



**Escuela Superior Politécnica del Litoral**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**



**“Análisis y Diseño del Cambio de  
un Proceso Industrial a Diesel por  
Otro a GLP”**

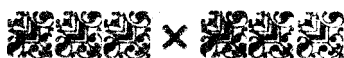
**TESIS DE GRADO**

**Previo a la Obtención del Título de:**

**INGENIERO MECANICO**

**Presentada por:**

**José Francisco Ochoa Reyes**



**Guayaquil - Ecuador**

**Año - 2001**



D-26881

CIB

# **DEDICATORIA**

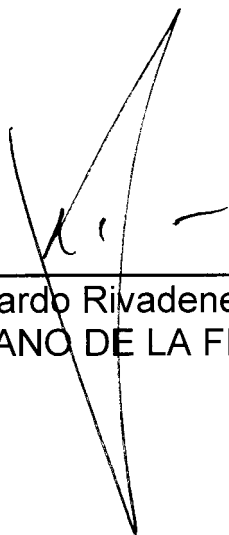
**A MIS PADRES**

**A MIS HERMANAS**

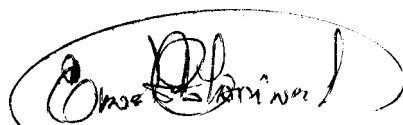
**A MI TIO**

**A DIOS**

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Eduardo Rivadeneira P  
DECANO DE LA FIMCP



Ing. Ernesto Martínez L.  
DIRECTOR DE TESIS

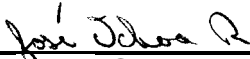


Ing. Francisco Andrade S.  
VOCAL

# DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

  
\_\_\_\_\_  
José Ochoa Reyes



# RESUMEN

El presente trabajo consiste en analizar el costo de la producción de 1 Kw-h en función de la energía que se use y el tipo de combustible, con el fin de demostrar las ventajas competitivas del GLP con respecto a otros tipos de energía.

Además se analiza la posibilidad de realizar un cambio en las instalaciones de una piladora, cuyos equipos funcionan a diesel a GLP, en función de la recuperación de la inversión que realizará dicha piladora y de las necesidades de cumplir con las normas internacionales de producción agrícola basada en la utilización de combustibles limpios en los procesos productivos.

Una vez demostrado que el cambio es factible se dimensiona el sistema, dentro de lo cual se elige el tamaño del tanque y el diámetro de la red de distribución.

Finalmente elaboro una guía de normas a seguir para la construcción de instalaciones industriales a GLP, anexando las que a nuestro criterio sean las que deben imperar en nuestro medio.

# INDICE GENERAL

RESUMEN	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	IV
SIMBOLOGIA	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VII
INTRODUCCIÓN	1
1. ANÁLISIS DEL PROBLEMA	<b>4</b>
1.1 Descripción del proceso	<b>4</b>
1.2 Método utilizado	<b>10</b>
1.3 Ventajas y desventajas del método usado	17
2. COSTOS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA	19
2.1 Propiedades de los combustibles	19
2.2 Equivalencia entre combustibles	21
2.3 Costos de producción de 1 Kw-h según el tipo de combustible	24
2.4 Comparación con los costos de generación eléctrico	28
3. ANÁLISIS DEL CAMBIO DE UN SISTEMA A DIESEL A UN SISTEMA A GLP	32

3.1	Requerimientos del sistema según sea el tipo de combustible	32
3.2	Costos estimativos del sistema a GLP	35
3.3	Análisis de los requerimientos de las normas ISO 14000	36
4.	DISEÑO DEL SISTEMA A GLP	39
4.1	Requerimientos del sistema	39
4.2	Cálculo del tanque estacionario	40
4.3	Selección de los diámetros de tubería	44
4.4	Resumen del sistema	50
4.5	Costo del sistema	50
4.6	Análisis del tiempo de recuperación de la inversión	51
5.	NORMAS PARA LAS INSTALACIONES INDUSTRIALES A GLP	53
5.1	Normas INEN existentes	53
5.2	Normas faltantes y las diversas posibilidades	55
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
	BIBLIOGRAFÍA	

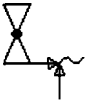
## ABREVIATURAS

GLP	Gas Licuado de Petróleo
ISO	International Organization for Standardization
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
NFPA	National Fire Protection Association
ref.	referencia
$V_i$	humedad relativa inicial
$V_f$	humedad relativa final

## SIMBOLOGIA



Brida ANSI RF300



Válvula de alivio de presión



Regulador de presión

**EI**

Válvula de exceso de flujo



Manómetro



Válvula de bola

**J**

Codo 90"

## **INDICE DE FIGURAS**

FIGURA 1 Vaporización natural para tanques aéreos

FIGURA 2 Vaporización natural para tanques enterrados

## INDICE DE TABLAS

TABLA I	Humedad relativa del arroz durante el transcurso del año	11
TABLA II	Valor máximo de humedad para distintos granos para largo periodo de almacenaje	12
TABLA III	Temperatura máxima de secado para diversos productos	14
TABLA IV	Energía necesaria para evaporar 1 Kg de agua	16
TABLA V	Propiedades de los combustibles	22
TABLA VI	Equivalencia entre combustibles	24
TABLA VII	Precio de combustibles	25
TABLA VIII	Costo de generación del Kw-h	28
TABLA IX	Comparación de costos de generación del kw-h	29
TABLA X	Emisiones reguladas	30
TABLA XI	Proporción de emisiones no reguladas	31
TABLA XII	Requerimientos del sistema según el tipo de combustible	34
TABLA XIII	Diámetros de la red de distribución	48
TABLA XIV	Resumen del sistema	50
TABLA XV	Costos del sistema	52

# INTRODUCCIÓN

En Ecuador la mayoría de piadoras usan el diesel como principal combustible para el proceso de secado de los granos, aunque algunas han empezado a usar cilindros de 15 Kg de GLP, a pesar de que su uso es ilegal, ya que existe prohibición del uso de este tipo de cilindros para fines industriales.

Las actuales normas de calidad, ISO 14000, exigen que los procesos realizados para el secado de gramíneas de consumo humano se realicen con combustibles limpios, para evitar que los residuos de la combustión queden impregnados en los granos. Una de las variantes que se ha usado es la de que el proceso sea de transferencia de calor a través de intercambiadores de calor, que permiten que no estén en contacto los gases producto de la combustión con los granos a secar.

Este proceso permite cumplir con las normas, pero en cambio resulta poco eficiente ya que el calor pasa primero a las paredes del intercambiador y luego éste calienta el aire atmosférico para el secado de las gramíneas, por lo que se pierde una parte del calor en las paredes del intercambiador.

La otra alternativa es utilizar un combustible limpio, que permita un contacto entre los gases producto de la combustión con los granos a secar. Es aquí



donde juega un papel importante el gas licuado de petróleo (GLP), ya que cumple con las normas para la utilización del mismo en procesos de este tipo.

El presente trabajo estudia y determina las principales variables que inciden dentro de los cálculos, tanto del tamaño del tanque como del diámetro de la red de distribución, para la aplicación de esta alternativa.

Explicamos de manera sencilla la metodología de cálculo (el cual sirve tanto para este proceso como para cualquier otro que utilice GLP) en todo lo que tiene que ver con la red de distribución de GLP, así como las normas bajo las cuales nos regimos para dichos cálculos.

Practicar las normas de calidad con costos más bajos abre nuevas posibilidades de comercialización para los vendedores de GLP y al mismo tiempo permite un mejor desarrollo para los productores.

Además, al conocer las normas para la fabricación y diseño tanto del tanque como de la red se ayuda a los ingenieros en el desarrollo de proyectos que ayuden al mejoramiento de los procesos en las industrias, y se abarata los costos de producción. Vale indicar que muchas de las normas usadas no son nacionales, ya que la institución encargada (INEN), no ha realizado el respectivo estudio para el diseño de la norma, por lo que se ha considerado

normas internacionales como la NFPA 58 para su aplicación en nuestro medio.

La presente tesis está compuesta de cinco capítulos a lo largo de los cuales se tratan los siguientes temas: el capítulo # 1 trata sobre la descripción del proceso a ser cambiado a GLP, sus condiciones actuales y las ventajas y desventajas del método usado; el capítulo # 2 trata sobre las propiedades de los combustibles y su equivalencia entre ellos; el capítulo # 3 consiste de los requerimientos del sistema y de los análisis preliminares sobre la factibilidad del cambio; en el capítulo # 4 se desarrollan los cálculos del sistema a ser usado, así como sus costos; y por último en el capítulo # 5 se especifica las normas en las cuales se basa el sistema de distribución de GLP, así como se recomienda otras normas a tomar en cuenta.

# Capítulo # 1

## 1. ANALISIS DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción del proceso

El secado industrial comprende un conjunto de materias muy amplias. Muchas industrias tienen sus propios métodos de secado, y utilizan instalaciones muy diversas para cubrir sus necesidades particulares. No obstante, estas instalaciones en nuestro medio están lejos de utilizar con el mejor rendimiento el calor y la alimentación del aire.

Para aplicar nuevos métodos de secado, hay que aprender primero de la experiencia, particularmente con los productos naturales. La calidad está enormemente influenciada por el proceso de secado por aire y sol que tienden a fijar el estándar. No obstante, con métodos industriales de secado, siempre se mejora la

homogeneidad del producto y se pueden obtener estándares de calidad más elevada.

### **Proceso de secado.**

El secado consiste en la eliminación total o parcial de un líquido contenido en un sólido. Esta eliminación puede hacerse por medios térmicos, mecánicos, fisicoquímicos o eléctricos, dando lugar a distintas técnicas de secado tales como el calentamiento térmico, el escurrido y centrifugación, la evaporación y concentración o el secado dieléctrico y las microondas.

Muchas veces lo que hay que eliminar de un producto es, la humedad ambiental o bien la almacenada a consecuencia del propio proceso, siendo necesario el secado del mismo antes de pasar a la fase siguiente en una fabricación cualquiera.

Los procesos tradicionales empleados para el secado de materiales tales como madera, pieles, o cosechas, implican una exposición a la atmósfera, lo suficientemente larga, para acercarse al estado de equilibrio higrométrico. Este método, aunque satisfactorio en algunos climas, está evidentemente a merced del ambiente. En las

aplicaciones industriales el secado implica la aceleración y control del proceso natural.

Para asegurar una economía máxima en el proceso de secado, éste termina cuando el contenido de humedad (particularmente cuando la substancia es de estructura fibrosa) es el deseado.

El proceso de secado no puede acelerarse demasiado, ya que los granos se deterioran. Este deterioro puede provenir de un exceso de calor del grano; o de una evaporación excesivamente rápida del interior perjudicando a la fibra cuando el vapor de agua tiende a escapar; o de un secado demasiado rápido de la superficie exterior, mientras que, en el interior aún está húmedo. En el último caso el deterioro es debido al cambio de dimensiones entre el estado húmedo y el seco, generalmente sufriendo una extracción y rotura de las caras externas.

La velocidad, las temperaturas admisibles, así como los contenidos de humedad deseados durante el secado, vienen determinados y confirmados por la experiencia en cada caso particular.

Dos sistemas son los fundamentales en cuanto al proceso del secado se refiere:

Calentamiento por convección: se llaman también secaderos directos, porque el medio utilizado normalmente (aire o gases calientes) está en contacto directo con el material a secar. Consiste fundamentalmente en hacer circular una corriente de aire caliente o de productos de la combustión de un combustible entre los productos almacenados para su secado. El aire caliente (con bajo contenido en humedad) arrastra por evaporación el agua que existe en los productos a tratar. Se obtienen rendimientos muy elevados. A este tipo de calentamiento pertenecen las cámaras de secado, los secadores de cabina, los de cinta transportadora, los secadores de túnel, los rotativos, los secadores cilíndricos, los secadores de pulverización y los secadores neumáticos.

Calentamiento por radiación: consiste en calentar directamente el producto a tratar sin calentar antes el aire que lo rodea. Luego, por circulación del aire se logra la evaporación del agua del producto. El consumo del combustible suele ser menor, ya que la masa a calentar es menor, pero hay productos que no admiten un calentamiento por radiación. Este procedimiento es

ampliamente usado en secaderos de pinturas y barnices, revestimiento, etc.

El proceso de secado tratado aquí consiste en la evaporación y eliminación del vapor de la superficie y/o del interior de la substancia a secar, mediante un flujo continuo de aire.

La evaporación se acelera elevando la temperatura de la substancia; los límites máximos vienen fijados por el coste del calor requerido y/o por el peligro ya mencionado de una evaporación demasiado rápida o por excesiva temperatura.

Excepto bajo condiciones de ebullición, la evaporación tiene lugar solamente en las superficies húmedas en donde el líquido está en contacto con el aire. La evaporación cesa cuando el aire llega a su punto de saturación.

Para asegurar un secado rápido, la substancia a secar se deja en bandejas u otra forma cualquiera, que presente a la atmósfera la máxima área posible y mantenga un continuo movimiento de aire sobre la superficie a fin de eliminar el vapor producido y evitar una saturación local.

Los factores a tomar en cuenta en un proceso de secado son la inyección y distribución correcta de la cantidad de aire preciso a la temperatura correcta, humedad y velocidad sobre la superficie del material a secar.

Existen algunos métodos para el secado por evaporación, menciono dos de los principales.

Secado por hornadas: La substancia húmeda se esparce sobre bandejas sostenidas en bastidores dentro de un horno donde permanecen hasta el secado completo. Debe preverse una ventilación suficiente para mantener el contenido de humedad relativamente bajo, y usar un sistema de circulación de aire para incrementar el movimiento del mismo sobre el producto.

Secado por transportador: Aquí la materia húmeda se transporta de forma continua o intermitente a lo largo de un túnel, al final del cual sale ya seca. El flujo de aire, a través del túnel, puede ir en sentido opuesto al transportador o en el mismo sentido. La circulación del aire puede ser dividida en varias secciones a fin de controlar mejor el secado sección por sección.



## 1.2 Método utilizado

El sistema de secado debe ser tal que se adapte a las necesidades de nuestro medio, a continuación describiré el método con sus principales componentes.

El método utilizado actualmente en las piladoras trabaja con una secadora de flujo continuo. El quemador utilizado es a diesel y el suministro de aire es mediante un ventilador axial de tiro inducido. Al final, por medio de una zaranda, se hace el proceso de control a la salida.

Para lograr el secado del arroz, utilizamos aire caliente que fluye transversalmente al arroz, produciéndose de esta manera un intercambio de calor y de masa entre ambos, pasando el agua contenida en el arroz al aire. Para que esto suceda, la temperatura del aire de secado debe ser mantenida bajo un cierto valor máximo dependiendo del uso del grano a secar, debiendo estar entre 40 y 50° C (ref. 1)

Para efectos de no contaminar el ambiente se recomienda inducir el flujo de aire caliente mediante un ventilador de presión negativa, con

lo cual se logra encausar el polvo únicamente por la salida del ventilador.

**TABLA I**  
**HUMEDAD RELATIVA DEL ARROZ DURANTE EL TRANCURSO DEL**  
**AÑO (ref. 2)**

<b>Mes</b>	<b>Humedad</b>
Enero	24%
Febrero	24%
Marzo	23%
Abril	22%
Mayo	22%
Junio	20%
Julio	20%
Agosto	21%
Septiembre	21.5%
Octubre	21%
Noviembre	21%
Diciembre	22%

Uno de los parámetros que se debe conocer para el proceso de secado, es la humedad con la que el grano va a entrar en la secadora. En la tabla I podemos ver la humedad relativa promedio durante el año del arroz en la zona del litoral ecuatoriano.

El valor de la humedad relativa del grano para un almacenamiento seguro luego del secado, lo obtenemos de la siguiente tabla.

TABLA II

VALOR MAXIMO DE HUMEDAD PARA DISTINTOS GRANOS PARA LARGO PERIODO DE ALMACENAJE (ref. 3)

<b>Producto</b>	<b>Tenor de humedad</b>
Trigo	12%
Avena	13%
Cebada	13%
Sorgo	12%
Maíz	13%
Soja	11%
Arroz con cáscara	12%

En el secado debemos considerar inicialmente tres temperaturas:

1. Temperatura de entrada del aire caliente en la cámara de secado.
2. Temperatura del producto.
3. Temperatura del aire a la salida de la secadora.

La primera y la tercera se relacionan con la cantidad de calor requerido para evaporar el agua de los granos. La segunda influye acentuadamente sobre la calidad del producto. Trabajos experimentales demuestran que, cuanto más húmedo es el producto, tanto menor deberá ser la temperatura de secado. La temperatura empleada en el secado la podemos determinar a través de la tabla III.

Para evitar el resquebrajamiento del grano debido al rápido secado con altas temperaturas se recomienda proceder al secado progresivo en dos pasadas por la secadora (ref. 4).

TABLA III

TEMPERATURA MAXIMA DE SECADO PARA DIVERSOS PRODUCTOS

(ref. 5)

Producto y destino		Temperatura °C
Maíz	semillas	44
	almidón	55
	alimentación animal	82
Arroz con cáscara hasta 20% de humedad		44
Arroz con cáscara más de 20% de humedad		40
Sorgo	semillas	44
	almidón	60
	alimentación animal	82
Trigo	semilla hasta 24% de humedad	49
	semilla con más de 24% de humedad	44
	molienda	66

El tiempo de secado depende de muchas variables, las cuales influyen en la exactitud del valor. Entre estas variables tenemos:

- . Variación de la humedad relativa
- . Variación en la temperatura del aire ambiental
- . Humedad del aire que sale de la secadora
- . Grado de limpieza de los granos
- . Caudal de aire que pasa por la secadora

TABLA III

TEMPERATURA MAXIMA DE SECADO PARA DIVERSOS PRODUCTOS

(ref. 5)

Producto y destino		Temperatura °C
Maíz	semillas	44
	almidón	55
	alimentación animal	82
Arroz con cáscara hasta 20% de humedad		44
Arroz con cáscara más de 20% de humedad		40
Sorgo	semillas	44
	almidón	60
	alimentación animal	82
Trigo	semilla hasta 24% de humedad	49
	semilla con más de 24% de humedad	44
	molienda	66

El tiempo de secado depende de muchas variables, las cuales influyen en la exactitud del valor. Entre estas variables tenemos:

- Variación de la humedad relativa
- Variación en la temperatura del aire ambiental
- Humedad del aire que sale de la secadora
- Grado de limpieza de los granos
- Caudal de aire que pasa por la secadora

El tiempo de secado puede estimarse en función de la cantidad de agua a extraer de los granos, el calor necesario para extraerla, y la cantidad de calor entregado.

Sabiendo que la capacidad de la secadora es de 10 ton, que la máxima humedad relativa durante el año del arroz es de 24%, y que la humedad final requerida es 12%, se calcula el porcentaje de pérdida de peso usando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ pérdida de peso} = \frac{(V_i - V_f)}{(100 - V_f)}$$

$$\% \text{ pérdida de peso} = \frac{(24-12)}{(100-12)}$$

$$\% \text{ pérdida de peso} = 13.63 \%$$

Entonces la cantidad de agua a evaporar en las 10 ton de arroz es:

$$10 \text{ ton arroz} = 10000 \text{ Kg arroz}$$

$$10000 \times 0.1363 = 1363.63 \text{ Kg agua}$$

TABLA IV

ENERGIA NECESARIA PARA EVAPORAR 1 KG DE AGUA (ref. 3)

Temperatura de Operación	Cantidad de KJ		
	27 %	25 %	20 %
38 - 50 °C	3138.00	3493.70	3723.80
70 - 82 °C	4075.32	4075.32	4309.60
82-105 °C	4075.32	4309.60	5104.60

De la tabla IV obtenemos que para evaporar 1 Kg de agua a partir de arroz con el 24 % de humedad (según tabla I) y 40°C (según tabla III) se necesita 3.49370 MJ, por lo que para 1363.63 Kg de agua se requerirían:

$$1363.63 \text{ Kg agua} \times \frac{3.49370 \text{ MJ}}{1 \text{ Kg agua}} = 4764.11 \text{ MJ}$$

Pero este valor es el correspondiente a la energía necesaria para secar las 10 ton de arroz, sin tomar en consideración las pérdidas en



el sistema, según datos experimentales los secadores tienen una eficiencia de alrededor del 70 %, por lo que la energía necesaria sería:

$$4764.11 \text{ MJ} / 0.7 = 6805.88 \text{ MJ}$$

Dado que el método usado es con un quemador a diesel que funciona como máximo 6 horas al día, (en promedio se requieren 4 horas al día para la carga de 10 ton) y que el poder calorífico del diesel es 12.37 Kw-h/Kg, entonces la cantidad de diesel a usarse es:

$$6805.88 \text{ MJ} \times \frac{2.78 \times 10^{-1} \text{ Kw-h}}{1 \text{ MJ}} \times \frac{1 \text{ Kg}}{12.37 \text{ Kw-h}} = 152.71 \text{ Kg diesel}$$

$$\frac{152.71 \text{ Kg diesel}}{4 \text{ horas}} = 38.17 \text{ Kg/h}$$

### 1.3 Ventajas y desventajas del método usado

A continuación se presenta un resumen de las ventajas y desventajas del método usado para el secado.

