibración vigentes de los instrumentos de medida, tipos de juntas de acuerdo con los planos aprobados, dimensiones exteriores y espesores, de acuerdo a lo especificado en el formulario del Anexo C.
- d) Ensayos finales. En esta inspección se verifica el tanque en forma visual, externa e internamente, en caso de ser posible y los reportes de ensayos no destructivos, entre los que podemos mencionar: tintas penetrantes, radiografía industrial, ultrasonido, etc. realizados por el fabricante. De cada ensayo se deben presentar los registros y los resultados respectivos. Además, se deben realizar los ensayos de presión hidrostática y de funcionamiento y comprobar el espesor y la adherencia de la pintura, cuando el tanque esta terminado; en el caso de tanque móvil, se debe realizar la prueba de rodaje. (Ver Anexo D)
- e) Accesorios. Todos los accesorios que son necesarios en un tanque, de acuerdo al gas específico que va a contener, como válvulas, tuberías, mangueras, etc. deben ser inspeccionados y de ser necesario, deben ser probados a la presión de ensayo específico y de acuerdo a lo mencionado en los respectivos certificados. Se debe inspeccionar, adicionalmente, las protecciones contra golpes externos que deben tener todos los accesorios y/o conexiones.
- f) Radiografía industrial. Las radiografías y los informes respectivos deben ser presentados al inspector calificado (mínimo nivel II ASNT, vigente, de acuerdo al Código ASME), para la verificación con respecto al diseño. (Ver Anexo E).
- g) Pintura y señalización. Se debe verificar el color y el espesor de la pintura de protección aplicado y realizar los ensayos correspondientes a la adherencia (Ver NTE INEN 1 006); la medición de espesores de la pintura de acuerdo con la NTE INEN 1 012 y la inspección de la señalización (Ver NTE INEN 439).

(Continúa)

h) Para los tanques con estampe ASME se aceptará su REPORTE DE DATOS y se deben verificar los literales e) y g)

**8.1.2** Para los tanques importados se debe presentar el certificado de origen del fabricante y el certificado de inspección y aprobación emitido por el organismo certificador reconocido por el INEN. El INEN se reserva el derecho de comprobar el espesor y realizar el ensayo hidrostático de acuerdo a los parámetros especificados en dicho certificado.

## **8.2 Aceptación o rechazo**

### **8.2.1 Documentación técnica**

**8.2.1.1** Para la certificación de tanques de acero nuevos construidos por lotes se requiere inspeccionar de acuerdo con el numeral 8.1.1 y a lo establecido en el numeral 8.2.

### **8.2.2 Muestreo**

**8.2.2.1** Tamaño del lote. El tamaño del lote debe definirse de acuerdo a lo especificado en la NTE INEN 255 considerando un nivel de inspección especial S1 de acuerdo al tipo de gas, establecidos en la tabla 1 y con un nivel aceptable de calidad (AQL) de 4.

**TABLA 1. Gases a baja presión**

DESIGNACIÓN	NIVEL DE INSPECCIÓN
G1 Tóxicos	S4
G2 Inflamables	S3
G3 Corrosivos	S2

### **8.2.3 Tamaño de la muestra**

**8.2.3.1** De cada lote, utilizando un sistema aleatorio, se tomará la cantidad de tanques especificada en la NTE INEN 255, considerando lo establecido en el numeral 8.2.2.1 y esta constituirá la muestra para realizar en ellos: inspección visual, ensayos dimensionales, verificación de espesores de la plancha de acero y adherencia de la pintura, presión hidrostática; la ejecución de los ensayos radiográficos se realizarán de acuerdo al Código ASME, (ver nota 1).

## **8.3 Aceptación o rechazo**

**8.3.1** En caso de no cumplir con el requisito del AQL todo el lote debe ser inspeccionado unitariamente; se permite la reparación de los defectos encontrados y se respaldará con la documentación respectiva, debidamente suscrita por el inspector de calidad, procedimiento que se debe seguir para los tanques importados como de producción nacional.

**8.3.2** Para los tanques que se fabrican por lotes, que tienen estampe ASME, el INEN acepta el informe de datos, (FORMATO U-1A DATA REPORT), firmado y abalizado por todos los responsables.

**8.3.3** El Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, emitirá el Certificado de Conformidad con Norma al lote cuando haya cumplido con los requisitos establecidos en esta NTE.

## **9. ENSAYOS**

### **9.1 Ensayo de presión hidrostática**

**9.1.1 Resumen.** El ensayo de presión hidrostática se refiere a que el tanque soporte una presión interna de ensayo 1,3 veces la presión de diseño con la División I y 1,25 con la División II del Código ASME sin presentar disminución de presión en un determinado período de tiempo.