### Ventajas:

- Al usarse un flujo continuo, no existen tiempos muertos, lo que permite procesos más rápidos y facilita el control de los datos de entrada en función de los parámetros de salida del producto.
- El uso de un ventilador de tiro inducido saca los gases de una manera más eficiente, distribuyéndolos por toda la cama de secado.
- La zaranda en el proceso de control es de fácil construcción y mantenimiento, además que posee una vida útil más larga.

### Desventajas:

- Existen combustibles con poder calorífico superior al del diesel, que harían más productivo al sistema.
- Las normas de calidad internacionales no permiten el contacto de los gases de combustión del diesel con el producto, por lo que se debe usar un intercambiador de calor el cual causa una baja en el aprovechamiento del calor producido.
- Existen combustibles más baratos que el diesel.

Como podemos apreciar las desventajas del método usado giran alrededor del combustible, razón por la cual se realiza un análisis del costo de producción de energía para determinar qué tipo de combustible es el idóneo para su uso en este proceso.

# Capítulo # 2

## 2. COSTOS DE PRODUCCION DE ENERGIA

### 2.1. Propiedades de los combustibles

Se define como combustible aquella substancia que puede arder.

Existen tres tipos de combustibles: combustibles sólidos , líquidos y gaseosos.

El petróleo es el combustible líquido por antonomasia y de él se derivan los gasóleos, fuelóleos y los GLP's.

#### **El gasóleo (diesel).**

El gasóleo procede de la destilación fraccionada del petróleo, en la fracción que hierve entre 250" - 310" C. La composición química de los gasóleos es muy compleja y está formada por hidrocarburos de

tipo parafínico, con cadenas lineales y ramificadas, bencenos, cicloparafinas y naftenos. Los gasóleos para carburantes deben de estar constituidos esencialmente por parafinas con objeto de tener una buena detonancia.

La composición media de los gasóleos es: 86% de C, 11 % de H<sub>2</sub>, 0.8% de S, 1% de N y 1 ,1% de agua y lodos. El poder calorífico superior (PCS) mínimo es de 10652 Kcal/Kg. La densidad media es de 0,885 Kg/l.

### **El fuelóleo (bún ker).**

El fuelóleo procede de la destilación fraccionada del petróleo, su composición química es muy compleja mezclándose los hidrocarburos de tipo parafínico, cicloparafínico, naftalenos y acetilenos con compuestos sulfurados y metales. El contenido en azufre puede llegar hasta el 3,6% en peso y su composición media es: 84% de C, 9,5% de H<sub>2</sub>, 3,3% de S, 1% de N y 2,25% de agua y lodos. El poder calorífico superior (PCS) mínimo es de 9674 Kcal/Kg. La densidad media es de 1 .019 Kg/l.

## **Los GLP's.**

Se conocen como GLP's al butano, propano y sus mezclas. Estos combustibles son gaseosos en condiciones normales, pero a altas presiones se licúan y de este modo son almacenados, lo que permite que en pequeño volumen se contenga gran cantidad de energía. Se almacenan a temperatura y presiones en la que coexisten una fase líquida y otra de vapor.

En la composición química de los GLP's predominan principalmente los productos parafínicos, prácticamente están exentos de azufre y otras sustancias como metales. Sus condiciones de alta pureza y la homogeneidad de sus componentes hacen que sea muy fácil ajustar el aire necesario para que la combustión de estos productos sea la estequiométrica.

El poder calorífico superior (PCS) mínimo es de 11900 Kcal/Kg. La densidad media es de 0,538 Kg/l.

## **2.2. Equivalencia entre combustibles**

Para encontrar la equivalencia entre combustibles, los cálculos se los realiza con base en la siguiente tabla:

TABLA V  
PROPIEDADES DE LOS COMBUSTIBLES

<b>Combustible</b>	<b>Poder Calórico Kcal/Kg</b>	<b>Densidad Kg/l</b>
Diesel	10652	0,885
Búnker	9674	1.019
GLP	11900	0,538

Basándome en la tabla se hallan las equivalencias entre el glp y el diesel y entre el glp y el búnker.

a) Cálculos para diesel

$$1 \text{ gal diesel} \times \frac{3.785 \text{ lt}}{1 \text{ gal}} \times \frac{0.885}{1 \text{ lt}} \text{ Kg} = 3.35 \text{ Kg diesel}$$

$$3.35 \text{ Kg diesel} \times \frac{10652 \text{ Kcal}}{\text{Kg}} \times \frac{1 \text{ Kw-h}}{860.5 \text{ Kcal}} = 41.46 \text{ Kw-h}$$

$$1 \text{ gal diesel} = 41.46 \text{ Kw-h}$$

b) Cálculos para búnker

$$1 \text{ gal búnker} \times \frac{3.785 \text{ lt}}{1 \text{ gal}} \times \frac{1.019 \text{ Kg}}{1 \text{ lt}} = 3.85 \text{ Kg búnker}$$

$$3.85 \text{ Kg búnker} \times \frac{9674 \text{ Kcal}}{\text{Kg}} \times \frac{1 \text{ Kw-h}}{860.5 \text{ Kcal}} = 43.28 \text{ Kw-h}$$

$$1 \text{ gal búnker} = 43.28 \text{ Kw-h}$$

c) Cálculos para GLP

$$1 \text{ Kg glp} \times \frac{11900 \text{ Kcal}}{\text{Kg}} \times \frac{1 \text{ Kw-h}}{860.5 \text{ Kcal}} = 13.83 \text{ Kw-h}$$

$$1 \text{ Kg glp} = 13.83 \text{ Kw -h}$$

Con base en los resultados se construye la siguiente tabla de equivalencia entre combustibles.

TABLA VI

EQUIVALENCIA ENTRE COMBUSTIBLES

<b>Combustible</b>	<b>GLP Kg</b>	<b>Kw-h</b>
<b>Diesel gal</b>	<b>2.99</b>	<b>41.46</b>
<b>Búnker gal</b>	<b>3.13</b>	<b>43.28</b>
<b>GLP Kg</b>	<b>1</b>	<b>13.83</b>

**2.3. Costos de producción de 1 Kw-h según el tipo de combustible**

Para encontrar el costo de producción del Kw-h me baso en la siguiente tabla de precios de combustibles:



TABLA VII  
PRECIO DE COMBUSTIBLES

<b>Combustible</b>	<b>Precio dólares</b>	
	<b>Nacional</b>	<b>Internacional</b>
<b>Diesel (gal)</b>	0.6	1.0318
<b>Búnker (gal)</b>	0.6	0.6013
<b>GLP (Kg)</b>	0.0667	0.3300

Con los datos de la tabla VI y VII procedo a calcular el costo de producción del Kw-h para cada tipo de combustible. Los precios se expresan en dólares de los Estados Unidos de América

a) Cálculos para diesel, precio nacional

$$1 \text{ gal diesel} = 41.46 \text{ Kw} - \text{h}$$

$$1 \text{ gal diesel} = 0.6 \text{ dólares}$$

$$\frac{1 \text{ gal diesel}}{41.46 \text{ Kw -h}} \times \frac{0.6 \text{ dólares}}{1 \text{ gal diesel}} = \frac{0.0144 \text{ dólares}}{\text{Kw-h}}$$

b) Cálculos para búnker, precio nacional

$$1 \text{ gal búnker} = 43.28 \text{ Kw -h}$$

$$1 \text{ gal búnker} = 0.6 \text{ dólares}$$

$$\frac{1 \text{ gal búnker}}{43.28 \text{ Kw -h}} \times \frac{0.6 \text{ dólares}}{1 \text{ gal búnker}} = \frac{0.0138 \text{ dólares}}{\text{Kw-h}}$$

c) Cálculos para GLP, precio nacional

$$1 \text{ Kg glp} = 13.83 \text{ Kw -h}$$

$$1 \text{ Kg glp} = 0.0667 \text{ dólares}$$

$$\frac{1 \text{ Kg glp}}{13.83 \text{ Kw -h}} \times \frac{0.0667 \text{ dólares}}{1 \text{ Kg glp}} = \frac{0.0048 \text{ dólares}}{\text{Kw-h}}$$

d) Cálculos para diesel, precio internacional

$$1 \text{ gal diesel} = 1.0318 \text{ dólares}$$

$$\frac{1 \text{ gal diesel}}{41.46 \text{ Kw - h}} \times \frac{1.0318 \text{ dólares}}{1 \text{ gal diesel}} = \frac{0.0248 \text{ dólares}}{\text{Kw-h}}$$

e) Cálculos para búnker, precio internacional

$$1 \text{ gal búnker} = 0.6013 \text{ dólares}$$

$$\frac{1 \text{ gal búnker}}{43.28 \text{ Kw - h}} \times \frac{0.6013 \text{ dólares}}{1 \text{ gal búnker}} = \frac{0.0139 \text{ dólares}}{\text{Kw-h}}$$

f) Cálculos para GLP, precio internacional

$$1 \text{ Kg glp} = 0.3300 \text{ dólares}$$

$$\frac{1 \text{ Kg glp}}{13.83 \text{ Kw - h}} \times \frac{0.3300 \text{ dólares}}{1 \text{ Kg glp}} = \frac{0.0238 \text{ dólares}}{\text{Kw-h}}$$

Con base en los resultados se construye la siguiente tabla de costo de producción del Kw-h.

TABLA VIII  
COSTO DE GENERACION DEL KW-H

<b>Combustible</b>	<b>Costo del Kw-h (dólares)</b>	
	<b>Nacional</b>	<b>Internacional</b>
<b>Diesel</b>	0.0144	0.0248
<b>Búnker</b>	0.0138	0.0139
<b>GLP</b>	0.0048	0.0238

#### **2.4. Comparación con los costos de generación eléctrica**

En los actuales momentos el costo de generación de 1 Kw-h en el sistema eléctrico nacional es de 8.24 centavos de dólar pero, debido al desfase entre las tarifas, el precio que se cobra es de 4.44 centavos de dólar.

Con estos datos y los obtenidos en la tabla VIII se obtiene la siguiente tabla.

TABLA IX

COMPARACION DE COSTOS DE GENERACION DEL KW-H

<b>Fuente</b>	<b>Costo del Kw-h</b>	<b>Relación de costos de Kw-h de combustible vs electricidad</b>
<b>Diesel</b>	0.0144	3.05
<b>Búnker</b>	0.0138	3.18
<b>GLP</b>	0.0048	9.16
<b>Electricidad</b>	0.0440	1.00

De acuerdo a lo estipulado en el apartado 1.3 y en función de lo obtenido en la tabla IX procedo a analizar las diferentes variables que influyen en el cambio del sistema de diesel a GLP, ya que justamente éste es el que demuestra tener las mejores características para suplantar el diesel, tanto en lo que tiene que ver con los niveles energéticos, como en la parte de costos del combustible. Un punto adicional son las ventajas medioambientales debido a la combustión tanto del diesel como del glp. Entre éstas tenemos:

- Reducción muy por debajo de las reglamentaciones más estrictas en las emisiones contaminantes reguladas (NOx, CO,

HC y partículas) causantes de graves problemas de salud humana, nieblas contaminantes y lluvia ácida.

- . Reducción de emisiones contaminantes no reguladas, como CO<sub>2</sub> (causante del efecto invernadero), aldehidos y compuestos aromáticos (sustancias cancerígenas).
- . No contiene azufre ni plomo, al mismo tiempo que se reduce los olores, humos y vibraciones a niveles mínimos.

Las tablas siguientes muestran las enormes diferencias que existen en cuanto a los distintos tipos de contaminantes entre el diesel y el glp.

TABLA X

EMISIONES REGULADAS (ref. 6)

<b>Emisiones</b>	<b>Diesel</b>	<b>GLP</b>
<b>NO, (gdkw-h)</b>	7	< 0.4
<b>CO (gr/kw-h)</b>	4	< 0.6
<b>CH (gdkw-h)</b>	1.1	< 0.02
<b>Partículas (gdkw-h)</b>	0.15	< 0.01

TABLA XI

PROPORCION DE EMISIONES NO REGULADAS (ref. 6)

<b>Emisiones</b>	<b>Diesel</b>	<b>GLP</b>
<b>Aldehídos</b>	5-10	1
<b>PAK</b>	10	1
<b>BTX</b>	1	1
<b>“Smog” en invierno</b>	10	1
<b>“Smog” en verano</b>	1.6	1
<b>Acidificación</b>	4	1
<b>CO<sub>2</sub></b>	1.1	1
<b>Olores</b>	existe	no existe

# Capítulo # 3

## 3. ANALISIS DEL CAMBIO DE UN SISTEMA A DIESEL A UN SISTEMA A GLP

### 3.1 Requerimientos del sistema según sea el tipo de combustible

Para describir los requerimientos de energía del sistema según el tipo de combustible utilizado, recordemos que de acuerdo a lo establecido en el apartado 1.2, se requiere 4764.11 KJ de energía, si el sistema fuese 100% eficiente. Con el sistema que se propone la eficiencia llega alrededor del 90%, por lo que la energía necesaria es:

$$4764.11 \text{ MJ} / 0.9 = 5293.45 \text{ MJ}$$



Entonces con los valores de la tabla V, se calcula la cantidad de combustible que se requiere en cada uno de los casos y el costo de esta cantidad.

a) Requerimientos de diesel

Como se dijo en el apartado 1.2 el requerimiento de diesel es de 152.71 Kg/h, en el literal a) del apartado 2.2 se encuentra la equivalencia entre galones y kilos de diesel. La cantidad de diesel necesaria para secar 10 ton de arroz y su costo (el cual lo obtengo de la tabla VII) son:

$$152.71 \text{ Kg diesel} \times \frac{1 \text{ gal diesel}}{3.35 \text{ Kg diesel}} = 45.58 \text{ gal diesel}$$

$$45.58 \text{ gal diesel} \times \frac{0.6 \text{ dólares}}{\text{gal diesel}} = 27.35 \text{ dólares}$$

b) Requerimientos de GLP

Como se estableció el requerimiento de energía es 5293.84 MJ. En la tabla V se encuentra el poder calorífico del gas y en la tabla VII su precio por kilo. La cantidad necesaria para secar 10 ton de arroz y su costo son:

$$5293.48 \text{ MJ} \times \frac{238.9 \text{ Kcal}}{\text{MJ}} = 1264612.37 \text{ Kcal}$$

$$1264612.37 \text{ Kcal} \times \frac{\text{Kg GLP}}{900 \text{ Kcal}} = 106.27 \text{ Kg GLP}$$

$$106.27 \text{ Kg GLP} \times 0.0667 \frac{\text{dólares}}{\text{Kg GLP}} = 7.09 \text{ dólares}$$

Con esta información elaboramos la siguiente tabla:

TABLA XII

REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA SEGÚN EL TIPO DE COMBUSTIBLE

Capacidad de secado en ton	Combustible (unidad)	Cantidad de combustible	Costo de combustible
10	Diesel (gal)	45.58	27.35
	GLP (kg)	106.27	7.09

### 3.2 Costos estimativos del sistema a GLP

El sistema a GLP se compone de varias partes, entre las cuales tenemos:

- Sistema de almacenamiento (tanque con toda su valvulería, conexión a tierra, etc.)
- . Sistema de distribución (tuberías, reguladores, válvulas, etc.)
- . Vaporizadores (en caso de ser necesario)
- . Sistema de seguridad (rociadores)
- . Equipos de consumo

En el anexo 1 se puede apreciar el costo de los tanques de almacenamiento en función de la capacidad, en el anexo 2 se indica el precio por metro de la tubería para el sistema de distribución en función del diámetro. El anexo 3 muestra el precio de los vaporizadores, en función de la capacidad y el tipo de funcionamiento.

En la actualidad las comercializadoras de GLP en su política comercial, incluyen la dotación del tanque de almacenamiento en comodato al cliente, a cambio de una cuota. Existe también la posibilidad que todo el sistema se lo entregue en comodato,

con los requisitos de la norma. Un número considerable de organizaciones del sector privado y gubernamentales pueden dar preferencia a, o comprar únicamente de, firmas cuyos sistemas de gestión ambiental están certificados conforme a la ISO 14001.

Las empresas ecuatorianas exportadoras de productos o servicios tienen un incentivo especial para adoptar la ISO 14001 y registrarse por ella, porque se espera que las primeras solicitudes de clientes en cuanto a certificación provendrán de países desarrollados. Nueve de los once socios comerciales principales de Ecuador, que componen aproximadamente el 50% de su mercado total, están estudiando la ISO 14001. Estos países incluyen los Estados Unidos y los miembros de la Unión Europea. El registro con la ISO 14001 y el fortalecimiento de estas relaciones de exportación ayudará a aumentar la competitividad internacional de Ecuador.

Mucha gente cree que una empresa con un comportamiento ambiental deficiente, no puede fabricar productos de calidad superior. Los consumidores cada vez favorecen más los productos hechos en condiciones que se consideran menos problemáticas para el medio ambiente.

Una empresa puede perder su posición competitiva en mercados nacionales e internacionales por no prestar atención a las cuestiones ambientales. La exposición a desechos y contaminación puede producir lesiones o enfermedades en los trabajadores o en la comunidad local. También pueden afectar la posición competitiva los costos más altos que pueden resultar de materiales y energía desperdiciados.

En un futuro muy próximo, las empresas quizás no puedan exportar productos que sean peligrosos para el medio ambiente, o que estén hechos en condiciones ecológicamente “inaceptables”.

La globalización ha hecho que los países en desarrollo, especialmente los exportadores, sean sumamente sensibles a cuestiones de acceso a mercados internacionales. Las empresas se preocupan de que si no son certificadas conforme a la ISO 14000, perderán mercados existentes o potenciales.

Por estas y otras razones, muchas compañías están estudiando detenidamente lo que deben hacer para establecer y mantener sistemas de gestión ambiental que se conformen a la ISO 14001.

# Capítulo # 4

## 4. DISEÑO DEL SISTEMA A GLP

### 4.1. Requerimientos del sistema

Los requerimientos del sistema se los calculo en el punto 3.1, donde se construyó una tabla con los mismos. Para el caso específico del GLP lo que se requiere para secar 10 ton de arroz diario son 106.27 Kg de GLP. En función de estos datos se realizará el cálculo del dimensionamiento tanto del tanque como de la red de distribución, así como también el escogitamiento de las válvulas y accesorios.

De todo esto se hablará en los siguientes puntos, aplicando la formulación necesaria y cumpliendo con los requisitos, para que la provisión al sistema sea la ideal para su buen funcionamiento.

## 4.2. Cálculo del tanque de almacenamiento

Como ya se mencionó la piadora funciona con un solo quemador que alimenta a la secadora, cuya capacidad es de 10 ton, el volumen de GLP requerido para secar esas 10 ton es de 106.27 Kg, como el proceso se lo realiza en promedio en el lapso de 4 horas, la cantidad de glp que requiere el sistema por hora es 26.57 Kg.

Para calcular el volumen del tanque se lo hace a partir de la vaporización natural del tanque.

La vaporización natural en los depósitos es uno de los fenómenos más complejos. Supongamos un tanque conteniendo GLP con su masa de líquido y gas en equilibrio. El líquido, por efecto del calor absorbido, pasa a estado de vapor seco no saturado. Cuando alcanza el vapor una presión determinada se equilibra con el líquido hasta evitar su vaporización, siendo entonces un vapor saturado y la presión que alcanza es la llamada tensión de vapor.

El paso del calor desde el entorno del tanque a la masa de líquido se hace a través de la chapa: en los aéreos desde el aire ambiente a la cara externa del tanque por convección y radiación y, a través de

aquella, por conducción. En los enterrados todo el calor se transmite por conducción.

La vaporización natural de un depósito se puede obtener mediante la expresión:

$$D = \frac{aSK(T_e - T_i)}{q}$$

donde:

D: capacidad de vaporización en Kg/h

a: porcentaje de la superficie del depósito que está en contacto con el líquido, depende del porcentaje de llenado del depósito. 20% a=0.336, 30% a=0.397

S: superficie del depósito en m<sup>2</sup>

K: coeficiente de intercambio de calor con el exterior. K=12 Kcal/hm<sup>2</sup>°C (en depósitos enterrados se reduce en un 30%)

T<sub>e</sub>: temperatura mínima del ambiente (5°C para enterrados)

T<sub>i</sub>: temperatura de equilibrio líquido-gas, depende de la mezcla.

Presión de red (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00
GLP con 35% butano (°C)	-26	-24	-21	-19	-16	-14

q: calor latente de vaporización q=94 Kcal/Kg



Las características de los depósitos para GLP construidos por Industria Acero de los Andes S.A., se muestran en el anexo 4, mientras que en las figuras 1 y 2 constan diagramas para la determinación de la vaporización natural de los depósitos, ya sean aéreos o enterrados.

Como se puede deducir de los valores aplicados en la fórmula, entre más bajo sea el nivel de llenado, más desfavorable es la vaporización del tanque; igualmente la presión de trabajo de la red influye de manera que, entre más baja sea la presión mayor es la vaporización del depósito.

Como habíamos visto, la necesidad de vaporización de la instalación es de 26.57 Kg/h. Sabiendo que la red de distribución trabajará a 1.5 Kg/cm<sup>2</sup>, y que la temperatura mínima de trabajo es 15°C, de la figura 1 y el anexo 4 encontramos que el depósito que cumple con estas exigencias es uno de 8 m<sup>3</sup>, cuya vaporización a estas condiciones es de 36.1 Kg/h.

Un punto muy importante de conocer es la autonomía que nos presta el depósito escogido, para lo cual se requiere conocer la capacidad consumible del depósito y el consumo de la instalación.

Como se explicó, el valor de la vaporización se la calculó al 20% mínimo de capacidad, además las normas no permiten que un depósito se llene por encima del 85% de su capacidad, lo que implica que la capacidad útil del depósito es del 65%. La fórmula para el cálculo de la capacidad útil es:

$$C_u = C \times 0.65 \times \rho$$

donde:

$C_u$ : capacidad útil en Kg

$C$ : capacidad del tanque en  $m^3$

$\rho$ : densidad del glp en  $Kg/m^3$

por lo que la capacidad útil es:

$$C_u = 8 \times 0.65 \times 538$$

$$C_u = 2797.6 \text{ Kg}$$

La cantidad de glp que se consumiría por día es de 106.27 Kg, por lo que la autonomía del depósito que viene calculada por:

$$A = \frac{C_u}{Q_d}$$

donde:

A: autonomía en días

C,: capacidad útil en Kg

Q<sub>d</sub>: consumo diario en Kg/día

por lo que la autonomía es:

$$A = \frac{2797.6}{106.27} = 26.33 \text{ días}$$

### 4.3. Selección del diámetro de tubería

Entendemos por redes de distribución el conjunto de tuberías que enlazan los centros de almacenamiento de gas y los puntos de consumo de aquél en fábricas, viviendas, etc.

Los tipos de tuberías que se pueden usar están regulados en la norma INEN 2260 (ver anexo 5) que trata sobre instalaciones para

gas combustible en edificaciones de uso residencial, comercial o industrial.

El diámetro de la tubería a instalar dependerá de:

- a) La naturaleza del gas con su densidad característica.
- b) La caída de presión que admitamos, la cual vendrá influenciada por el caudal y la presión de trabajo.
- c) La velocidad resultante de circulación del gas.

Todos estos valores influyen, conjunta y estrechamente, para determinar el diámetro a instalar.

La presión del gas en el origen de una tubería decae conforme avanza aquél a lo largo de la misma por efecto del frotamiento con las paredes y los accesorios, así como el efecto de pérdida de energía por los cambios de sección de la tubería.

Para conocer el valor de esta pérdida, con el fin de saber si la presión con que llega el gas al extremo donde suponemos está el aparato de consumo es suficiente o no, se puede recurrir a fórmulas que facilitan ese cálculo o a tablas especiales.

Las fórmulas que dan las pérdidas de carga y que utilizaremos generalmente para el manejo de los gases usuales varían con la presión del gas en cuestión, son debidas a RENOARD (ref. 7) y son válidas si se cumplen las siguientes condiciones:

1.º El coeficiente  $Q/D$  sea menor de 150, siendo  $Q$  el caudal transportado en  $m^3/h$  (a  $15^\circ C$  y presión atmosférica) y  $D$  el diámetro real de la tubería en mm.

2.º El número de Reynolds dado por:

$$R = T \times \frac{Q}{D}$$

en donde:

$T = 72000$  para propano

$Q =$  caudal en  $m^3/h$

$D =$  diámetro en mm

sea menor a 2000000

Dichas fórmulas de RENOARD para la determinación de pérdidas de carga son:

- Para presiones medias y altas (de 0.05 a más de 4 bar):

$$P_A^2 - P_B^2 = 48600 \times d_s \times L \times \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}} \quad \text{a)}$$

- Para presiones bajas (hasta 0.05 bar):

$$P_A - P_B = 232000000 \times d_s \times L \times \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}} \quad \text{b)}$$

siendo:

$P_A - P_B$  = presiones absolutas en  $\text{Kg/cm}^2$  en la fórmula a y en mm c.a. en la fórmula b, en el origen y el extremo.

$d_s$  = densidad aparente, depende de densidad relativa, viscosidad y compresibilidad, 1.16 para el propano.

L = longitud del tramo en Km.

Q = caudal en  $\text{m}^3/\text{h}$ .

D = diámetro real en mm.

Basándose en lo formulado se desarrolla una hoja de cálculo para la determinación de los diámetros de la tubería, con el condicionamiento de que la caída máxima de presión en la red sea del 25% de la presión de entrada, la cual a su vez como máximo debe ser de  $1.5 \text{ Kg/cm}^2$  según art. 32 literal f del acuerdo ministerial 116 del Ministerio de Energía (ver anexo 6)

La hoja de cálculo se la desarrolla en el anexo 7 y está en función del esquema de la planta del plano 1. De ello se determina la siguiente tabla de diámetro de tuberías.

TABLA XIII  
DIAMETROS DE LA RED DE DISTRIBUCION

<b>Tramo</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Diámetro (plg)</b>	<b>Diámetro comercial (plg)</b>
<b>A - B</b>	<b>30</b>	<b>0.53</b>	$\frac{1}{2}$
<b>B - C</b>	10	<b>0.54</b>	$\frac{1}{2}$

Esta información se puede contrastar con las tablas. Para el caso, en el anexo 8 se encuentran las tablas publicadas por Sherwood, para su utilización se transforma los Kg/h a BTU/h, entonces:

$$26.57 \text{ Kg/h} \times 11900 \text{ Kcal/Kg} / 0.252 \text{ BTU/Kcal}$$

$$26.57 \text{ Kg/h} = 1254694.44 \text{ BTU/h}$$

Siendo la distancia total 40 m, y el consumo 1254694.44 BTU/h, en la pág. 18 del anexo 8 encontramos que para 45 m y 2321000 BTU/h que son los valores inmediatos superiores, el diámetro es de ½ plg, lo que concuerda con lo calculado.

Otra parte fundamental en la red de distribución son los reguladores de presión, usualmente se trabaja con dos etapas de regulación, la primera baja la presión desde la del tanque hasta la de la línea de distribución y la segunda hasta la presión de trabajo, la cual es en la mayoría de los casos 11 plg de columna de agua.

Como ya mencionamos la presión en la tubería no debe ser superior a 1.5 Kg/cm<sup>2</sup>, siendo en el tanque aproximadamente 100 psi (7.031 Kg/cm<sup>2</sup>), por lo que se requiere disminuir la presión del tanque a la de distribución.

De acuerdo al catálogo de la REGO (anexo 9), encontramos que el regulador de primera etapa debe ser un LV4403TR4, mientras que el de segunda etapa un LV5503B4, los cuales suministran el caudal necesario de GLP.



#### 4.4. Resumen del sistema

Como se ha mencionado, el sistema completo de suministro de GLP consta de las siguientes partes (ver plano 2):

TABLA XIV  
RESUMEN DEL SISTEMA

Parte	Cantidad	Característica o modelo
Quemador	1	Cambio de diesel a glp
Tanque	1	8 m <sup>3</sup>
Tubería	40 m	½ plg
Regulador de 1°	1	LV4403TR4
Regulador de 2°	1	LV5503B8
Barra Coperweld	2	Conexión a tierra

#### 4.5. Costo del sistema

Ya se ha visto las partes que componen el sistema a GLP, y se mencionó que dentro de las políticas de venta de las comercializadoras está el comodato del tanque, por lo que los rubros a ser asumidos por la empresa variarán solo en función de si acepta o no pagar una mayor cuota por el comodato de las líneas y el cambio del quemador.

Para este caso asumiremos que la empresa invertirá tanto en el quemador como en la línea de distribución. En este caso el valor de la cuota que nos cobrará la comercializadora es de 0.03 dólares por kilo de glp transportado. La inversión a realizar se detalla rubro por rubro en la tabla XIII, estos valores se obtuvieron de una consulta con una empresa instaladora calificada para este tipo de trabajos.

#### **4.6. Análisis del tiempo de recuperación de la inversión**

Para el cálculo del tiempo de recuperación se ha elaborado un cuadro que se muestra en el anexo 10, en el cual a partir de las inversiones realizadas tanto de la red de distribución como del cambio de quemador y del ahorro por pago de combustible, (se incluye la cuota que cobra la comercializadora por el comodato del tanque más el valor del transporte del Kg de GLP) se encuentra que en las condiciones del estudio existe un ahorro de 512.21 dólares mensuales, lo que equivale al 62.42% de lo gastado y que para recuperar la inversión que llega a 2338.27 dólares se requiere de un tiempo equivalente a 4.57 meses.

TABLA XV  
COSTOS DEL SISTEMA

Parte	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Quemador	1	1249	1249
Tubería	<b>40 m</b>	<b>2.82</b>	<b>112.8</b>
Regulador de 1°	1	100	100
Regulador de 2"	1	100	100
Barra Copetweld	<b>2</b>	15	<b>30</b>
Manguera de alta presión	1	<b>8</b>	<b>8</b>
Accesorios de unión	10	<b>3</b>	<b>30</b>
Válvulas de cierre	<b>2</b>	<b>15.3</b>	<b>30.6</b>
Manómetro (0-1 5 psig)	1	<b>20</b>	<b>20</b>
Soportes de tubería	<b>15</b>	<b>2</b>	<b>30</b>
Pintura anticorrosiva	<b>2 lt</b>	9	<b>18</b>
Pintura de protección	<b>2 lt</b>	9	<b>18</b>
Mano de obra	<b>3</b>	<b>6.8</b>	<b>20.4</b>
Otros			<b>320.94</b>
Su btotal			<b>2087.74</b>
IVA			<b>250.52</b>
Total			<b>2338.27</b>

# Capítulo # 5

## 5. NORMAS PARA LAS INSTALACIONES INDUSTRIALES A GLP

### 5.1. Normas INEN existentes

Dentro de la normalización necesaria para el correcto funcionamiento de las instalaciones centralizadas a glp, el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), ha venido desarrollando las diversas normas. A continuación listaré las principales normas INEN existentes, con su respectivo propósito, aplicadas al uso del glp (ver anexo II).

NTE INEN 2260:1999 Instalaciones para gas combustible en edificaciones de uso residencial, comercial o industrial. Requisitos.

NTE INEN 2261:1999 Tanques para gases a baja presión. Requisitos e inspección.

NTE INEN 1537:1987 Prevención de incendios. Requisitos de seguridad para operaciones de trasvase de gas licuado de petróleo (GLP).

NTE INEN 1536:1997 Prevención de incendios. Requisitos de seguridad de plantas de almacenamiento y envasado de gas licuado de petróleo (GLP).

NTE INEN 440:1984 Colores de identificación de tuberías.

NTE INEN 439: 1984 Colores, señales y símbolos de seguridad.

Cabe recalcar que la mayoría de estas normas tomaron como base la NFPA 58 Storage and Handling of Liquefied Petroleum Gases, la cual se actualiza constantemente, por lo que habría que hacer las revisiones necesarias a las normas INEN, para mantenerlas dentro de los estándares internacionales.

La NTE INEN 2260:1999 que es la base para las instalaciones centralizadas, además de basarse en la NFPA 58 se basa en el Reglamento Español sobre instalaciones de almacenamiento de GLP en depósitos fijos para su consumo en instalaciones receptoras.

## **5.2. Normas faltantes y las diversas posibilidades**

Si bien existen normas que regulan el uso de glp en cuanto al almacenamiento, estas no abarcan todo lo referente a estos temas. Tenemos como ejemplo que la NTE INEN 2260:1999, solo habla de distancias mínimas de seguridad de almacenamiento hasta 20 m<sup>3</sup> de capacidad entre los depósitos, de ahí en adelante se pide aplicar directamente la NFPA 58. Así como tampoco existen normas para usos específicos del glp, sea para el uso en generación de electricidad o para combustible automotriz, como tampoco sobre equipos adicionales que se usan en los sistemas de almacenamiento y distribución de glp, como son bombas o compresores en los equipos de trasvase o para la distribución, vaporizadores, decantadores, etc.

Aquí recomiendo se extienda el uso de la NFPA 58, la cual considero como el compendio de normas sobre glp más completo, aunque no el más minucioso. Como alternativas adicionales se pueden revisar las normas mexicanas, argentinas y españolas, en sus diversos tópicos.

# Conclusiones y Recomendaciones

Como conclusión del presente trabajo puedo destacar cuatro puntos muy importantes:

1. Los sistemas de secado que usan procedimientos de transferencia de calor por medio de paredes o conducción, al poseer un pérdida de calor, no son económicos en su utilización, por lo que es mejor utilizar sistemas que utilicen la convección para transferir el calor, los cuales aprovechan hasta en un 20% más el calor generado, lo que implica un menor consumo de combustible.
2. Dentro de los combustibles el GLP es el que produce la combustión más limpia, reduciendo las emisiones hasta en un 90%, por lo cual es el recomendado para usar los sistemas de convección. Al utilizar estos sistemas en la producción, obtendremos unos índices de calidad que nos permitan competir con productos extranjeros y enmarcarnos en los nuevos conceptos de globalización.
3. Los actuales precios nacionales de los combustibles, favorecen considerablemente el uso del GLP. Para los precios internacionales el

GLP es más barato que el diesel, en cambio el GLP es más caro que el búnker. Sin embargo los costos adicionales por funcionamiento de los sistemas a búnker, sean estos mantenimientos o procesos de alimentación para el búnker, hacen que en total el uso del GLP sea mucho más beneficioso.

4. Si bien existen metidos alternativos para el secado, por ejemplo la quema de la cáscara de arroz, debido a que en la mayoría son necesarios sistemas de transferencia por medio de paredes y el poder calórico es bajo se requiere de tiempos muy largos para el proceso, lo cual lo vuelve ineficiente.
5. Por último, debido a las actuales condiciones del mercado considero que este es el momento más oportuno para el cambio de los sistemas actuales tanto a diesel, como a bunker, por un sistema a GLP, ya que los tiempos de recuperación de la inversión son cortos (en nuestro caso 4.57 meses) y una vez hecha la inversión toda nuestra producción tendrá un valor agregado, sistemas limpios.



# BIBLIOGRAFIA

1. BRAVO PATRICIA, "Estudio y Análisis de las Cámaras Tradicionales de Secado de Arroz en Cáscara" (Tesis, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1990)
2. "Cultivo del Arroz", Manual de Producción, Editorial Limusa, México, 1975
3. KREITH FRANK, "Principles of heat transfer", Intext Press, New York, 1973, 3ra. Edición
4. PINELA FLORENCIO, "Diseño y Construcción de un Secador Experimental de Granos Utilizando Energía Solar" (Tesis, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1981)
5. ESPOL, "Ventilación industrial", ESPOL, Guayaquil, 1984

6. ASSOCIATION EUROPEENNE DES GAZ PETROLE LIQUEFIES., "LPG HDV strategy paper", AEGPL, París, 1998

7. LORENZO BECCO J. L., "Los G:L:P: Los gases licuados del petróleo", Repsol-Butano, Madrid, 1989



# VAPORIZACIÓN NATURAL PARA TANQUES ENTERRADOS

FIGURA 2

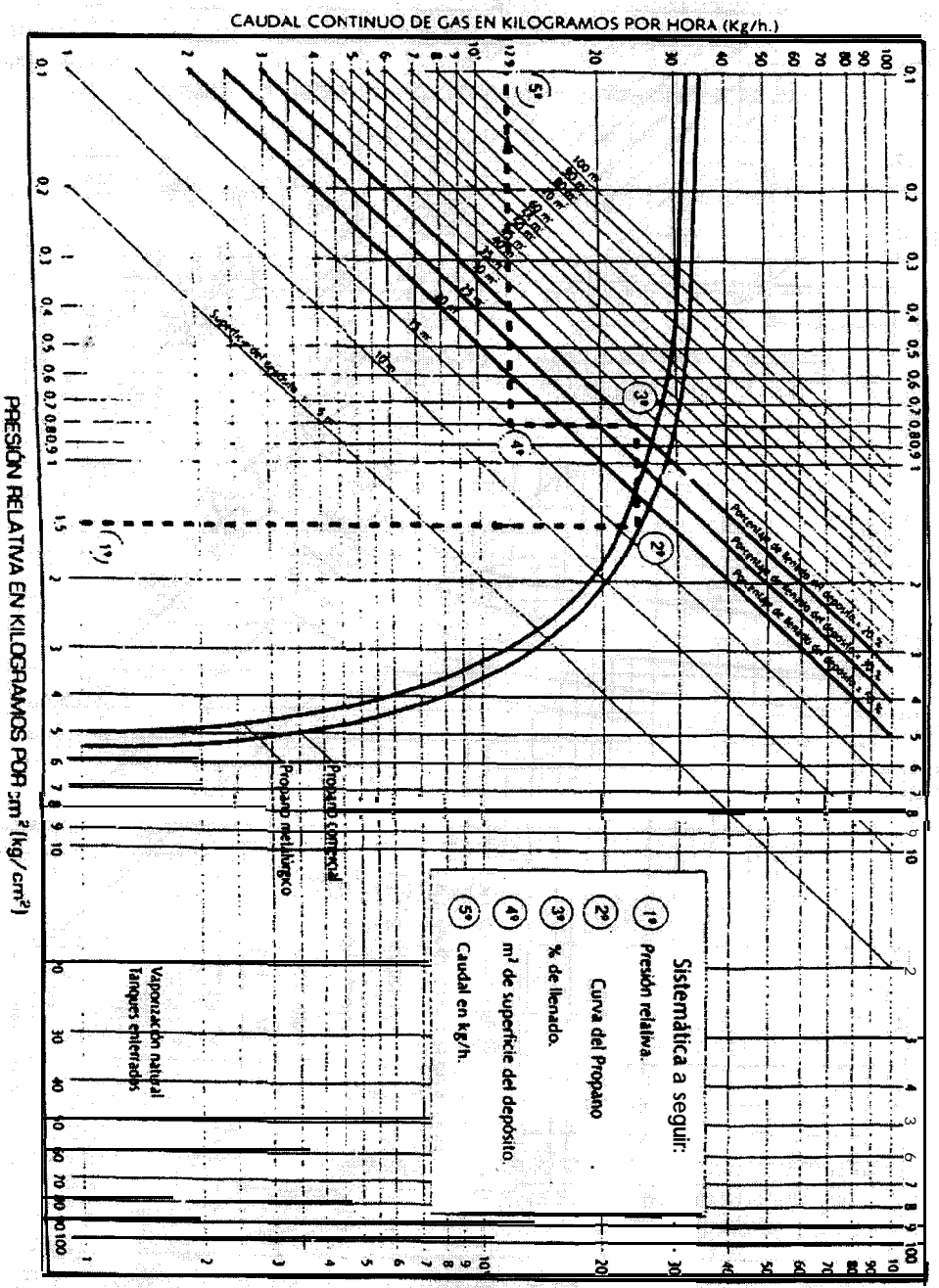


Fig. 2. Abaco para depósitos enterrados

## ANEXO 1

### COSTO DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Capacidad m <sup>3</sup>	Precio USD
0.50	525
1.10	1,105
2.20	1,990
4.30	2,820
6.00	4,800
8.00	8,000
10.00	8,750
15.00	12,300
20.00	15,750
40.00	24,050
<b>50.00</b>	<b>27,950</b>
60.00	30,950
80.00	36,950
100.00	42,700
115.00	47,000

## ANEXO 2

### PRECIO POR METRO DE TUBERIA A53 GR B CD 40 SIN COSTURA

Dimámetro plg	Precio USD
1/4	1.69
3/8	2.45
1/2	2.82
3/4	3.01
1	3.44
1 1/4	4.07
1 1/2	4.85
2	5.91
2 1/2	9.37
3	12.48
4	17.45
5	23.66
6	31.26
8	47.08
10	66.72
12	99.21

## ANEXO 3

### PRECIO DE LOS VAPORIZADORES

#### Direct-Fired Vaporizers

Model	Shipping Weight (lbs)	Shipping Dimensions (in.)	List Price Standard (FM & CSA)	Export Crating
40/40H*	155	35"L x 43"W x 46"H	\$2,044	N/A
80/40H*	220	44"L x 44"W x 46"H	\$3,298	N/A
200VE	1400	60"L x 60"H x 112"	\$15,085	\$360
400VE	2200	80"L x 60"H x 112"	\$24,514	\$370
600VE	3000	86"L x 60"H x 112"	\$28,995	\$380
800VE	3600	92"L x 60"H x 112"	\$34,315	\$390

Notes:

1. \* These units require no electricity
2. There is no export crating fee for models 80/40H & 40/40H - vaporizers are packed in strong cartons suitable for export shipping.

Model	Shipping Weight (lbs)	Shipping Dimensions (in.)	List Price Standard (FM & CSA)
5ME	120	40'L x 30"W x 38"H	\$6,790

## POWER Electric Vaporizers

Model	Shipping Weight (lbs)	Shipping Dimensions (in.)	List Price Standard (FM & CSA)	NEMKO / CE Configuration
XP12.5	90	34"L x 17"W x 17"H	\$3,150	\$3,900
XP25	90	34"L x 17"W x 17"H	\$3,240	\$3,990
XP50	90	34"L x 17"W x 17"H	\$3,810	\$4,560
XP80	120	40"L x 17"W x 17"H	\$4,750	\$5,500
*P120 - Class I, Div. 1	200	25"L x 25"W x 56"H	\$6,280	N/A
*P120 - Class I, Div. 2	200	25"L x 25"W x 56"H	\$5,570	N/A
*P160 - Class I, Div. 2	225	25"L x 25"W x 62"H	\$6,330	N/A
*P160 - Class I, Div. 1	225	25"L x 25"W x 62"H	\$7,040	N/A

Notes:

1. Voltage must be specified at time of order - see specification sheet for available voltage configurations.
2. There is no export crating fee for models XP12.5 - XP80 & P160 vaporizers are packed in strong cartons suitable for export shipping. Optional P160 export crating available for \$75.00
3. Shipping Dimensions of Nemko units varies from standard unit.
- \*4. Auto restart is standard for Division II units, see options for explosion proof version pricing.
- \*5. Non-incendie design can be built to use 220V, 240V 3 phase contact SDI for pricing.