NOTA 1. Los ensayos de presión hidrostática y radiográficos realizados en la inspección son independientes a los ejecutados por la empresa durante el proceso de fabricación.

(Continúa)

**9.1.2 Informe de resultados.**

**9.1.2.1** En el informe debe constar lo siguiente:

- a) parámetros del ensayo y equipos utilizados. (Presión, tiempo de permanencia, temperatura, tipo de manómetro, etc.)
- b) capacidad del tanque, en m<sup>3</sup>
- c) gas que va a contener
- d) registro de cualquier falla o defecto observado durante el ensayo
- e) fecha de ejecución del ensayo
- f) firmas del inspector de la institución de control y representante de la empresa constructora del tanque.

**9.2 Ensayo de funcionamiento**

**9.2.1** El ensayo consiste en comprobar la calibración y el funcionamiento de los instrumentos, que se instalarán en el tanque de acuerdo a lo establecido en el Código ASME, o normas ISO.

**9.2.2 Informe de resultados**

**9.2.2.1** En el informe debe constar lo siguiente:

- a) identificación del instrumento;
- b) parámetros del ensayo y equipos utilizados. (Presión, tiempo de permanencia, temperatura, tipo de manómetro, etc.);
- c) capacidad del instrumento: flujo en m<sup>3</sup>/hora, presión máxima, etc. Para instrumentos de seguridad: presión de apertura y de cierre, descarga máxima;
- d) gas para el que está diseñado;
- e) registro de cualquier falla o defecto observado durante el ensayo;
- f) fecha de ejecución del ensayo;
- g) nombre y firma del técnico que realizó el ensayo.

**10. ROTULADO**

**10.1** En una placa de material inoxidable fija al tanque, debe marcarse en forma indeleble, legible y permanente la siguiente información:

- a) capacidad en m<sup>3</sup>;
- b) presión de diseño en MPa (psi);
- c) temperatura de diseño, en °C (°F)
- d) espesor mínimo de la plancha del cuerpo y del casquete, en mm;
- e) norma de especificaciones del material del cuerpo y del casquete;
- f) norma técnica de construcción (NTE INEN .....; o Código internacional .....);
- g) fecha de construcción (año y mes);
- h) nombre del fabricante;
- i) presión de prueba hidrostática, en MPa (psi);
- j) tara del recipiente en kg ;
- k) dimensiones exteriores: largo, diámetro, altura total, en m o área exterior en m<sup>2</sup>;
- l) número de serie.

(Continúa)

## ANEXO A

## INSPECCIÓN DE MATERIA PRIMA

Fabricante:

Tipo de Tanque:

Certificado No.:

Tanque N°.:

Fecha:

1. Material utilizado:  
Cuerpo cilíndrico:  
Casquetes:
2. Especificaciones del material:

Cuerpo Cilíndrico; Error! Marcador no definido.					Casquetes				
Norma:					Norma:				
Composición química					Composición química				
% C	% Mn	% P	% S	% Si	% C	% Mn	% P	% S	% Si
Error! Marcador no definido. PROPIEDADES MECÁNICAS					PROPIEDADES MECÁNICAS				
Resistencia a la tracción (MPa)	Límite de fluencia (MPa) mín.	Alargamiento (%) mín.	Resistencia a la tracción (MPa)	Límite de fluencia (MPa) mín.	Alargamiento (%) mín.	Resistencia a la tracción (MPa)	Límite de fluencia (MPa) mín.	Alargamiento (%) mín.	Resistencia a la tracción (MPa)

3. Existe certificación de los proveedores:
4. Cumple con las especificaciones:
5. Observaciones: *\*Requisitos de la Norma :*  
*\*\*Valores reportados por el productor de materia prima, según certificados No. , de . y demás adjuntos.*

Inspeccionado por

---

 (Firma y nombre)

(Continúa)

**ANEXO B****INSPECCIÓN DE DISEÑO**

Fabricante:

Tipo de Tanque:

Tanque No.:

Certificado No.:

Fecha:

**1. DATOS TÉCNICOS DE DISEÑO**

- Presión de diseño (MPa):
- Temperatura de diseño (°C):
- Capacidad volumétrica (m<sup>3</sup>):
- Margen de corrosión:

**2. DATOS DIMENSIONALES Y DE FORMA****2.1 Cuerpo cilíndrico**

- Diámetro interior: *mm*
- Longitud: *mm*
- Espesor: *mm*

**2.2 Casquetes**

- Forma:
- Radio interior: *mm*
- Espesor: *mm*

2.3 Longitud total: *mm***3. RESULTADO DE CALCULO****3.1 Cuerpo cilíndrico**

- Espesor por esfuerzo circunferencial: *mm*
- Espesor por esfuerzo longitudinal: *mm*