## POWER P Electric Vaporizers

Model	Shipping Weight (lbs)	Shipping Dimensions (in.)	Std Configuratoion (Class I, Div II)	Optional Div. I Configuration	Export Crating
P320	600	45"L x 46"W x 82"H	\$16,400	\$19,970	\$360
P480	1050	54"L x 46"W x 82"H	\$21,980	\$27,150	\$380
P640	1300	54"L x 46"W x 82"	\$27,300	\$34,180	\$380
P800	1650	80"L x 46"W x 82"H	\$33,800	\$40,740	\$460
P960	1900	80"L x 46"W x 82"H	\$39,280	\$48,420	\$460

Notes:

1. Voltage must be specified at time of order - see specification sheet for available voltage configurations
2. Auto restart is standard for Division II units, see options for explosion proof version pricing.
3. Non-incendive design can be built to use 220V, 240V 3 phase contact Algas-SDI for pricing.

Options:

p/n	Description	Div II	Explosion Proof (Div I)
50798	Alarm consolidation module	\$495	\$495
80318	Economy operation kit	\$920	\$1720*
80300	Auto restart kit	standard	\$550

\* Explosion proof economy option price is for one core, an additional \$400/per core is charged for all models

note: The above are Algas-SDI's standard options for this equipment line. Non-standard options (not listed here) will be priced by Algas-SDI on a case-by-case basis, may involve longer lead times and may not be supported with documentation.

## Vertical Electric Waterbath Vaporizers

Model	Shipping Weight (lbs)	Shipping Dimensions (in.)	List Price Standard FM Model	Export Crating
VECP05	320	42"L x 45"W x 54"H	\$8.700	\$420
VECP10	490	44"L x 45"W x 63"H	\$10.100	\$420
VECP15	780	47"L x 50"W x 70"H	\$12.140	\$420
VECP20	800	56"L x 65"W x 73"H	\$13.790	\$440
VECP30	850	72"L x 67"W x 73"H	\$18.100	\$440
VECP40	900	72"L x 67"W x 73"H	<b>\$23.940</b>	\$470
VECP50	1,000	76"L x 67"W x 86"H	\$28,530	\$470

## AQUAVAIRE Vertical Waterbath Vaporizers

Model	Shipping Weight (lbs)	Shipping Dimensions (in.)	List Price Standard FM Model	Minnesota Gas Train	CGA Gas Train	Optional Voltage Xfmr	Optional Voltage/50Hz	Export CCrating
Q320V	1,500	80"L x 39"W x 77"H	<b>\$21,900</b>	standard	\$650	\$560	\$790	\$350
Q480V	2,025	80"L x 39"W x 90"H	<b>\$24,700</b>	standard	\$650	<b>\$560</b>	\$790	\$350
Q640V	2,290	98"L x 51"W x 90"H	\$28,390	standard	\$650	<b>\$580</b>	\$950	\$400
Q800V	2,300	98"L x 52"W x 95"H	<b>\$33,140</b>	standard	\$650	<b>\$580</b>	\$950	\$400
Q960V	2,900	98"L x 52"W x 96"H	<b>\$36,830</b>	standard	\$650	\$580	\$950	\$400
Q1120V	4,000	94"L x 55"W x 93"H	<b>\$41,200</b>	<b>\$825</b>	\$975	<b>\$830</b>	\$1,170	\$450
Q1375V	4,500	112"L x 66"W x 93"H	<b>\$43,370</b>	<b>\$825</b>	\$975	<b>\$830</b>	\$1,170	\$450
<i>New!</i> Q1650V	4,600	112"L x 66"W x 93"H	<b>\$45,115</b>	<b>\$825</b>	\$975	<b>\$830</b>	\$1,170	\$450

Notes:

1. Minnesota and CGA, Gas Train prices must be added to standard model pricing, as appropriate.
2. Standard voltage supply is 120V/1ph/60Hz. Voltage option is for separate transformer - 208, 220 or 240V
3. 50Hz configuration includes transformer and 50Hz motors for blower and waterpump.
4. Antifreeze / corrosion inhibitor not included in price (see options below.)
5. IRI gas trains available - contact Algas-SDI/ for pricing.
6. Standard vertical waterbath vaporizers rated for -40F operation
7. CGA option includes CRN# for vaporizer coil - check with factory for lead times.

Options:

p/n	Description	Price
	Electric back up waterbath heater (requires separate 120V electrical service)	\$590
	ASME U code stamp for pressure vessel / fabrication	\$690
	Corrosion inhibitor (5 gallon container)	<b>\$600</b>

note: The above are Algas-SDI's standard options for this equipment line. Non-standard options (not listed here) will be priced by Algas-SDI on a case-by-case basis, may involve longer lead times and may not be supported with documentation.

## AQUAVAIRE Horizontal Waterbath Vaporizers

<b>Model</b>	<b>Shipping Weight (lbs)</b>	<b>Shipping Dimensions (in.)</b>	<b>List Price Standard Model</b>	<b>Minnesota Gas Train</b>	<b>CGA Gas Train</b>	<b>IRI Gas Train</b>	<b>Optional Voltage/50Hz</b>
Q1650H	6,500	217"L x 63"W x 82"H	\$51,860	\$1,290	\$970	\$1,250	\$1,300
Q2200H	7,700	217"L x 70"W x 92"H	\$66,950	\$1,290	\$970	\$1,250	\$1,500
Q3300H	8,900	206"L x 80"W x 90"H	\$85,630	\$1,150	\$970	consult ASDI	\$1,560
Q4400H	11,520	288"L x 80"W x 90"H	\$104,265	\$1,150	\$970	consult ASDI	\$1,600
Q5500H	18,000	290"L x 80"W x 90"H	\$122,390	\$0	\$970	consult ASDI	\$1,600
Q7500H	23,000	312"L x 105"W x 90"H	\$163,180	\$0	\$970	consult ASDI	\$1,600
Q10000H	30,000	340"L x 105"W x 125"H	\$200,175	\$0	\$970	consult ASDI	\$1,600
Q12500H	37,000	388"L x 105"W x 125"H	\$227,280	\$0	\$970	consult ASDI	\$1,800

Notes:

1. Minnesota, CGA, and IRI Gas Train prices must be added to standard model pricing, as appropriate.
2. See specification sheet for standard voltages. Non-standard voltages will not carry FM approval.
3. 50Hz configuration includes 50Hz motors for water circulation pumps.
4. Antifreeze / corrosion inhibitor not included in price (see options below.)
5. Horizontal waterbath vaporizers are rated for 0°F, consult factory for operation at lower ambient conditions.
6. CGA option includes CRN# for vaporizer coil - check with factory for lead times.

Options:

<b>p/n</b>	<b>Description</b>	<b>Price</b>
	Corrosion inhibitor (5 gallon container)	\$600

note: The above are Algas-SDI's standard options for this equipment line. Non-standard options (not listed here) will be priced by Algas-SDI on a case-by-case basis, may involve longer lead times and may not be supported with documentation.

## AZEOVAIRE Steam Heated Vaporizer

SDI Model	Algas Model	Shipping Weight (lbs)	Shipping Dimensions (in.)	List Price Standard Model	Stainless Outer Tubes	Flange Kit	Export Crating
A160S	LF10	600	104"L x 24"W x 29"H	\$10,400	\$450	\$170	\$230
A320S	LF20	675	104"L x 24"W x 29"H	\$12,660	\$450	\$170	<b>\$230</b>
A480S	LF30	760	104"L x 24"W x 31"H	\$17,200	\$530	\$170	\$260
A640S	LF50	800	104"L x 24"W x 31"H	\$20,180	\$530	\$220	\$260
A800S	LF70	875	104"L x 24"W x 31"H	\$21,830	\$600	\$220	\$280
A960S	LF85	950	104"L x 27"W x 32"H	\$23,020	\$780	\$220	\$280
A1120S	LF100	1,000	104"L x 27"W x 32"H	\$25,280	\$880	\$220	<b>\$280</b>
A1650S	LF150	1,100	104"L x 34"W x 33"H	\$32,000	\$980	<b>\$270</b>	<b>\$420</b>
A2200S	LF200	1,800	111"L x 45"W x 38"H	\$37,900	\$1,400	<b>\$270</b>	<b>\$450</b>
A3300S	LF300	3,400	111"L x 45"W x 46"H	\$54,470	\$1,700	<b>\$280</b>	<b>\$480</b>
A4400S	LF400	3,600	116"L x 46"W x 50"H	\$64,980	\$1,950	\$280	<b>\$520</b>

Notes:

1. Stainless steel outer tubes option refers to *steam* side of heat exchanger - standard material is carbon steel.
2. Flange Kit includes ANSI flanges for all connection points greater than 3/4" NPT - refer to specification sheet for connection size
3. Specify viton elastomers for down stream components before the first stage regulator.

note: The above are Algas-SDI's standard options for this equipment line. Non-standard options (not listed here) will be priced by Algas-SDI on a case-by-case basis, may involve longer lead times and may not be supported with documentation.

## AZEOVAIRE Circulating Hot Water Vaporizer

SDI Model	Algas Model	Shipping Weight (lbs)	Shipping Dimensions (in.)	List Price Standard Model	Stainless' Outer Tubes	Flange <sup>2</sup> Kit	H2O <sup>3</sup> Trim Kit	LPG <sup>4</sup> Trim Kit	Export Crating
A160W	LFW10HC	550	104"L x 24"W x 29"H	\$10,200	\$450	\$170	\$3,280	\$1,040	\$320
A320W	LFW20HC	675	104"L x 24"W x 29"H	\$12,260	\$450	\$170	\$3,280	\$1,040	\$320
A480W	LFW30HC	760	104"L x 24"W x 31"H	\$17,080	\$530	\$170	\$3,410	\$1,040	\$360
A640W	LFW50HC	800	104"L x 24"W x 31"H	\$18,390	\$530	\$220	\$3,410	\$1,040	\$360
A800W	LFW70HC	875	104"L x 24"W x 31"H	\$20,490	\$600	\$220	\$3,990	\$1,070	\$380
A960W	LFW85HC	950	104"L x 27"W x 32"H	\$22,500	\$780	\$220	\$3,990	\$1,070	\$380
AI 120W	LFW100HC	1,000	104"L x 27"W x 32"H	\$24,100	\$880	\$220	\$3,990	\$1,070	\$380
AI 650W	LFW150HC	1,100	104"L x 34"W x 33"H	\$30,360	\$980	\$270	\$5,275	\$1,340	\$420
A2200W	LFW200HC	1,800	111"L x 45"W x 38"H	\$36,380	\$1,400	\$270	\$5,610	\$1,370	\$450
A3300W	LFW300HC	3,400	111"L x 45"W x 46"H	\$49,320	\$1,700	\$280	\$6,815	\$2,495	\$480
A4400W	LFW400HC	3,600	116"L x 46"W x 50"H	\$59,730	\$1,950	\$280	\$6,815	\$3,375	\$520

**Notes:**

1. *Stainless steel outer tubes option refers to water side of heat exchanger - standard material is carbon steel.*
2. *Flange Kit includes ANSI flanges for all connection points greater than 3/4" NP - refer to specification sheet for connection sizes*
3. *H2O Trim Kit includes: water flow switch, water inlet/outlet valves, water inlet strainer.*
4. *LPG Trim Kit includes: inlet & outlet isolation valves*

note: The above are Algas-SDI's standard options for this equipment line. Non-standard options (not listed here) will be priced by Algas-SDI on a case-by-case basis, may involve longer lead times and may not be supported with documentation.

## ANEXO 4

### CARACTERISTICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO

DIAMETRO mm	CAPAC. m <sup>3</sup>	LONG. mm	PESO kg	AREA m <sup>2</sup>
930	1.10	1660	<b>380</b>	5.52
<b>1000</b>	<b>2.20</b>	<b>2880</b>	700	<b>9.86</b>
<b>1110</b>	<b>4.30</b>	<b>4460</b>	1200	<b>16.74</b>
<b>1540</b>	<b>6.00</b>	<b>3450</b>	2100	<b>19.06</b>
<b>1540</b>	<b>8.00</b>	<b>4260</b>	<b>2600</b>	<b>24.72</b>
<b>1540</b>	<b>10.00</b>	<b>5420</b>	2900	<b>28.88</b>
<b>1720</b>	<b>15.00</b>	<b>6750</b>	4900	<b>39.38</b>
<b>1720</b>	20.00	9040	<b>5800</b>	<b>48.85</b>
<b>2182</b>	<b>40.00</b>	<b>11862</b>	10700	<b>81.31</b>
<b>2232</b>	<b>50.00</b>	<b>13922</b>	<b>12000</b>	<b>97.62</b>
<b>2960</b>	<b>80.00</b>	<b>12660</b>	<b>21000</b>	<b>117.91</b>
<b>2960</b>	100.00	15510	<b>25900</b>	<b>140.51</b>
<b>2960</b>	115.00	17540	<b>29600</b>	<b>163.11</b>

# ANEXO 5

## NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN 2260

INEN

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

ESTADO DE LA NORMA

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

N TE INEN 2 260:99

ESTADO DE LA NORMA

**INSTALACIONES PARA GAS COMBUSTIBLE EN EDIFICACIONES DE USO RESIDENCIAL, COMERCIAL O INDUSTRIAL. REQUISITOS.**

Primera Edición

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

First Edition

---

DESCRIPTORES: instalaciones de gas, combustible de gas, requisitos  
NC 07 01 402  
CDD 696.2  
CDD 4102  
ICS 23.040



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

**3.1.10 Artefactos de gas o gasodomésticos.** 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.

**3.1.11 Autoridad competente.** Es la organización, institución o persona responsable de la aprobación de un equipo, una instalación o un procedimiento.

**3.1.12 Camisas.** Tubos que alojan en su interior una tubería de conducción de gas.

**3.1.13 Tuberías.** Caños, tuberías, mangueras y conectores de mangueras, flexibles de caucho o metálicos, con válvulas y accesorios que conforman un sistema completo para llevar gas combustible a variadas presiones desde un punto a otro.

**3.1.14 Capacidad instalada.** Máxima potencia expresada en kw, (Btu/h) que puede suministrar una instalación, la cual depende de las especificaciones de diseño de la misma.

**3.1.15 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 u otro documento normativo específico.

**3.1.16 Cilindro.** Es el recipiente utilizado para almacenar y transportar gas combustible, cuya capacidad volumétrica total no exceda de  $0,11 \text{ m}^3$  de contenido de agua a condiciones de referencia (45 Kilogramos de gas combustible), y que por su tamaño y peso permite ser transportado manualmente con cierta facilidad.

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

**3.1.18 Condiciones de Referencia.** Son las condiciones de presión y de temperatura a las cuales se refiere a los volúmenes del gas combustible. Como condiciones de referencia se toman los valores convencionales equivalentes a una temperatura de  $15,6 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $60 \text{ }^\circ\text{F}$ ), y una presión de  $101,3 \text{ kPa}$  ( $14,7 \text{ psi}$ ).

**3.1.19 Conector flexible.** Es el destinado a conectar el punto de salida de una instalación interior o de un cilindro de gas combustible con los gasodomésticos móviles, desplazables o susceptibles de sufrir vibraciones.

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

**3.1.21 Corte automático de gas.** 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 provisto como elemento de seguridad en la instalación. La reapertura del suministro sólo será posible mediante un rearme manual.

**3.1.22 Chimenea general del edificio.** Conducto diseñado para la ventilación y/o evacuación de los productos de la combustión de gas que teniendo sus conexiones con locales del edificio tiene una salida única a nivel superior a la cubierta del edificio.

**3.1.23 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.

- 3.1.24 Dispositivo de evacuación de condensados.** Dispositivo situado en los puntos bajos de las tuberías que acumula y evacua los condensados.
- 3.1.25 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.
- 3.1.26 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, debida a condiciones de emergencia o a condiciones anormales.
- 3.1.27 Edificación.** Cualquier construcción para uso residencial o comercial. En el caso de uso residencial puede ser unifamiliar o multifamiliar.
- 3.1.28 Factor de coincidencia.** Relación existente entre la máxima demanda probable y la máxima potencia de gas.
- 3.1.29 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.
- 3.1.30 Fundas o camisas.** Tubo que contiene a otro para protegerle y permitir la evacuación de eventuales fugas.
- 3.1.31 Gas combustible.** Esta norma considera como gas combustible el gas de ciudad, gas natural o gas licuado de petróleo.
- 3.1.32 Gas de ciudad.** Es una mezcla de hidrógeno, Nitrógeno y otros hidrocarburos.
- 3.1.33 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.
- 3.1.34 Gas licuado de petróleo, GLP.** Está constituido por mezclas de hidrocarburos extraídos del procesamiento del gas natural o del petróleo, gaseoso en condiciones atmosférica, que se licúa fácilmente por enfriamiento o por compresión, constituidos fundamentalmente por propano y butano.
- 3.1.35 Gas tóxico.** Es aquel constituido por elementos nocivos para la salud, como el monóxido de carbono, generados por la combustión incompleta del gas.
- 3.1.36 Índice de Wobbe.** Índice que caracteriza el caudal calorífico de un quemador y viene definido por la relación entre el poder calorífico superior, PCS y la raíz cuadrada de la densidad del gas respecto al aire.
- 3.1.37 Instalación comercial o industrial.** Es la existente en edificaciones destinadas a ventas, servicios o procesos fabriles.
- 3.1.38 Instalación Multifamiliar.** Es la existente en edificaciones donde residen dos ó más familias.
- 3.1.39 Instalación Unifamiliar.** Es la existente en edificaciones donde reside una familia.
- 3.1.40 Instalaciones para suministro de gas.** Conjunto de tuberías, equipos (tanques, reguladores, contadores, etc.). y accesorios requeridos para la conducción del gas a edificaciones.
- 3.1.41 Instalación estacionaria (permanente).** Instalación de recipientes de gas combustible, tuberías y equipos para uso indefinido en una ubicación en particular; una instalación que generalmente se supone no cambiara su situación, condición o lugar.

(Continúa)

**3.1.42 Juntas mecánicas por compresión.** Elementos de unión donde la hermeticidad se consigue agregando presión sobre las partes de la tubería y los componentes de la unión, mediante un elemento de material plástico.

**3.1.43 Línea de acometida o acometida.** Derivación de la línea secundaria que llega hasta la válvula de corte (registro) de la primera etapa de regulación asociada al múltiple.

**3.1.44 Línea individual.** Sistema de tuberías interna o externas a la vivienda que permiten la conducción de gas, hacia los distintos artefactos de consumo de un mismo usuario. Está comprendida entre la salida de los 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.

**3.1.45 Líneas matrices.** Sistemas de tuberías exteriores o interiores a la edificación (en este último caso, ubicadas en las áreas comunes de la edificación) que forman parte de la instalación para el suministro de gas, donde resulte imprescindible ingresar a las edificaciones multiusuario con el objeto de acceder los centros de medición. Están comprendidas entre la salida del registro de corte en el tanque o la acometida de la respectiva edificación multiusuario y los correspondientes contadores individuales de consumo.

**3.1.46 Líneas secundarias.** Son los anillos de distribución que se derivan de los reguladores de presión de primera etapa asociados a los respectivos tanques de almacenamiento de GLP.

**3.1.47 Llenado por peso.** Llenado del recipiente por el peso del GLP dentro del mismo. No se requieren determinaciones ni correcciones por temperatura, ya que una unidad de peso es una cantidad constante, sin importar la temperatura a la que se encuentre.

**3.1.48 Llenado volumétrico.** Llenado de un recipiente por determinación del volumen de GLP dentro de éste. A menos que el recipiente se llene con un medidor fijo del nivel máximo de líquido, se hace necesaria una corrección del volumen para la temperatura del líquido.

**3.1.49 Poder calorífico superior (P. C.S.).** Es la cantidad de calor, expresada en kilocalorías, producida por la combustión completa de la unidad de peso o volumen de gas, cuando los productos de la combustión son enfriados hasta el punto que resulte condensado el vapor de agua que contienen.

**3.1.50 Presión de servicio de los gasodomésticos.** Presión estática relativa medida en la conexión de entrada del gas al gasodoméstico cuando éste se encuentra en funcionamiento. Se expresa en milibares (mbar) o en milímetros de columna de agua (mm C.A).

**3.1.51 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.

**3.1.52 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".

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

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

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

(Continúa)

**3.1.56 Recipiente portátil.** Recipiente diseñado para ser movido con facilidad que se distingue de los recipientes diseñados para instalaciones estacionarias.