**3.2 Casquetes**

- Espesor (de acuerdo a la forma): *mm*

**3.3 Volumen**

- Del cuerpo cilíndrico: *m<sup>3</sup>*
- De los casquetes: *m<sup>3</sup>*
- Total: *m<sup>3</sup>*

**4. EL DISEÑO ESTA CONFORME A: CÓDIGO ASME SECCIÓN VIII DIV. . . . .****5. OBSERVACIONES:**

Inspeccionado por:

---

 (Firma y nombre)

(Continúa)



**ANEXO C**  
**INSPECCIÓN DE PROCESO**

Fabricante:

Tipo de Tanque:

Tanque No.:

Certificado No.:

Fecha:

**1. REQUISITOS BÁSICOS**

- Soldadores calificados:
- Se calificó al proceso de soldadura mediante homologación:
- Plano (s) de diseño No.                      aprobado (s)  
por el fabricante:

**2. CONTROL DE JUNTAS**

- Las juntas entre el cuerpo cilíndrico y los casquetes se han diseñado conforme al *Código ASME* :
- Juntas longitudinales y circunferenciales están conforme a los planos del diseño:

**3. CONTROL DE SOLDADURAS**

- Existen especificaciones de procedimiento:
- Tipo de proceso:

**4. CONTROL DEL Prensado de los Casquetes**

Verificación de espesores							
CASQUETE 1				CASQUETE 2			
Sector	Medidas (mm)			Sector	Medidas (mm)		
	I	II	III		I	II	III
<i>Espesor</i>	<i>mín.</i>	<i>mín.</i>	<i>mín.</i>	<i>Espesor</i>	<i>mín.</i>	<i>mín.</i>	<i>mín.</i>

**Observaciones:****Inspeccionado por**

-----  
(Firma y nombre)

(Continúa)

**ANEXO D****INSPECCIÓN Y PRUEBAS FINALES**

Fabricante:

Tipo de Tanque:

Certificado No.:

Tanque No.:

Fecha:

**1. INSPECCIÓN DEL TANQUE**

1.1 Inspección visual 100 %:

1.2 Inspección radiográfica (Ver Anexo E):

**2. CONTROL DE ABERTURAS (manholes)**

2.1 Inspección visual 100 %:

2.2 Inspección por tintas penetrantes

Tipo:

Técnica:

Resultados:

Elaborado por:

Certificado por:

**3. PRUEBA HIDROSTÁTICA (ver 9.1)****4. PINTURA**

4.1 Primario exterior

Tipo:

4.2 Acabado exterior

Tipo:

Color:

4.3 Espesor final seco

4.4 Adherencia:

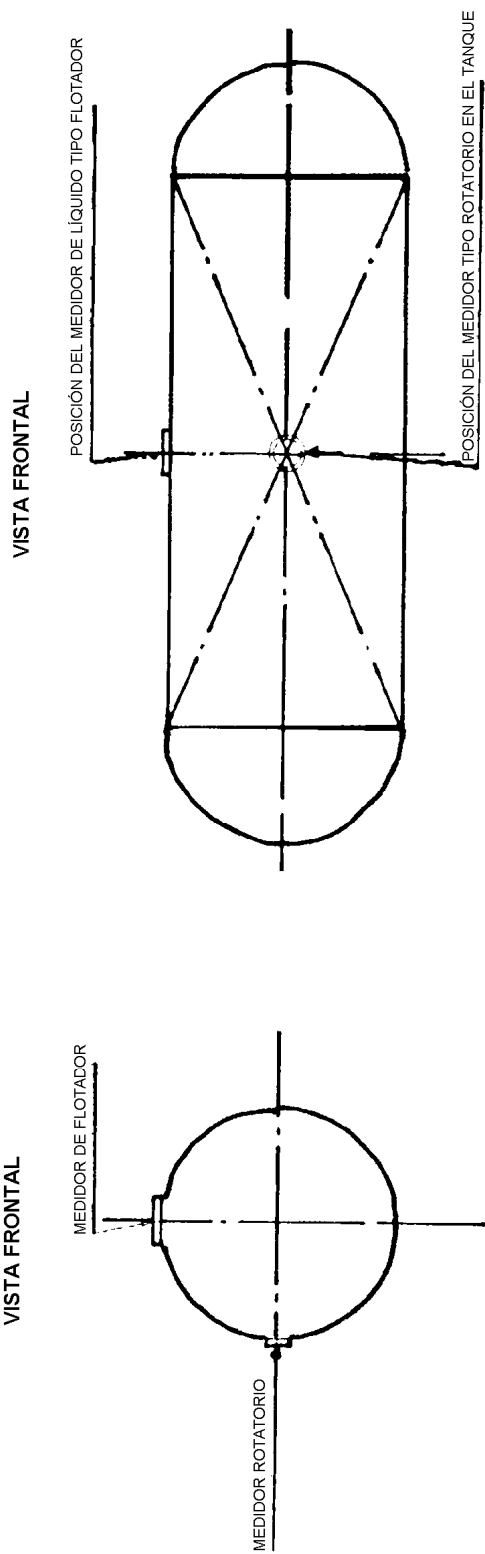
**5. Prueba de funcionamiento de válvulas (ver 9.2)****Realizado por:****6. Prueba de rodaje (autotanque)****Realizado por:****7. OBSERVACIONES:****Inspeccionado por**