**3.1.57 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.

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

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

**3.1.60 Sellante.** Sustancias o elementos destinados a garantizar la hermeticidad en montajes mecánicos.

**3.1.61 Semisótano.** Entrepiso de una edificación ubicado parcialmente por debajo del nivel del terreno.

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

**3.1.63 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).

**3.1.64 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.

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

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

**3.1.67 Sótano.** Entrepiso de una edificación, ubicado por debajo del nivel del terreno.

**3.1.68 Sótano suficientemente 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.

**3.1.69 Tanque fijo o estacionario.** Es el recipiente que por su capacidad volumétrica total, su tamaño y peso, debe permanecer fijo en el sitio de emplazamiento. Su diseño y construcción deben cumplir con las especificaciones de esta norma y tener la certificación de conformidad con norma.

**3.1.70 Tanque en montículo.** 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.

**3.1.71 Tanques portátiles (También llamados tanques deslizables).** Recipientes de más de (1000 lbs) 454 kg de capacidad de agua utilizados para el transporte de GLP en calidad de paquete, es decir, lleno hasta su máximo nivel permitido. Tales contenedores se montan sobre patines o ruedas y tienen todos sus accesorios debidamente protegidos de tal manera que pueden trasladarse en forma segura como paquete.

(Continúa)

**3.1.72 Tanque Semiestacionario.** Es el recipiente cuya capacidad volumétrica total está comprendida entre 0, 1 1 m<sup>3</sup> y 0.45 m<sup>3</sup> de contenido de agua, a condiciones de referencia y que por razón de su tamaño y peso debe permanecer en el sitio de emplazamiento. Su diseño y construcción deben cumplir con los requisitos del Código ASME y tener certificación del fabricante.

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

**3.1.74 Tubería vista.** Tubería instalada en sitios visibles de la edificación

**3.1.75 Tubería de venteo.** Tuberías conectadas al orificio de alivio del regulador de presión, usada para conducir a la atmósfera o a sitios ventilados los posibles escapes de gas, producidos por una sobrepresión en el sistema o una ruptura en el diafragma del regulador

**3.1.76 Tubería de ventilación.** Es la tubería conectada a la salida de la válvula de seguridad del regulador de presión o de la válvula de seguridad de salida del tanque o cilindro, que permite, conducir a la atmósfera o a sitios ventilados, los posibles escapes de gas producidos por exceso de presión en el sistema.

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

**3.1.78 Tubería empotrada.** Tubería de gas combustible ubicada en pisos y paredes (hormigón o mampostería) ubicadas en canales y cubiertas con material de fácil remoción.

**3.1.79 Tuberías ocultas.** Son aquellas tuberías sobre las cuales no hay una percepción visual directa. Pueden ser: empotradas, enterradas o por ducto.

**3.1.80 Tuberías por ductos.** Tuberías instaladas en el interior de ductos o camisas.

**3.1.81 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.

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

**3.1.83 Vivienda** Parte de la edificación destinada para fines de habitación

## 4 CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES

4.1 Según la presión máxima de servicio, las instalaciones receptoras de gas combustible se clasifican en:

De baja presión (BP): hasta 0,05 bar (500 mm de columna de agua)

De media presión A (MPA): hasta 0,4 bar (6 psig)

De media presión B (MPB): hasta 4 bar (60 psig)

## 5. REQUISITOS

### 5.1 Requisitos específicos

5.1.1 Las instalaciones para gas combustible deben estar compuestas por:

(Continúa)

### 5.3 Tuberías.

5.3.1 Estas deben resistir la acción del gas combustible y del medio exterior, al que deben estar protegidos, mediante un sistema eficaz.

6.3.1.1 Los espesores de las paredes, deben cumplir como mínimo con las condiciones de ensayo de presión impuestas a estas instalaciones, y deben tener una resistencia mecánica suficiente.

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

#### 5.3.2.1 Tuberías metálicas.

a) Materiales. Las tuberías deben ser de acero al carbono, acero inoxidable y 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, mínimo cédula 40 y de acuerdo con las siguientes normas: ISO 65 Heavy o ASTM A53; negro o galvanizada por inmersión en caliente. El diámetro interior mínimo debe ser de 12,7 mm

a.2) Tuberías de cobre rígida o flexible, sin costura, según las normas: ISO 1635 o ASTM B 88 M 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, en promedio, a 7 mg

a.3) Tubería flexible corrugada de acero inoxidable tipo CSS I fabricada según las especificaciones de la norma ANSI/AGAIC 1.

5.3.2.2 *Tuberías plásticas.* Las tuberías plásticas de polietileno (PE) deben ser utilizadas exclusivamente en instalaciones enterradas; sus especificaciones deben cumplir con lo establecido en la norma ISO 4437/ ASTM D2513 o equivalente aceptado por el INEN

#### 5.3.3 Métodos de acoplamiento de tuberías.

5.3.3.1 Las uniones de los tubos entre sí y de éstos con los accesorios se debe hacer de acuerdo con los materiales en contacto, y de modo que la ejecución de las operaciones se lleve a cabo de forma que no lleguen a provocar pérdidas de estanquidad en las uniones.

a) Las uniones metal metal solamente se deben aceptar cuando sean de tipo esfera cono, tipo hermético o similares.

b) También pueden utilizarse uniones con junta de caucho sintético, siempre que ésta trabaje a compresión sobre asientos planos de suficiente sección para asegurar una perfecta estanquidad en las uniones.

c) Cuando se utilicen uniones roscadas, o con manguitos roscados, se debe asegurar la estanquidad mediante politetrafluoroetileno (teflón) o una traba química anaeróbica adecuada.

5.3.3.2 Conexiones roscadas. Se utilizan para la unión de tuberías metálicas rígidas y sus correspondientes accesorios. En las conexiones roscadas se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

a) Las conexiones entre tuberías pueden ser roscadas cuando la presión de servicio no exceda de 34 kPa (5 psig)

b) La unión roscada debe ser del tipo cónico NGT que cumplan los requisitos de la N T I S O 7 para conexiones en tuberías y que cumpla con los requerimientos de la N T E I N E N correspondiente.

c) No deben usarse uniones de tipo roscado para tuberías de diámetro mayor que 50 111111 .

d) Se debe utilizar sellantes que cumplan con los requisitos del literal c) del numeral 5.3.4. 1.

5.3.3.3 *Conexiones soldadas.* Se utilizan en la unión de tuberías metálicas rígidas y flexibles y sus correspondientes accesorios. En las conexiones soldadas se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

a) Para soldar tuberías de acero, se deben cumplir los requisitos de la N T E I N E N correspondiente.

b) Para unir tuberías de cobre se debe emplear soldadura fuerte capilar, con punto de fusión entre 550 °C y 800 °C sin decapante.

c) Todos los procesos de soldadura como el operario que las aplica deben ser calificados. (Ver N T E I N E N 1 2 8 ) .

5.3.3.4 *Accesorios para tuberías.* Los accesorios deben ser de acero, cobre, fundición maleable, fundición dúctil (nodular). No deben utilizarse accesorios para tuberías (elbows, tees, cruces, acoplamientos, uniones, bridas y tapones) de hierro fundido.

a) Las uniones para tubería de hierro forjado, acero o cobre pueden ser roscadas, soldadas o soldadas con soldadura de latón (bracing).

1. Los accesorios utilizados a presiones mayores que la del recipiente, tales como en la descarga de las bombas de transferencia de líquido, deben ser compatibles con una presión de trabajo no menor que 350 psi (2,4 MPa).

2. Los accesorios utilizados con gas combustible líquido o con vapor de agua a presiones operativas mayores que 125 psi (0,9 MPa), deben ser compatibles con una presión de trabajo de 250 psi (1,7 MPa).

5.3.3.5 *Otras conexiones metálicas.* Sólomente se aceptan en tuberías metálicas flexibles y pueden ser abocinadas tipo FLARE. Este tipo de conexiones debe utilizarse únicamente donde la experiencia o ensayos hayan demostrado que son adecuadas para las condiciones locales y donde se prevean, desde el diseño, las consideraciones para impedir la eventual separación de las juntas.

a) Los accesorios para las conexiones abocinadas deben cumplir los requisitos de la N T E I N E N 133.

5.3.3.5 *Uniones con empaques:* se pueden utilizar en los empalmes donde sea necesario efectuar labores de revisión, reparación o desmonte de las partes, tales como en el acople al contador, en las uniones universales o en los acoples rápidos.

a) El sellado de los dos cuerpos que integran la unión universal debe hacerse mediante empaques "o ring" o planos, de vitón, buna-n, neopreno o materiales similares que no sean atacados por el gas.

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

c) No se permite el uso de uniones universales con asiento cónico metálico de resistencia menor a 1,03 Mpa (150 psig) y solo deben ser ubicados en lugares visibles y de fácil acceso.

(Continúa)

**5.3.3.6 Conexiones para tuberías plásticas.** 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:

- a) No deben utilizarse conexiones roscadas en tuberías de polietileno
  - b) No se permite el uso de pegantes o sellantes químicos
  - c) La junta debe tener un valor de resistencia longitudinal al estiramiento como mínimo igual a la resistencia a la tracción de la tubería plástica.
  - d) Las uniones por fusión térmica deben hacerse de acuerdo con la Norma ASTM D2657 y deben cumplir las recomendaciones dadas por el fabricante para garantizar que su resistencia sea como mínimo equivalente a la de la tubería plástica.
  - e) No debe usarse el método de fusión térmica (Jara unir tuberías fabricadas de materiales plásticos incompatibles.
  - 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 1/3 o 1/2 largo de la longitud total del acople de compresión. No deben usarse anillos seccionarios o de ajuste.
  - g) Las uniones en tuberías de polietileno deben realizarse por termofusión, con accesorios mecánicos del tipo por compresión o por accesorios de transición ensamblados en fábrica. Se permite el uso de la fusión por calor y de accesorios de transición ensamblados en fábrica para realizar uniones en todas las medidas de tubo de polietileno utilizadas. Los accesorios mecánicos por compresión no se deben utilizar tuberías que superen los 50 mm (2") de diámetro. Todos los accesorios utilizados para unir tuberías de polietileno deben ser ensayados y recomendados por el fabricante para el uso con tubo de polietileno (PE), y deben instalarse de acuerdo con el procedimiento escrito del fabricante. Para la termofusión, estas instrucciones deben ser específicas para el tipo y grado de polietileno utilizado. 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 deberán 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 D3264 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" y deben ser recomendados por el fabricante para el uso con gas combustible.
- (3.2) Los accesorios mecánicos deberán cumplir con la categoría I de la norma ASTM D2513 para uniones mecánicas y deben ser ensayados y demostrar ser aceptables para el uso con tuberías de polietileno:
- a) Los accesorios mecánicos del tipo por compresión deben incluir un montante de refuerzo tubular interno rígido, que no sea un montante de refuerzo tubular partido, para dar sostén al tubo. El material de las juntas del accesorio deben resistir la acción del gas combustible y debe ser compatible con el material de tubo de polietileno (PE).
  - b) Los accesorios deben instalarse en conformidad con el procedimiento provisto por el fabricante.
- g.3) Los tubos de subida sin ánodo deben cumplir con lo siguiente:
- a) Los tubos de subida sin ánodo ensamblados en fábrica deben estar recomendados por su fabricante para el uso con gas combustible y deben ser ensayados por éste para detectar fugas, en concordancia con procedimientos escritos.

(Continúa)



- b) Los tubos de subida sin ánodo ensamblados in situ, con adaptadores de cabeza al servicio, deben estar recomendados por el fabricante para el uso con gas combustible y deben ser de un diseño certificado que cumpla con los requisitos de la categoría I de la norma AS1 M D25 13. El fabricante debe proveer al usuario instrucciones de instalación calificadas.

g.4) Toda persona que instale tuberías de polietileno debe estar entrenada en el procedimiento de unión aplicable. El entrenamiento debe estar documentado.

#### 5.3.4 Instalación de tuberías

5.3.4.1 Las instalaciones de tuberías de distribución de gas combustible en edificios para uso residencial, comercial o industrial pueden ser: ocultas (empotradas, enterradas y por ductos) y vistas, además, deben cumplir con lo siguiente:

- a) Las tuberías verticales deben ir siempre vistas o en cajetines ventilados, tanto en su parte superior como inferior, y accesibles en toda su extensión.
- b) Los recorridos previstos para los ductos y los lugares destinados a los diversos elementos de la instalación no deben requerir perforación que comprometa los elementos estructurales del inmueble.
- c) Por la naturaleza de la edificación, siempre que el sótano esté suficientemente ventilado, la canalización de entrada del gas combustible debe ser continua, sin dispositivos de cierre, ni derivaciones ni uniones que no sean soldadas en su recorrido por el sótano.
- d) Excepcionalmente se podrá autorizar el paso de tuberías, sin camisa de protección, por sótanos que por la configuración del trazado de la tubería dificulta la colocación de la camisa continua. Para este tramo debe usarse la tubería de acero negro y sin costura.
- e) Cuando se requiera protección, el diámetro interior de la camisa de acero debe ser superior, a menos, en un centímetro al diámetro exterior del tubo al que proteja, y debe ser abierto en ambos lados.
- f) El trazado debe tener una pendiente continua que asegure el flujo de los eventuales condensados hacia los puntos bajos, para su extracción a factores que el diseñador debe tomar en cuenta para las instalaciones.
- g) Los componentes flexibles de los sistemas de tuberías deben cumplir con la NTE INEN 886 para el servicio en el cual serán utilizados, deben instalarse de conformidad con las instrucciones del fabricante y deben, además, cumplir con lo siguiente:
- g.1) Los conectores flexibles deben estar diseñados para una presión de trabajo de 2,4 MPa (346 psig) y se pueden utilizar hasta de 1 m de largo, con tuberías de líquido o vapor, en tanques portátiles o estacionarios, para compensar la dilatación, contracción, trepidación, vibración y sedimentación.
- g.2) Para líquido, se recomienda la utilización de mangueras de uso húmedo.
- g.3) Los terminales de la tubería, para conexión con mangueras flexibles, deben estar de acuerdo con lo especificado en la NTE INEN 886.
- g.4) Las tuberías flexibles pueden estar alojadas dentro de otras tuberías de material incombustible, dedicadas exclusivamente para este fin, con el objeto de facilitar su instalación.
- g.5) En cualquier caso los tramos de la tubería flexible deben ser continuos y la tubería donde ésta se aloja deben estar conectados directamente al exterior de la edificación para su ventilación.

(Continúa)

- g.6) Los tubos flexibles a base de elastómeros sólo se deben admitir para aparatos móviles o desplazantes o para unir una botella de gas combustible a la instalación fija, sujetándolos convenientemente por los extremos mediante abrazaderas de ajuste mecánico y deben cumplir con lo establecido en la NTE INEN 885 .
- h) No se debe permitir la instalación cercana a tuberías de otros tipos de gases (oxígeno, hidrógeno, acetileno, etc.) las distancias a la instalación de gas combustible deben estar de acuerdo con lo establecido en las tablas 3, 4 y 5, y en la norma NI PA 58.
- i) Las tuberías que puedan estar expuestas a choques deben ser de material resistente o estar protegidas eficazmente por un dispositivo adecuado.
- j) Todo la instalación de abastecimiento y distribución de gas combustible en un edificio de uso residencial, comercial o industrial, (en cualquier caso) debe contar con un sistema de purga y de limpieza.
- k) Toda la instalación de abastecimiento y distribución de gas combustible debe estar protegida contra cualquier daño físico provocado por vehículos.
- l) Los sistemas de tuberías para suministro de gases combustibles deben ser totalmente independientes; por esta razón, no se deben conectar con otro sistema de tubería de gas diferente al que se esté suministrando.
- m) Cuando sea imprescindible instalar tuberías por encima de los cielos falsos, estas no deben apoyarse en la estructura que la conforman. El cielo falso debe ser fácilmente removible y el espacio entre el cielo falso y el techo debe contar con un área de ventilación calculado así:
- m. 1) Cuando la zona que conforma el cielo falso posea aberturas que estén comunicados directamente con el exterior, el área de entrada y salida de aire (S), expresados en  $\text{cm}^2$  debe ser mayor o igual a 10 veces la superficie en planta (A), expresada en  $\text{m}^2$ , del cielo falso a ventilar:
- $$S (\text{cm}^2) \geq 10 A (\text{m}^2)$$
- m.2) Cuando las aberturas del cielo falso se encuentren comunicadas con un recinto ventilado, el área efectiva de comunicación entre los dos espacios debe ser mayor o igual al 50 % de la superficie en planta (A) en  $\text{m}^2$  del cielo falso:
- $$S (\text{cm}^2) \geq 0,5 A (\text{m}^2)$$
- n) Se permite la instalación de tubería por encima de cielos falsos y debe ser continua, sin válvulas .
- o) Las tuberías para suministro de gas no deben pasar por dormitorios, baños, ductos de aire , chimeneas, fosos de ascensores, escaleras, sótanos y similares sin ventilación, ductos para instalaciones eléctricas, telefónicas, sanitarias, de basura y lencerías, en los cuales un escape de gas se pueda esparcir a través del edificio, ni por áreas donde haya transformadores eléctricos o recipientes de combustibles líquidos o líquidos cuyos vapores o ellos mismos sean corrosivos. Cuando se deba instalar una tubería que pase por cuartos de baño o por dormitorios, se debe exigir que el tramo de tubería no tenga uniones roscadas, de lo contrario debe ir encamisada.
- o.1) Las tuberías de cobre no deben instalarse en cuartos de baño o zonas donde queden expuestas a la acción de compuestos amoniacales o aguas residuales.
- o.2) Cuando sea imprescindible atravesar juntas de dilatación debe utilizarse tubería flexible corrugada con las holguras necesarias para absorber los efectos del desplazamiento de las edificaciones.

(Continúa)

p) Cuando por la naturaleza de la construcción resulte imprescindible la entrada de las tuberías a través de sótanos o semisótanos, se debe instalar una válvula de corte de fácil acceso en el exterior del sótano y se deben cumplir adicionalmente las siguientes condiciones de ventilación:

p.1) El sótano o semisótano debe tener aberturas de entrada y salida de aire en comunicación directa con el exterior, de tal forma que en caso de un escape se permita la evacuación del gas combustible menos denso que el aire por tiro natural.

p.2) El área de entrada y salida de aire (S) en cm<sup>2</sup> debe ser mayor o igual a diez veces la superficie de planta del recinto (A) en m<sup>2</sup>, siendo el área mínima 700 cm<sup>2</sup>:

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

p.3) Cuando el área de ventilación resulte superior a 200 cm<sup>2</sup>, puede subdividirse en superficies de 300 cm<sup>2</sup> como mínimo, que al ser de forma rectangular deben tener un lado de dimensión mínima igual a 10 cm.

p.4) Si no es posible proporcionar al sótano ventilación natural, esta debe efectuarse mediante un conducto cuya sección transversal sea igual a la área calculada anteriormente afectándola por un factor en función de la longitud del conducto, así:

Longitud (m)	Factor
3 ≤ L ≤ 10	1,5
10 ≤ L ≤ 26	2,0
26 ≤ L ≤ 50	2,5

q) Para gases más densos que el aire, se permite la instalación de tuberías metálicas con uniones roscadas por sótanos o semisótanos siempre y cuando vayan dentro de una camisa metálica rígida abierta al menos por uno de sus extremos y que sobresalga hacia el exterior del sótano. Los extremos de la camisa deben distanciarse como mínimo 3 metros de cualquier abertura de ventilación de sótanos. En este caso una de las aberturas del sótano a las que se refiere el literal p) de este numeral debe quedar en la parte inferior del recinto.

q.1) En caso de no poder encamisar dicha tubería, las uniones de las mismas deben ser soldadas. El proceso de soldadura y los soldadores que lo apliquen deben ser calificados.

r) Para gases menos densos que el aire, se permite la instalación de tuberías metálicas con uniones roscadas por sótanos o semisótanos, siempre y cuando el área de ventilación sea el doble de lo requerido en el literal p) de este numeral, de lo contrario se debe utilizar tubería metálica con uniones soldadas.

s) Para seguridad de la instalación, ésta debe considerarse lo siguiente:

s.1) Uno o más dispositivos de evacuación de condensados, cuando el trazado de la instalación y las características del gas lo hagan necesario.

s.2) Una toma de prueba, provista de tapón roscado estanco a la salida del contador.

s.3) Limitadores de presión especialmente en edificios de gran altura.

s.4) Forro aislante sobre determinados tubos, aunque estén encamisados, para asegurar el aislamiento eléctrico en caso de ser necesario.

s.5) En el caso de que la presión de distribución sea superior a la de utilización, es necesaria la instalación de reductores reguladores de presión, que pueden ser, según proceda, general del edificio o inmueble, individual por abonado, por aparato o equipo de consumo.

(Continúa)

- s.6) Una conexión a tierra, para descargar la electricidad estática generada.
- s.7) Los ductos para las tuberías de gas combustible, deben ser exclusivos, y deben tener la facilidad para efectuar los trabajos de mantenimiento, verificación de funcionamiento, evacuación de condensados y control de los instrumentos de todo el sistema.
- s.8) 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. Se debe usar conectores flexibles que cumplan con la NTE INEN 885, donde fueren necesarios. Se prohíbe la utilización de tuberías metálicas o mangueras rígidas para conectar tales recipientes de modo permanente.
- t) Las distancias mínimas entre las tuberías que conducen gas combustible y las tuberías de otros servicios deben ser las que se indican en la tabla 1.

**TABLA 1 . Distancias mínimas entre tuberías**

Tubería de otros servicios	Curso paralelo (cm)	Cruce (cm)
Conducción agua caliente	3	1
Conducción eléctrica	3	1
Conducción de vapor	5	5
Chimeneas	5	5
Suelo por donde discurren	10	Ninguna

**5.3.4.2 Tuberías enterradas.** Los tubos de las instalaciones enterradas para gases húmedos deben tener una pendiente no inferior al 1 %.

- a) Los tubos deben estar enterrados a una profundidad mínima de 40 cm con adecuada protección, y para el paso vehicular, debe ser mínimo de 60 cm y deben estar colocadas sobre un fondo de zanja estable, plano y sólido. El relleno de aquellas se debe efectuar con materiales que no afecten mecánica ni químicamente a la tubería (arena lavada de río, arena fina) y colocar la cinta de precaución.
- b) Los tubos que deban atravesar muros de cimentaciones deben ir protegidos por una camisa, que debe estar sellada en su extremo, para prevenir la entrada de gas o agua al edificio.
- c) 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.
- d) Por ningún motivo se deben conectar a las tuberías metálicas para gas, las conexiones a tierra de redes y artefactos eléctricos de cualquier naturaleza.

**6.3.4.3 Tuberías empotradas.** Las tuberías empotradas sólo se deben construir con tubo de acero o cobre y sólo deben usarse en el caso que la parte empotrada no exceda de 40 centímetros de longitud y esté destinada a rodear obstáculos o tener acceso a órganos de maniobra.

- a) Los tubos de las instalaciones empotradas deben tener un diámetro mínimo de 12,5 milímetros, su trazado debe ser vertical u horizontal (con pendiente mínima del 0.5 %).
- b) No se permite el contacto directo de la tubería con armazones metálicos del edificio, ni con ninguna otra tubería.
- c) Los tubos que deban pasar por cámaras cerradas, no ventiladas, como altillos, cielos rasos, etc., deben ser continuos, sin instalar dispositivos de cierre, derivaciones ni uniones que no sean soldadas en su recorrido y obligatoriamente dentro de una vaina o camisa ventilada.

(Continúa)

- d) Según el material de la tubería y el del muro y recubrimiento debe protegerse de la eventual corrosión.
- e) Las válvulas, accesorios y uniones mecánicas deben estar situados obligatoriamente en alojamientos accesibles (solo para personal autorizado) y ventilados.
- f) Se debe limitar al mínimo las uniones soldadas de los tubos empotrados.
- g) En caso de reparación se permite las uniones roscadas tipo N.G.F. (ver numeral 5.3.3.2)
- h) Las tuberías empotradas en pisos deben estar recubiertas con una capa de mortero de 4 mm de espesor como mínimo y no debe contener acelerantes, agregados de escoria, productos amoniacales, ni aditivos que contengan cloruros, sulfatos y nitratos, debido a que estos productos atacan a los metales.

**5.3.4.4 Tuberías por camisas y ductos.** Cuando las tuberías que conducen el gas combustible estén propensas a golpes, o ataques por agentes químicos, pasen por encima de cielos falsos, techos o mampostería, o se deseen ocultar o disimular, estas deben protegerse instalándola dentro de camisas o ductos observando los siguientes requisitos:

- a) Las camisas deben ser rígidas y fabricadas con materiales resistentes al fuego que no origine par galvánico con las tuberías que protegen. Los extremos de las camisas deben ser abiertos y ventilados al exterior. Si ello no fuera posible, solamente bastará con comunicar uno solo de dichos extremos con el exterior y el otro se debe mantener sellado.
- b) Cuando se deseen ocultar o disimular las tuberías por motivos estéticos, las camisas deben ser de material incombustible.
- c) Para los ductos se deben utilizar los siguientes materiales:
  - c.1) ductos metálicos de 1,5 mm de espesor de pared como mínimo.
  - c.2) ductos en mampostería con paredes de 50 mm de espesor como mínimo.
- d) Los ductos deben ser continuos en todo su recorrido y deben disponer de rejillas de ventilación a máximo 30 cm de sus extremos para la evacuación de las eventuales fugas que puedan ocasionarse en las tuberías alojadas en su interior. La superficie exterior de las camisas y ductos debe estar recubierta mediante una protección que impida el ataque del ambiente exterior.
- e) No debe existir contacto físico entre las camisas o ductos metálicos, con las estructuras metálicas de la edificación ni con cualquier otra tubería metálica.
- f) Cuando las tuberías verticales estén localizadas en sitios susceptibles de recibir golpes como por ejemplo en garajes o zonas de parqueo, estas deben protegerse con un ducto o camisa cuya altura mínima sea de un metro.

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

- a) No deben estar ubicadas en lugares que queden expuestas a choques o deterioros o en la proximidad de bocas de aireación, ventilación y tragaluces.
- b) No se debe permitir el paso de las tuberías por los ductos de gases quemados, ductos de ventilación, tubos de evacuación de basuras, huecos de ascensores o montacargas, locales de transformadores, locales de recipientes y depósitos de combustibles líquidos.
- c) Las tuberías no deben estar en contacto con tubería de vapor, agua caliente o cables eléctricos.

*(Continúa)*

- 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) Los dispositivos metálicos (de fijación o anclaje para soporte de la tubería) deben estar recubiertos de un material dieléctrico. Estos dispositivos deben distanciarse de acuerdo con lo establecido en la tabla 2.
- f) Se deben tomar las medidas necesarias para procurar la libre contracción y dilatación (de los tubos con los cambios de temperatura).
- g) No deben instalarse tuberías al nivel del suelo, siendo la distancia mínima autorizada entre aquellas y éste, la de quince centímetros.
- h) Las tuberías aéreas se deben apoyar sobre elementos estables, rígidos y seguros (de la edificación).
- i) La tubería debe ser instalada con una pendiente continua del 0,5% salvo en habitaciones u descansos, que puede ser horizontal en longitudes no mayores de 6 m.
- j) Las tuberías a la vista deben estar protegidas contra los agentes nocivos del medio donde se encuentren expuestas, mediante un sistema adecuado, de conformidad con lo dispuesto en el numeral 5.3.5 Protección contra la corrosión.
- k) Las tuberías para suministro de gases combustibles no deben estar en contacto con ductos de vapor, agua caliente, o eléctricas. Las distancias mínimas entre una instalación (de gas a la vista y otro tipo de conducción) deben ser las establecidas en la tabla 1.
- l) El trazado de las tuberías a la vista debe realizarse de manera que estas queden protegidas contra daños mecánicos y cuando crucen azoteas y pasillos o lugares de tránsito peatonal o vehicular, deben protegerse de manera que se impida su uso como elemento de apoyo para otras funciones.

#### 5.3.4.6 Dispositivos de anclaje

- a) Se deben ubicar con una distancia máxima de conformidad con las especificaciones de la tabla 2.
- 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.
- 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.

**5.3.4.7 Instalación de tubería plástica.** Las tuberías plásticas y sus accesorios compatibles deben utilizarse únicamente en instalaciones enterradas. Se puede utilizar tuberías de polietileno enterradas por sótanos a una profundidad de 60 cm. Cuando la tubería aflore por encima del nivel del piso del sótano debe estar protegida por una camisa, para las instalaciones en el interior de las edificaciones. Para la instalación, se deben seguir las siguientes recomendaciones:

(Continúa)

- a) Para la excavación, el fondo de la zanja no debe tener objetos duros, como rocas o cualquier otro elemento que puede dañar a la tubería.
- b) Cuando el fondo de la zanja está conformado por rocas o elementos que pueden dañar a la tubería, se debe rellenar el fondo con arenas o suelos finos compactados (10 cm)
- c) La zanja debe ser lo más angosta posible, dentro de los límites practicables y que permita el trabajo dentro de ella si es necesario.
- d) Para evitar el aplastamiento de la tubería o reducción en su Área de flujo, se debe instalar con una profundidad mínima de 60 cm en zonas de tráfico pesado y 40 cm en zonas de poco tráfico.
- e) No se debe desarrollar la tubería en forma de espiga. Además se debe instalar en forma serpenteada para facilitar los movimientos de tierra o por contracciones y dilataciones del material.
- f) El relleno debe realizarse inmediatamente después de la colocación y 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.
- g) Se deben rellenar con cuidado los primeros 20 cm y compactarse perfectamente al rededor del tubo. En este punto se coloca la cinta de precaución (banda plástica, ladrillo, etc.)
- h) La tubería por ser flexible permite realizar curvas y el radio de esta curvatura deberá 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.
- i) Donde existan cruces con otros servicios públicos como teléfono, energía eléctrica, acueducto o alcantarillado, debe instalarse a un mínimo de 20 cm de profundidad por debajo del más profundo.
- j) Cuando la tubería pasa cerca de una caja de inspección de cualquier servicio, se debe encamisar.
- k) La transición entre la tubería de plástico y la tubería metálica se debe efectuar mediante el accesorio correspondiente.

### 5.3.5 Protección contra corrosión

5.3.5.1 Las tuberías, 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 control en los siguientes puntos críticos 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.
- b) En las uniones soldadas donde la corrosión puede ser ocasionada por el material de aporte, el proceso de soldadura, cambios térmicos bruscos o geometrías especiales de las piezas que se van a soldar.
- c) En las uniones mecánicas donde la corrosión puede ser ocasionada por acción bimetalica o por acción diferencial de oxigenación en las conexiones roscadas

(Continúa)

d) En las uniones roscadas donde la porción roscada de la tubería que queda por fuera del accesorio se encuentra expuesta.

#### 5.4 Instrumentos de control y medición

##### 5.4.1 Tipos de regulación

5.4.1.1 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. El regulador debe localizarse entre la línea secundaria y el exterior de la edificación.

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 (de la acometida) hasta un valor máximo de presión igual que el permisible en la línea matriz. El regulador debe localizarse entre la línea secundaria y el exterior de la edificación. Para el caso de GLP el regulador se debe localizar a la salida del tanque y en el exterior de la edificación.

b.2) **Segunda etapa:** Se reduce la presión de la línea matriz hasta la presión de las líneas individuales. El regulador debe localizarse en el exterior. Se pueden ubicar en áreas comunes dentro de la edificación previo cumplimiento de los siguientes requisitos:

b.2.1) El armario debe ser hermético hacia el área común.

b.2.2) El armario debe cumplir con condiciones mínimas de ventilación.

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. El regulador debe localizarse entre la línea secundaria y el exterior de la edificación. Para el caso de GLP el regulador se debe localizar a la salida del tanque y en el exterior de la edificación.

c.2) **Segunda etapa:** Se reduce la presión de la línea matriz hasta un valor máximo de presión igual que el permisible en líneas individuales y a la cual se efectúa medición. El regulador debe localizarse en el exterior o en las áreas comunes de fácil acceso dentro de la edificación (ubicado en los armarios) siempre y cuando las condiciones de ventilación del área no permitan la acumulación del gas combustible en el interior de la edificación.

c.3) **Tercera etapa:** se reduce la presión de la línea individual hasta la presión de servicio de los artefactos de consumo. El regulador puede estar ubicado dentro de la vivienda, siempre y cuando se satisfagan los requisitos de seguridad establecidos para el alivio de sobrepresión de los reguladores instalados en recintos interiores.

##### 5.4.2 Reguladores de presión

5.4.2.1 Los reguladores de presión son aparatos de elevada sensibilidad de cuya apropiada elección depende el buen funcionamiento de la instalación. Estos deben garantizar el suministro de gas en la cantidad y a la presión requeridas a las más variables condiciones de servicio, así:

(Continúa)



- a) Compensar las variaciones graduales o imprevistas que pueden manifestarse en la presión de entrada.
- b) Soportar variaciones de volumen graduales o imprevistas sin alterar la presión de salida.
- c) Tener la capacidad de bloquear el suministro del gas, como una válvula de corte, cuando no haya demanda de gas en la red.

5.4.2.2 Las instalaciones de gas combustible deben contar con reguladores de presión en los diferentes sitios de alimentación tuberías de distribución general distribución por pisos y acometidas a cada unidad de vivienda, además debe observar los siguientes aspectos:

a) Cumpliendo las condiciones de seguridad, los reductores reguladores de presión de edificaciones de uso residencial, comercial o industriales deben instalarse:

- a.1) En un cajetín o armario exterior al edificio
- a.2) En la batería de contadores
- a.3) Al pie de la tubería ascendente general.

b) El regulador de presión de cliente o abonado se debe instalar antes del contador; normalmente en el conducto que une la tubería ascendente con el contador.

c) Debe instalarse una válvula de cierre antes de todo reductor regulador de presión, si éste no la lleva incorporada.

d) En los reductores-reguladores de instalaciones fijas que disponen de válvula de seguridad con escape a la atmósfera, debe instalarse un tubo rígido que conecte con el exterior el escape del regulador, diámetro mínimo de 30 mm.

#### 5.4.2.3 Mecanismos de control de sobrepresión.

a) Con el objeto de evitar sobrepresión dentro de la red interna de las instalaciones, estas deben contar con un dispositivo de seguridad que evite tales sobrepresiones cuando se presente una falla del regulador; este dispositivo puede estar integrado con el regulador o puede ser un equipo adicional que se instale junto con el regulador.

b) El conjunto regulador-dispositivo de seguridad debe estar dispuesto de modo que se requiera una falla simultánea de los dos dispositivos para que se presente una sobrepresión en el sistema.

#### 5.4.3 Contadores

5.4.3.1 Los contadores deben seleccionarse de acuerdo con la capacidad requerida para la máxima y mínima presión de operación prevista en el sistema y la máxima caída de presión permisible.

5.4.3.2 El medidor volumétrico de gas debe garantizar la correcta medida del volumen de gas que está circulando.

#### 5.4.3.3 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 NTE INEN correspondiente.

b) Rotatorio. Las características físicas y metrológicas de los contadores tipo rotatorio deben cumplir con la NTE INEN correspondiente.

(Continúa)

**5.4.3.4 Instalación de contadores.** Los contadores deben estar en lugares secos y ventilados, accesibles para el mantenimiento y que puedan ser fácilmente leídos, debe quedar como máximo a 2,20 m del suelo, queda prohibida la instalación de contadores en locales cuyo piso esté más bajo que el nivel del suelo exterior (sótanos y semisótanos) y deben cumplir adicionalmente con los siguientes requerimientos:

- a) Su localización debe ser preferentemente en la parte externa de las viviendas o en áreas comunes, 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) Se prohíbe la instalación de contadores en cuartos de: máquinas, ascensores, distribución eléctrica, transformadores o aparatos o instalaciones que puedan producir llamas o chispas, salvo en cocinas u en un cuarto de calderas en el caso de que sirva a éstas con gas.
- c) Los contadores pueden emplazarse en un local privado situándolo lo más cerca posible del punto de penetración de la tubería en el local, se prohíbe colocarlo en cuartos de aseo.
- d) Los contadores deben ser instalados en un armario empotrado en una pared del inmueble que tenga las medidas suficientes para contenerlos y que permitan cualquier trabajo de reparación o sustitución. La puerta debe ir provista de la cerradura que indique y provea la empresa suministradora de gas y debe permitir la perfecta ventilación del armario, con comunicación directa al aire libre.
- e) El sitio debe estar aislado y protegido del tráfico automotor, con el propósito de evitar esfuerzos en los equipos y elementos, ocasionados por la vibración.
- f) La destinación del lugar debe ser exclusiva para la instalación de los contadores; por lo tanto, requiere aislarse de interruptores, motores u otros artefactos eléctricos que puedan producir chispas. Está totalmente prohibido el almacenamiento de materiales combustibles en los alrededores del centro de medición.
- g) El sitio debe estar protegido 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.
- h) *Contadores en caseta exterior al edificio.* Debe tener las medidas suficientes para contener los contadores y permitir cualquier trabajo de reparación y/o sustitución. Debe tener asegurada una perfecta ventilación, mecánica o natural y la puerta se debe abrir hacia afuera y debe ir provista de la cerradura que indique o provea la empresa suministradora.
- i) *Contadores en batería.* Una batería de contadores se debe instalar en un local cerrado, fácilmente accesible y ventilado ya sea en forma mecánica o natural. La instalación eléctrica para su iluminación debe ser de tipo industrial, antichispa y protegida.
  - i.1) La puerta, que se abrirá hacia afuera, debe estar provista de cerradura normalizada por la empresa suministradora de gas y de abertura, en cualquier caso, desde el exterior.
- j) Cuando no se pueda evitar que un conducto extraño atraviese el local este conducto no debe tener accesorios o juntas desmontables; los tubos de plomo, de material plástico y los cables eléctricos deben estar colocados bajo camisa, vaina o camisa de acero.
- k) Para la ventilación natural del local deben existir mínimo dos aberturas rectangulares (una en la parte superior y otra en la inferior) de 400 cm<sup>2</sup> de superficie útil cada una, comunicadas con el exterior y protegidas con tela metálica robusta.
- l) Los cuartos de batería de contadores deben estar provistos de las siguientes inscripciones como medida de seguridad:

i.1) En el exterior de la puerta:

(Continúa)

- a) En la acometida.
- b) A la entrada de cada medidor cuando se tienen contadores colectivos.
- c) A la entrada del centro de medición colectivo.
- d) En cada punto de salida de la instalación destinado a la conexión de los artefactos.
- e) Se deben instalar válvulas de cierre del servicio de gas para cada uno de los abonados.
- f) Por razones de seguridad, las cabinas donde se alojen las válvulas de paso de entrada a los edificios deben ser accesibles.

5.4.4.2 *Válvula de corte.* Se deben instalar dispositivos de corte (válvulas) que puedan interrumpir en forma segura y rápida el flujo de gas a la instalación.

5.4.4.3 Todas las salidas de gas previstas para la conexión de los artefactos de consumo deben estar ubicadas en sitios que garanticen el fácil acceso y operación de las válvulas de corte que requieran instalarse.

5.4.4.4 Las válvulas de corte pueden estar ubicadas tanto en tramos de tubería horizontal como vertical, siempre y cuando se trate de tuberías a la vista; en caso contrario, las válvulas deben estar instaladas en tramos horizontales con el fin de garantizar que el cierre de las mismas se efectúe con el manual en posición vertical.

5.4.4.5 En el caso de los equipos de cocción la válvula debe instalarse de tal manera que el accionamiento de la misma no se realice sobre la zona de cocción, ubicando para tal efecto la válvula a una distancia mínima de 0.30 m medidos horizontalmente desde el borde del equipo.

5.4.4.6 Todas las salidas de gas deben permitir la localización de los artefactos, de forma tal que no estén expuestos a corrientes de aire.

5.4.4.7 Cada salida debe estar provista de un tapón metálico, utilizando el sellante especificado y su remoción solo debe realizarse cuando se efectúe la conexión del artefacto. No se permite el uso de tapones de madera, corcho u otro material inadecuado.

## 5.5 Abastecimiento de gas combustible

### 5.5.1 Recipientes de almacenamiento

5.5.1.1 *Cilindros de 45 kg* 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 2143 vigente y estar certificados:

- a) La válvula instalada debe ser de tipo industrial (con dispositivo de seguridad) que cumpla con lo establecido en las especificaciones de la NTE INEN respectiva y estar certificada.
- b) El número máximo de cilindros de 45 kg de capacidad, instalados en un sitio específico debe ser de seis en operación.

5.5.1.2 *Tanques.* Deben ser diseñados y construidos de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 7261 (Código ASME Sección VIII, División 1 o 2)

5.5.1.3 Los recipientes deben ser instalados en el exterior de edificios, sean estos por táiles, reemplazados por recambio, (cilindros de 45 kg) o instalados de modo permanente (tanques) y recargados de gas combustible en la instalación y deben ubicarse a una distancia mínima, de acuerdo con lo establecido en las tablas 3, 4 y 5.

**TABLA 3. Distancias mínimas de seguridad de recipientes de gas combustible con diversos lugares**

LUGARES O INSTALACIONES	DISTANCIAS LIBRES EN (m) DESDE LA ZONA RESPECTIVA A					
	Depósitos según capacidad de almacenamiento (m <sup>3</sup> )					
	0,5 a	2,5	2,5 a	5	5 a	20
	Sobre superficie	Bajo perf.	Sobre superficie	Bajo perf.	Sobre superficie	Bajo perf.
l locales habitados, edificios, línea de propiedad adyacente	3	1,5	5	1,5	7	3
m) Sótanos (piso a nivel inferior al circundante)	3	1,5	5	1,5	7	3
n) Motor eléctrico o de explosión	5	1,5	5	1,5	7	3
o) Interruptor o toma de corriente eléctrica	3	1,5	5	1,5	5	3
p) Depósito de materias inflamables de superficie	3	1,5	5	1,5	7	3
q) Depósito de materias inflamables enterrado	3	1,5	5	1,5	5	3
r) Vías FF.CC., trolebuses.	3	1,5	5	1,5	10	3
s) Vías públicas urbanas	3	1,5	5	1,5	10	3
t) Canalizaciones del edificio	0,5	Ninguna	0,5	Ninguna	0,5	3
u) Alcantarilla del edificio	3	Ninguna	3	Ninguna	7	3
v) Otras instalaciones con peligro de incendio	5	1,5	8	1,5	10	3
w) De la pared a la boca de trasvase del vehículo cisterna	3	Ninguna	3	Ninguna	3	3
x) De la proyección en el suelo de líneas aéreas de alta tensión y cámaras de transformación	5	Ninguna	8	Ninguna	10	Ninguna

## NOTAS:

1) Las distancias son medidas desde las paredes del tanque, para el caso de los autorizados desde la válvula de seguridad (alivio de presión) del tanque.