---

  
(Firma y nombre)*(Continúa)*



### ANEXO F UBICACIÓN DE MEDIDOR ROTATORIO



(Continúa)

## APÉNDICE Z

### Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 255:1979	<i>Control de calidad. Procedimientos de muestreo y tablas para la inspección por atributos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 439:1984	<i>Colores señales y símbolos de seguridad.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 440:1984	<i>Colores de identificación de tuberías.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1006:1996	<i>Pinturas y productos afines. Determinación de la adherencia mediante prueba de la cinta.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1012:1984	<i>Pinturas y productos afines. Determinación del espesor de película seca mediante el micrómetro.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1155:1985	<i>Vehículos automotores. Equipos de iluminación y dispositivos para mantener o mejorar la visibilidad.</i>
BS 5355: 76	<i>Specification for Filling ratios and developed pressures for liquefiable and permanent gases.</i>
NFPA 58.	<i>Storage and Handling of Liquefied Petroleum Gases. National Fire Protection Association, Liquefied Petroleum Gases A. Fowlwer / Elis Horwood Publisher, 1995.</i>
Boiler and Pressure Vessel Code - ASME. Section VII, Division 1 y 2:1995.	

### Z.2 BASES DE ESTUDIO

- Boiler and Pressure Vessel Code - ASME. Section VIII, Division 1 y 2. American Society of Mechanical Engineers, 1995.*
- BS 5355: 76 Specification for Filling ratios and developed pressures for liquefiable and permanent gases. British Standards Institution. London 1976.*



---

**Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre  
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815  
Dirección General: E-Mail: [direccion@inen.gob.ec](mailto:direccion@inen.gob.ec)  
Área Técnica de Normalización: E-Mail: [normalizacion@inen.gob.ec](mailto:normalizacion@inen.gob.ec)  
Área Técnica de Certificación: E-Mail: [certificacion@inen.gob.ec](mailto:certificacion@inen.gob.ec)  
Área Técnica de Verificación: E-Mail: [verificacion@inen.gob.ec](mailto:verificacion@inen.gob.ec)  
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: [inenlaboratorios@inen.gob.ec](mailto:inenlaboratorios@inen.gob.ec)  
Regional Guayas: E-Mail: [inenguayas@inen.gob.ec](mailto:inenguayas@inen.gob.ec)  
Regional Azuay: E-Mail: [inencuenca@inen.gob.ec](mailto:inencuenca@inen.gob.ec)  
Regional Chimborazo: E-Mail: [inenriobamba@inen.gob.ec](mailto:inenriobamba@inen.gob.ec)  
URL: [www.inen.gob.ec](http://www.inen.gob.ec)**

# BIBLIOGRAFÍA

[1] **BALLOU, R.** (2004), "*Logística Administración de la Cadena de Suministro*", (Quinta Edición). Pearson Prentice Hall, México-México.

[2] **KENNETH W.** (1998), "*Transport Carrier Costing*", Transportation Studies Volumen 9, Gordon and Breach Science Publishers, New York–United States

[3] **MAULEÓN, M.** (2006), "*Logística y Costos*", Ediciones Díaz de Santos, Madrid-España.

[4] **ZURITA, G.** (2010), "*Probabilidad y Estadística, Fundamentos y Aplicaciones*", (Segunda Edición), Ediciones del Instituto de Ciencias Matemáticas ESPOL, Guayaquil-Ecuador.

[5] **MOSCOSO X.** (2007), "*Diseño e implementación de un Modelo Tarifario para la Transportación Terrestre*", Tesis de Grado de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción de ESPOL, Guayaquil-Ecuador

[6] **MINISTERIO DE TRANSPORTE DE COLOMBIA** (2003), "*Actualización de Costos de Transporte de Carga*", [en línea], Obtenido el: Abril de 2011, desde <http://www.mintransporte.gov.co/Servicios/Biblioteca/documentos/Documentos.htm>