2) Para almacenamiento superior a 20 m<sup>3</sup> se debe aplicar directamente las distancias mínimas de seguridad establecidas en la norma NFPA 58.

(Continúa)

**TABLA 4. Distancias mínimas que deben existir entre el punto de transferencia y diversas exposiciones**

EXPOSICIÓN	Distancia mínima horizontal m
a) Locales habitados y edificios	3
b) Edificios con paredes sin resistencia al fuego	8
c) Aberturas en tds paredes de tos edificios o fosa en o por encima del punto de transferencia	8
d) Línea de propiedad lindera sobre la cual puede edificarse	1
e) Espacios exteriores que congregan público, incluidos patios de escuelas, campos de deportes y patios para juegos	8
f) Borde de carreteras o vías públicas	3
g) Caminos de entrada al interior de la propiedad	1,5
h) Recipientes que no sean tos que están siendo llenados	3
i) Surtidores y recipientes de superficie y subterráneos de combustibles líquidos inflamables	6

NOTA: Si el punto de transferencia se encuentra ubicado en el recipiente, se debe mantener las distancias mínimas señaladas en la tabla 3.

**TABLA 5: Distancia mínima entre recipientes de gas combustible y de oxígeno o hidrógeno**

Capacidad de agua en recipientes de gas combustible	Separación a recipientes de oxígeno que posea:			Separación a recipientes de hidrógeno gaseoso que posea:		
	Capacidad agregada de menor a 1 m <sup>3</sup>	Capacidad agregada mayor a 11 m <sup>3</sup>	Capacidad agregada mayor a 566 m <sup>3</sup>	Capacidad agregada menor a 400 m <sup>3</sup>	Capacidad agregada de 1 m <sup>3</sup> a 85 m <sup>3</sup>	Capacidad agregada mayor a 85 m <sup>3</sup>
Hasta 2 m <sup>3</sup>		incluidas reservas sin conectar	incluidas reservas sin conectar	ninguna	3 m	8 m
Mayor de 2 m <sup>3</sup>				ninguna	8 m	15 m
Hasta 5 m <sup>3</sup>	ninguna	6 m	8 m			
Mayor a 5 m <sup>3</sup>	ninguna	6 m	15 m			

**5.5.2 Montaje e instalación**

**5.5.2.1 Los recipientes deben instalarse en concordancia con lo siguiente:**

- a) Los recipientes de abastecimiento de gas combustible deben fijarse, de tal manera que facilite el llenado u cambio de cilindro sin que se afecte o deteriore los elementos o accesorios de ellos.

(Continúa)

- b) En el montaje de los tanques se deberá tener cuidado de la correcta orientación de la válvula de seguridad que sea capaz de expeler el gas combustible al exterior sin peligro, cuando exista un exceso de presión.
- c) Los recipientes deben instalarse sobre un basamento firme nivelado, y/o estar firmemente asegurados para evitar su desplazamiento.
- d) Los cilindros de 45 kg de capacidad deben asegurarse en forma vertical.
- e) Todos los recipientes deben ubicarse, de modo que la válvula de alivio de presión se encuentre comunicada directamente con el espacio de vapor y la salida del gas combustible por exceso de presión tenga la ventilación apropiada o cuente con los ductos; en cantidad y dimensiones adecuadas para la expulsión del gas combustible al exterior.
- f) Los accesorios del recipiente cuenten con las seguridades respectivas y deben ser accesibles para el operador en el uso normal.
- g) Los tanques horizontales diseñados para instalación permanente en servicio estacionario sobre la superficie, deben ubicarse sobre estructuras de mampostería soportante o sobre soportes estructurales no combustibles ubicados sobre bases de hormigón o de mampostería firme que se encuentren diseñados para soportar las cargas establecidas y deben apoyarse del siguiente modo:
- g.1) Los tanques horizontales deben montarse sobre apoyos de la manera que permitan la expansión y contracción, para evitar una excesiva concentración de esfuerzos. Se debe utilizar soportes de acero estructural, si cumplen con lo que siguiente:
- g.1.1) Los tanques fijos de igual o mayor capacidad a  $7.0 \text{ m}^3$  de agua, deben contar con bases planas de mampostería u hormigón que se ajusten a los apoyos del tanque.
- g.1.2) Los tanques de capacidad de agua menor a  $7.0 \text{ m}^3$  se deben instalar sobre bases de hormigón o mampostería que se ajusten contorno del recipiente, o si estuvieran equipados con soportes fijos de acuerdo con el NIE INEN 7 261, se deben instalar de la siguiente manera:
- g.1.2.1) Si la parte inferior de los miembros horizontales de los apoyos, correderas o patines del tanque están a más de 300 mm por encima del nivel del piso, deben proveerse basamentos con resistencia al fuego. Los tanques no deben montarse con la cara externa inferior a más de 1,5 m por encima de la superficie del suelo.
- g.1.2.2) No se requerirá de basamentos o apoyos con resistencia al fuego para el uso temporario, de no más de 6 meses en una misma ubicación, siempre que la pared externa del recipiente no se encuentre a más de 1,5 m del suelo y que se asegure la flexibilidad en las tuberías o conexiones.
- g.1.3) Los tanques o conjuntos recipiente-bomba montados sobre una base común, se deben ubicar sobre bases de hormigón colocadas a nivel del piso y a una altura no menor a 100 mm.
- g.2) Se debe disponer de medios para evitar la corrosión del tanque en aquellas partes del mismo que se encuentren en contacto con los apoyos o basamentos, o en la parte del recipiente que esté en contacto con la mampostería.
- h) Los tanques verticales de capacidad de agua iguales o mayores a  $0,5 \text{ m}^3$ , diseñados para instalación permanente en servicio estacionario en superficie deben instalarse sobre soportes de hormigón reforzados o en soportes de acero estructural sobre basamentos de hormigón reforzado que se encuentren diseñados para soportar las cargas establecidas.

(Continúa)

ii.1) Los soportes de acero deben estar protegidos con un material que presente una resistencia al fuego de al menos 2 horas. Se permite que los faldones de acero continuos que presenten una única abertura de 457 mm de diámetro o menor posean tal protección contra incendios aplicada únicamente sobre el exterior del faldón.

ii) Los recipientes individuales contruidos como recipientes de almacenaje por tátiles para servicio temporario deben ubicarse sobre bases de hormigón, superficies pavimentadas o tierra firme para tal uso temporario (normalmente no más de 12 meses en una ubicación dada) y deben cumplir con los siguientes requisitos:

i.1) La superficie sobre la que se ubiquen los recipientes debe estar esencialmente nivelada, si no es pavimentada, debe limpiarse de pastos secos y malezas y de otros materiales combustibles en un radio alrededor del recipiente.

i.2) Se debe verificar la flexibilidad de las conexiones entre el tanque y la línea de distribución.

i.3) Si los recipientes deben ser ubicados con la porción inferior de los patines o correderas sobre el suelo, se deben utilizar soportes estructurales que no sean a prueba de incendios en ubicaciones aisladas, con la aprobación de la autoridad competente, y siempre que la altura sobre el suelo de la cara externa del recipiente no exceda los 1,5 m. Si así no fuera, deben proveerse soportes con resistencia al fuego.

Los tanques portátiles para servicio estacionario, menores a 7,0 m<sup>3</sup> de capacidad de agua, que cumplan con la NI E INEN 2 261, se pueden instalar para servicio temporario según lo dispuesto a continuación:

j.1) Los recipientes horizontales deben montarse sobre apoyos de tal manera que permitan la expansión y contracción, de modo de evitar una excesiva concentración de esfuerzos. Se permite el uso de soportes de acero estructural si cumplen con lo que sigue:

j.1.1) Los tanques menores a 7,0 m<sup>3</sup> de capacidad de agua, se deben instalar sobre bases de hormigón o mampostería que se ajusten al contorno del recipiente, o si estuvieran equipados con soportes fijos, se deben instalar como sigue:

j.1.1.1) Si la parte inferior de los miembros horizontales de los apoyos, correderas o patines del tanque, están a más de 300 mm sobre el nivel del piso, se deben proveer basamentos con resistencia al fuego. Los tanques no deben montarse con la cara inferior externa de la pared del tanque a más de 1,5 m sobre la superficie del suelo.

j.1.2) Para el uso temporario, de no más de 6 meses en una misma ubicación, no se requiere de basamentos o apoyos con resistencia al fuego, siempre que la pared inferior externa del tanque no se encuentre a más de 100 mm del nivel del suelo y se compruebe la flexibilidad de las mangueras o conexiones (ver 5.3.3.1 literal g).

j.1.3) Los tanques o conjuntos recipiente-bomba montados sobre una base común, se deben ubicar sobre bases de hormigón a una altura de hasta 100 mm sobre el nivel del piso.

j.2) Los recipientes individuales horizontales de capacidad de agua iguales o mayores a 7,0 m<sup>3</sup> diseñados para instalación permanente en servicio fijo, utilizados e instalados en ubicaciones aisladas, con soportes de acero que no sean a prueba de incendios y que descansen sobre almohadillas o zócalos de hormigón, siempre que la pared externa del recipiente no se encuentre a más de 1,5 m por encima del nivel del piso, deben contar con la aprobación de la autoridad competente.

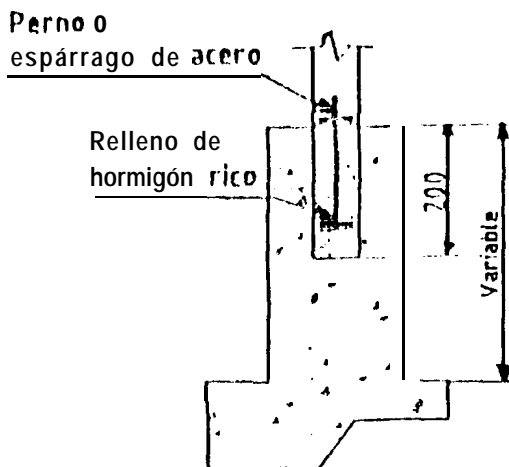
(Continúa)

j.3) Se deben disponer de medios para evitar la corrosión del recipiente en aquellas partes del mismo que se encuentren en contacto con los apoyos o basamentos, o en la parte del recipiente que esté en contacto con la mampostería.

k) **Conexión a tierra.** Todo tanque de gas combustible, ubicado sobre superficie, debe estar conectado a tierra por medio de un cable de cobre desnudo de  $35 \text{ mm}^2$  de sección y una pica de acero galvanizado. La resistencia de puesta a tierra debe ser inferior a 20 ohmios.

l) **Anclaje.** Todo tanque para gas combustible debe ser anclado por medio de 4 espárragos de acero. La generatriz inferior del tanque debe quedar a 50 cm del suelo como mínimo. (Ver figura 1).

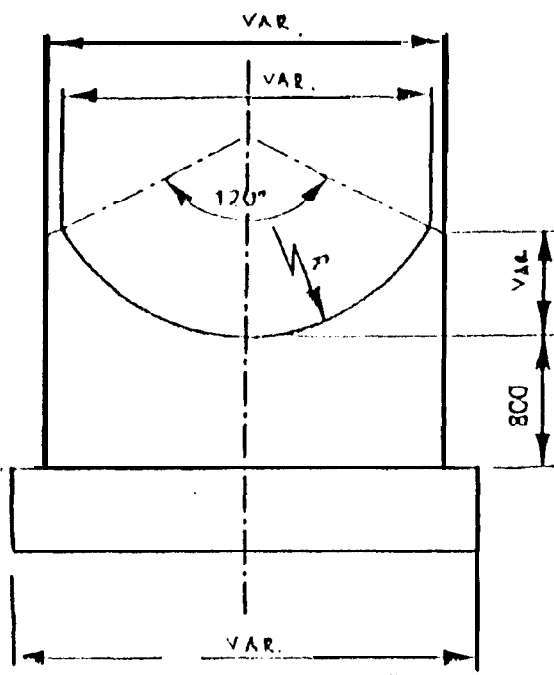
FIGURA 1. Anclaje de tanques



l.1) Soportes para tanques aéreos. (Ver Figura 2) Para esto SR recomienda:

- a) construir un muro con altura de 800 mm
- b) colocar el tanque encima
- c) encofrar con el tanque puesto

FIGURA 2. Soportes para tanques aéreos



(Continúa)



m) El tanque móvil (vehículo, semiremolque o remolque cisterna), para servicio estacionario temporario en caso emergente debe estar estacionado de acuerdo con los requisitos establecidos en las tablas 3, 4 y 5 y además, deben cumplir con los siguientes requisitos:

- m.1) La superficie debe ser nivelada y pavimentada, debe ser adecuada para el uso vehicular pesado y debe estar y mantenerse limpia y libre de materiales combustibles en por lo menos 3 m alrededor del tanque.
- m.2) Se debe verificar la flexibilidad de las mangueras de conexión (ver NIE INEN 885)
- m.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.
- m.4) La ubicación de los implementos de protección contra incendios y extintores de fuego, debe ser tal, que permita la intervención de los encargados de manera oportuna y rápida.

### 5.5.3 Ubicación de tanques para almacenamiento de G.L.P.

5.5.3.1 Dichos tanques pueden ser ubicados sobre la superficie del terreno (aéreos y en azoteas) o bajo superficie (en talud, o parcialmente bajo superficie) de acuerdo con las siguientes recomendaciones:

#### 5.5.3.2 Tanques en azoteas o terrazas (ver figura 3)

- a) El volumen total máximo almacenado debe ser de  $10 \text{ m}^3$
- b) Se debe certificar, por un técnico titulado competente, que la edificación en la que se instale los tanques soporta las cargas máximas que se producen durante la prueba hidrostática
- c) Se mantienen las distancias de seguridad establecidas en las tablas 3, 4 y 5, y se añaden las relativas a orificios de chimenea, desagües y aberturas que comuniquen con niveles inferiores al suelo de la azotea que deben ser de 6 m
- d) La estación de gas combustible debe estar rodeada de cerramiento solo si la azotea es utilizada para otros usos.
- e) Las instalaciones en azoteas o terrazas no deben disponer de equipos de vaporización y trasvase ni se deben utilizar muros y pantallas para reducir las distancias de seguridad.

La superficie de la estación de gas combustible debe tener, al menos, una cuarta parte de su perímetro abierto a calles o zonas exteriores ventiladas, entendiéndose que se cumple esta condición, aún existiendo protecciones de obras de fábrica, siempre que su altura sea inferior a 0,70 m y a ras de suelo haya aberturas de al menos  $150 \text{ cm}^2$  por metro de longitud de la zona perimetral protegida.

Las tuberías deben ser debidamente protegidas y sin empotramiento en la losa.

Debe tener un gabinete abierto propio del sistema contra incendios

La toma de tierra del recipiente debe ser independiente de la del edificio y debe estar autoprotegido por un pararrayos independiente u otro sistema análogo.

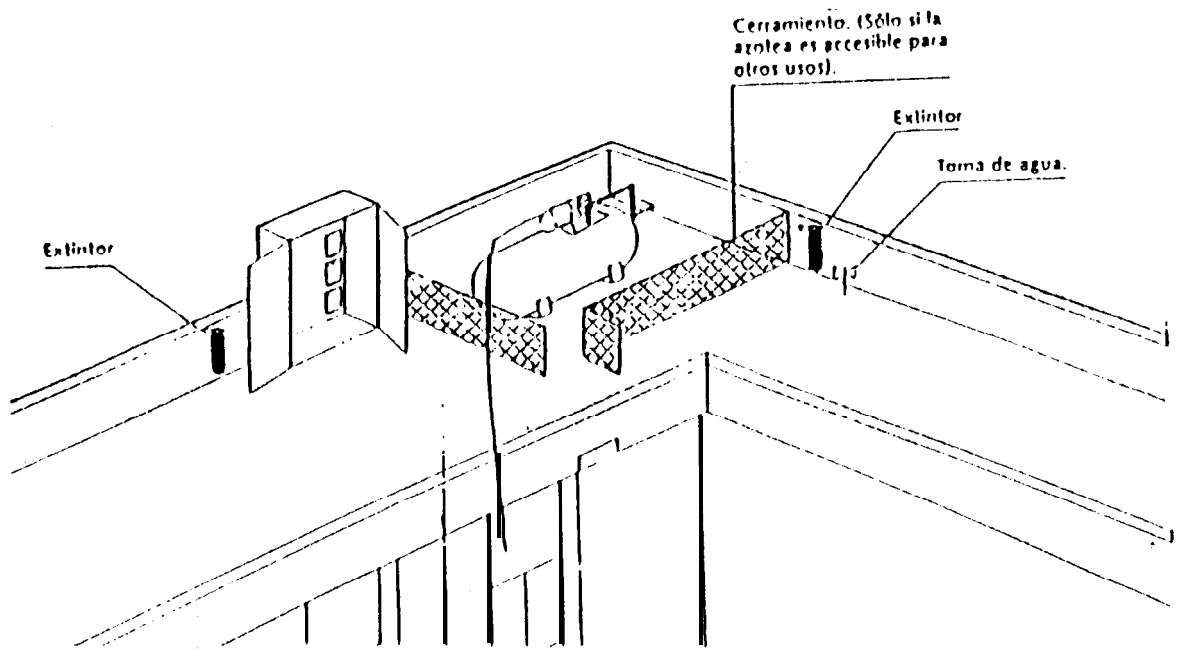
Las líneas de carga se debe situar en una fachada exterior del edificio.

La azotea debe tener un fácil acceso para mantenimiento, suministro, socorro, y solo debe acceder el personal autorizado.

La línea de alimentación al sistema debe tener conectada una válvula automática de corte rápido.

(Continúa)

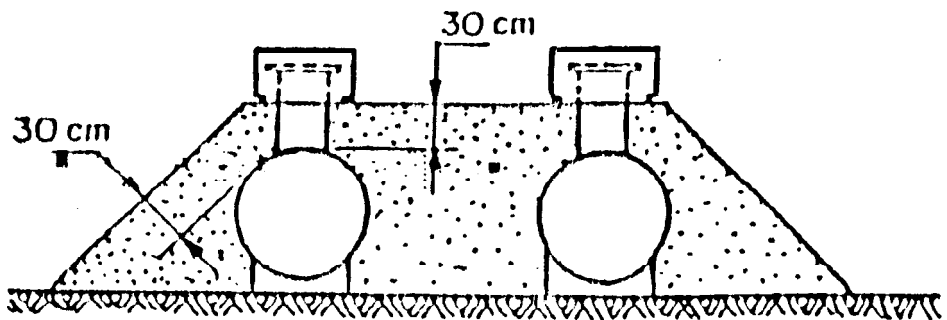
FIGURA 3. laques en azoteas



5.5.3.3 Tanques en talud (ver figura 4).

- a) El material del terraplén debe ser 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.
- b) A menos que el material sea por si mismo resistente a la corrosión, se le debe dolar de la respectiva cubierta protectora.
- c) Tanto las válvulas como los accesorios del tanque deben quedar accesibles para su operación y mantenimiento sin que haya necesidad de romper el terraplén.
- d) Los recipientes en talud deben estar protegidos contra la corrosión de acuerdo con técnicas apropiadas.

FIGURA 4. Tanques en talud



(Continúa)

- a) La lámina del recipiente se debe ubicar mínimo 160 mm por debajo del nivel del suelo, menos que el recipiente se pueda encontrar sometido a la acción abrasiva o al daño físico debido al tráfico vehicular en un área de estacionamiento, u la vía de tránsito de vehículos en un área de características similares. En este último caso, se debe utilizar un recipiente subterráneo no intercambiable cuya lámina se ubique por lo menos a 460 mm por debajo del nivel del suelo (ver literal c), o alguna otra protección equivalente, como el uso de una superficie de concreto que evite que el peso del vehículo se transmita directamente a la lámina del tanque. También, se debe tener en cuenta, las protecciones necesarias para la caja de conexiones, la cubierta de dicha Caja, las conexiones y la tubería del tanque, contra el daño que lo pueda causar el paso de los vehículos.
- b) En el caso de recipientes instalados bajo superficie a menos de una profundidad de 3 m en lugares en los cuales se pueda esperar que haya tráfico vehicular como es el caso de carreteras y calles o instalaciones similares, se puede proteger la caja de conexiones y la cubierta de dicha caja y las conexiones y tuberías del tanque contra un daño físico eventual.
- c) La instalación de los conjuntos de recipientes intercambiables aprobados (aquellos que pueden utilizarse tanto por encima como bajo superficie), no se deben realizar si la lámina del tanque se localiza a una profundidad superior a 300 mm.
- d) Cualquier persona o entidad comprometida en la construcción y/o excavación en zonas adyacentes a un recipiente bajo superficie, se debe responsabilizar de determinar la ubicación exacta del recipiente, así como de suministrar los medios para proteger tanto al recipiente como a sus tuberías de conexión de un daño físico eventual ocasionado por el tráfico vehicular.
- e) La parte del recipiente a la cual se unen los acoples u otras conexiones se debe recubrir. La descarga de la salida del regulador se debe encontrar por encima del nivel más alto probable que pueda alcanzar el agua.
- f) Los recipientes se deben proteger contra la corrosión originada por las condiciones del suelo mediante algún procedimiento acorde con los métodos apropiados de ingeniería. También es importante tomar las precauciones debidas para evitar el deterioro del recubrimiento del tanque durante su manejo. Cualquier daño en el recubrimiento del tanque se debe reparar antes de colocarlo dentro del foso y taparlo.
- g) Los tanques se deben colocar nivelados sobre una base firme y sus alrededores deben estar constituidos por tierra o arena debidamente compactada. El material de relleno no debe encontrarse libre de tucas o materiales abrasivos semejantes.

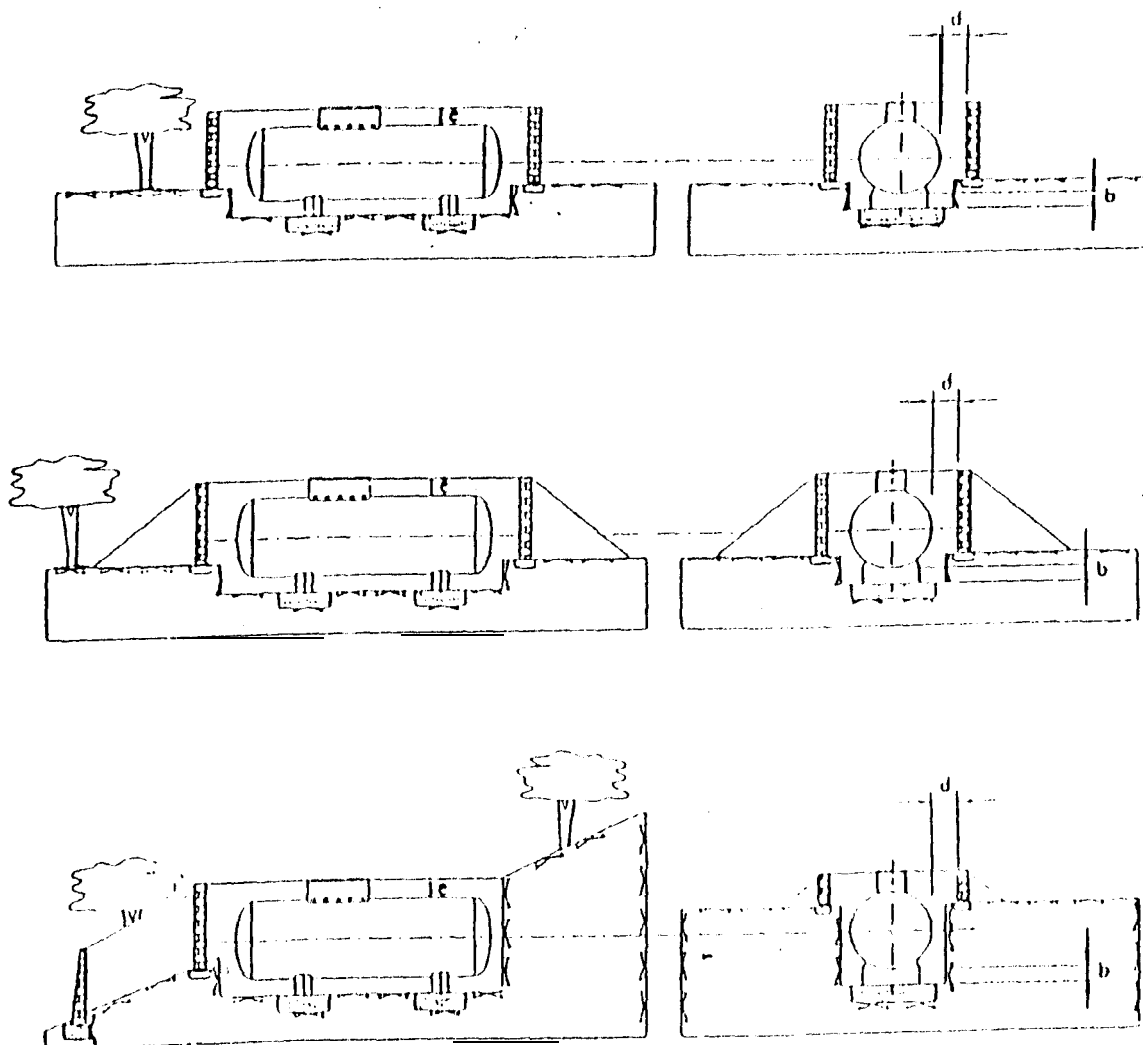
### 5.5.3.5 Tanques parcialmente bajo superficie (ver figura 6)

Los recipientes parcialmente bajo superficie, sin que sean del tipo en talud, se deben instalar de acuerdo con los siguientes criterios:

- a) Los recipientes se deben encontrar nivelados sobre una base firme, con el foso preparado de la misma manera similar a como se estableció para el caso de tanques bajo superficie en el literal f) del numeral 5.5.3.4 para los recipientes bajo superficie.
- b) Las exigencias para el espaciamiento entre recipientes son las mismas establecidas para los tanques sobre superficie en las tablas 3, 4 y 5.
- c) El tanque se debe colocar 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.

(Continúa)

FIGURA 6. Tanques parcialmente bajo superficie



$30 \text{ cm} \leq e < 50 \text{ cm}$  a nivel del terreno

$30 \text{ cm} \leq e$ , a tapa si existe

$50 \text{ cm} \leq d$

$20 \text{ cm} \leq b$

5.6 Ensayos y verificaciones. Previo a l suministro de gas y antes d e enterrar o empotrar tuberías se deben llevar a cabo obligatoriamente las siguientes pruebas o ensayos:

5.6.1 Ensayo de *estanquidad*. 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 a l contador y con un manómetro de precisión suficiente y considerando los siguientes aspectos:

- a) Este ensayo *se debe* realizar con aire o gas inerte, *se prohíbe* el uso de cualquier otro tipo de gas o líquido.
- b) El ensayo *se debe* realizar a 1,5 veces la presión máxima de servicio, como mínimo a 0.2 1 bar (3 psig)
- c) La presión *se debe* mantener el tiempo necesario para la inspección de la instalación y la detección de las fugas, la duración del ensayo *debe* estar de acuerdo con lo siguiente:

(Continúa)

Cuando:  $v = 680 \text{ m}^3$   $T = 24 \text{ horas}$   
 si  $4 \text{ m}^3 < v < 680 \text{ m}^3$   $T = 2,14 \text{ V (minutos)}$   
 si  $v < 4 \text{ m}^3$   $T = 10 \text{ minutos como mínimo}$

En donde:

$v$  = volumen de la instalación ( $\text{m}^3$ )  
 $T$  = tiempo de ensayo en minutos.

- d) Cada uno de los conjuntos puede ser ensayado en varios tramos.
- e) Las válvulas y uniones se deben revisar al mismo tiempo que las tuberías y en las mismas condiciones.
- f) Durante el ensayo se deben maniobrar las válvulas intermedias para comprobar su estanquidad, tanto en la posición de cerrado como de abierto.
- g) El ensayo de estanquidad se debe completar comprobando con agua jabonosa, o producto similar, todas las juntas y accesorios de la instalación.

**5.6.2 Tubería de polietileno (PE) ensayo de estanquidad.** Además de lo especificado en 5.6.1 se deben considerar las siguientes prescripciones particulares:

- a) Ningún ensayo se debe iniciar antes del enfriamiento completo de las soldaduras.
- b) Si el medio empleado para el ensayo es aire comprimido, se debe instalar un filtro o trampa de aceite que reduzca, al mínimo, la contaminación del PE por esta causa.
- c) Si se utiliza un compresor, debe vigilarse que la temperatura no supere la temperatura máxima de prueba o de servicio.
- d) Cuando se comprueba la estanquidad mediante agua jabonosa o agentes espumantes, debe eliminarse totalmente con agua, salvo que se utilicen productos que, mediante los oportunos ensayos de laboratorio, hayan demostrado no ser perjudiciales para el PE.
- e) No se permite la utilización de odorizantes como medio para detección de fugas, debido al riesgo de que el odorizante líquido entre en contacto con el PE.
- f) En las acometidas sobre tuberías en carga, el ensayo se debe realizar con aire si la perforación de la tubería se efectúa una vez finalizada la construcción de la acometida, pero si la perforación debe hacerse en una fase intermedia, el ensayo debe realizarse con la presión de servicio, comprobándose todas las juntas con agua jabonosa u otro método apropiado.
- g) Para tubos de SDR 17 de diámetro 200 mm o superior, y para tubos de SDR 11 de diámetro 500 mm o superior, no se puede hacer el ensayo con aire al 150 % de la presión de servicio (Ver ISO 4437 Anexo 2) puesto que se sobrepasarían las presiones críticas para prevenir la rotura de propagación rápida.

## 5.7 Requisitos complementarios

### 5.7.1 Instalación de aparatos

**5.7.1.1** Antes de conectar un aparato a la instalación se debe comprobar que cuente con los elementos necesarios para la utilización del gas combustible y además, cumplir con los siguientes:

- a) Los aparatos conectados a un conducto de humos deben estar inmovilizados.

(Continúa)

b) Los aparatos tipo ventosa o de circuitos estanco, deben estar fijados a la pared o al piso por tornillos o pernos de empotramiento o anclaje.

c) La conexión del aparato a la instalación de gas combustible se debe realizar:

c. 1) Por tubo rígido:

c. 1.1 Aparatos fijos de calefacción.

c. 1.2 Aparatos de producción de agua caliente.

c. 1.3 Aparatos incorporados en "bloques de cocha" y aparatos inmovilizados.

c. 1.4 Aparatos fijos de lavar o secar ropa que no tengan órganos movidos por motor.

c. 2) Por tubo flexible, si son móviles, desplazables o accionados mediante motor, los siguientes:

c.2.1 Cocinas

c.2.2 Aparatos, móviles de calefacción

c.2.3 Máquinas de lavar o secar ropa

c.2.4 Lavavajillas

c.2.5 Refrigerador

5.7.1.2 En la instalación de las cocinas domésticas o industriales se debe cumplir con lo siguiente:

a) La conexión con el tubo de alimentación del gas combustible debe efectuarse por la parte posterior de la cocha, de manera que el tubo flexible no pueda quedar en contacto con las partes calientes de la misma.

b) Los tubos de alimentación de la cocina deben ser accesibles, quedar fuera de la acción de las llamas y de los gases quemados y en ningún caso, deben obstruir la evacuación de éstos.

c) Las mangueras flexibles deben ser construidas e instaladas de acuerdo con la NTE INEN 885 y deben estar aseguradas al pitón de acometida y de la cocina con abrazaderas ajustables con herramienta.

d) Dispositivos de seguridad.- Excepto en las hornillas y en los fuegos superiores de las cocinas, cuyo uso presupone la vigilancia continua, todos los demás aparatos alimentados por gas combustible, deben contar obligatoriamente, con pilotos automáticos que garanticen la seguridad del encendido o estar provistos de sistemas de seguridad que en casos accidentales, apaguen la llama del quemador correspondiente.

5.7.1.3 En la instalación de calentadores de agua se debe cumplir con lo siguiente:

a) La conexión con el tubo de alimentación del gas debe efectuarse de manera que el tubo flexible no pueda quedar en contacto con las partes calientes del artefacto.

b) La evacuación de los gases producidos por la combustión del gas debe ser efectuada, ya sea por conexión a ductos generales o individuales y deben disponer, por encima del calentador de agua, de un espacio libre vertical de 0.4 metros, como mínimo, para la colocación del ducto por donde se efectuará, la salida de los gases de combustión hacia el exterior.

c) El calentador de agua debe fijarse, por medios idóneos, a la pared o muro, en cualquier caso, a una altura mínima de 1,5 metros sobre el nivel del piso.

d) Las estufas portátiles deben estar equipados con dispositivos automáticos aprobados que corten el flujo de gas al quemador principal y al piloto, en caso de extinción de la llama o falla en la combustión.

(Continúa)

- d.1 Los calentadores portátiles deben mantenerse parados por sus propios medios, salvo que estén diseñados para el montaje en recipientes por tátiles de acero para gas combustible.
- d.2 Los calentadores portátiles, en ningún caso, deben ser de llama directa o por radiación al cilindro o tanque de gas.
- d.3 Los calentadores portátiles además deben contar con cualquiera de los siguientes sistemas:
  - a) un piloto que debe encenderse y probarse antes que actúe el quemador principal, o
  - b) un sistema de encendido eléctrico aprobado

5.7.1.4 La longitud de la manguera flexible (Ver NTE INEN 885) no debe ser, en ningún caso, superior a 1,50 m, y cuando, se trate de aparatos móviles de calefacción no podrá tener más de 0,60 m de longitud.

5.7.1.5 Las válvulas, conectores, reguladores, cabezales múltiples y tuberías del recipiente de gas, no deben usarse como soportes estructurales.

5.7.2 *Manual de instrucciones de operación del aparato.* Todo aparato debe ir acompañado de un manual de instrucciones sobre instalación, funcionamiento, ventilación y de seguridad, específico para cada uno de los aparatos que utilizan gas combustible y debe cumplir con los requisitos de la presente norma.

5.7.3 *Comprobaciones especiales.* Para aquellos aparatos que por garantía del fabricante, éste exija que su puesta en servicio se realice exclusivamente por personal especializado propio, el instalador autorizado o la empresa suministradora de gas debe dejarlos sellados anotando, en el certificado, su responsabilidad de comprobación de los mismos. El sello de seguridad sólo podrá ser levantado por el técnico autorizado por el fabricante o por la empresa suministradora de gas, según el caso.

5.7.4 *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:

- a) Se debe comprobar que las condiciones para asegurar la ventilación o la evacuación de los gases quemados sean satisfactorias.
- b) Está prohibida la 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.
- c) Estas operaciones sólo deben ser ejecutadas por personas autorizadas por los fabricantes de aparatos o de las empresas suministradoras.

5.7.5 *Entrada de aire para la combustión y evacuación de humos.* Los requisitos que se establecen en el presente numeral sobre entradas de aire necesario para la combustión y evacuación de humos no se refieren a los aparatos de circuito estanco ni a los instalados en galerías exteriores abiertas o terrazas (ver figura 7A, 7B, 7C, 7D).

FIGURA 7A. Equipos ubicados en espacios confinados, todo el aire proviene del interior del edificio.

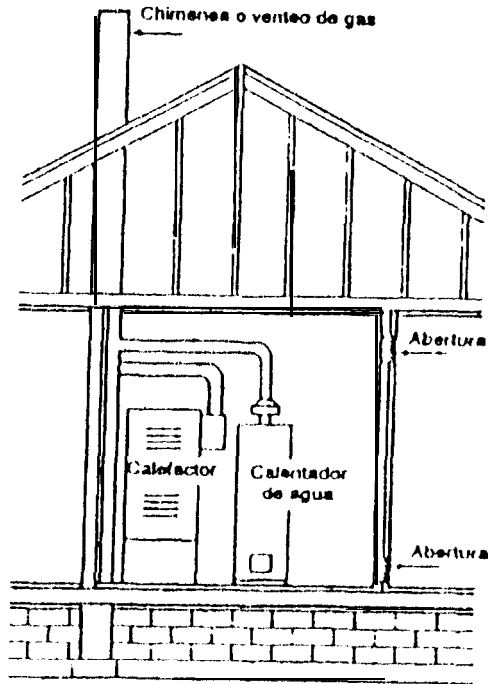
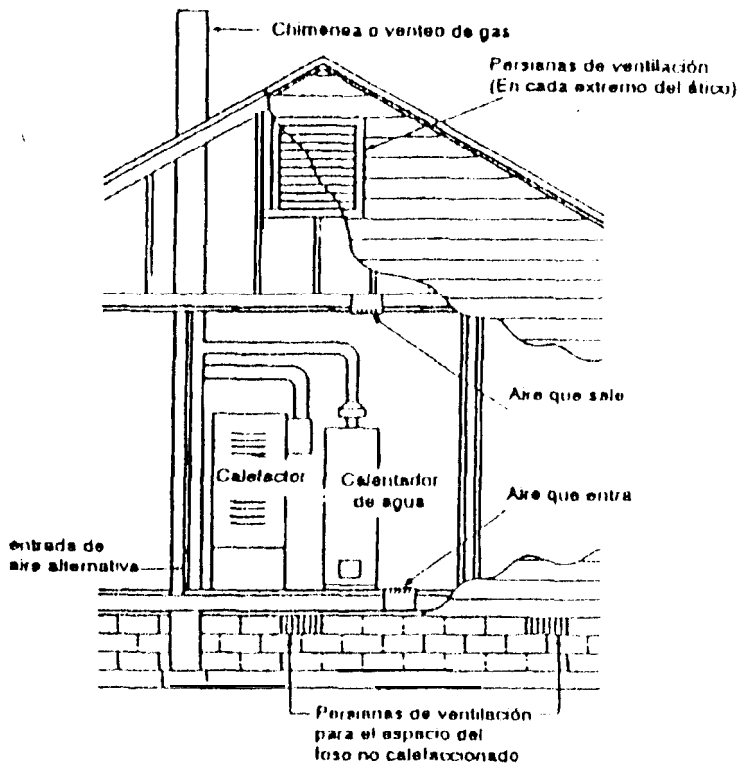
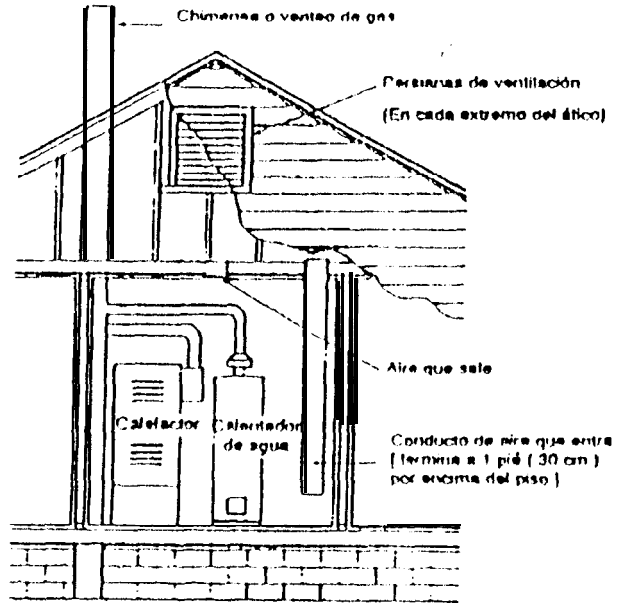


FIGURA 7B. Equipos ubicados en espacios confinados, todo el aire proviene del exterior - entrada de aire de un foso/sótano ventilado y salida de aire a un ático ventilado

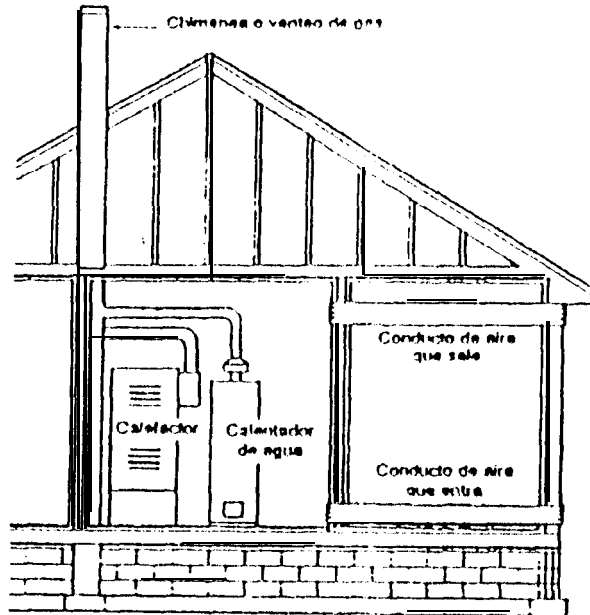




**FIGURA 7c.** Equipos ubicados en espacios confinados, todo el aire proviene del exterior y de un ático ventilado



**FIGURA 7D.** Equipos ubicados en espacios confinados, todo el aire proviene del exterior



5.7.5.1 Las condiciones que deben reunir los locales en los que estén instalados uno o más aparatos de circuito no estanco, estén o no conectados a un conducto de evacuación de humos, son las siguientes:

- a) Disponer de una entrada suficiente de aire para la alimentación de los aparatos.
- b) Tener un volumen bruto de  $8 \text{ m}^3$ , como mínimo, entendiéndose por volumen bruto el limitado por las paredes del local, es decir sin deducción, del volumen ocupado por el mobiliario, siempre que este volumen no exceda de  $2 \text{ m}^3$ .
  - b.1 El volumen citado puede reducirse a  $6 \text{ m}^3$  si el local está permanentemente abierto a otro bien ventilado y cuyo caudal calorífico sea inferior a 4 000 kcal (15 870 Btu/h)
  - b.2 No se exige límite inferior de volumen si el local está exclusivamente reservado para emplazamiento de un aparato de calefacción o de producción de agua caliente.
- c) Debe tener una veriliar o puerta, por lo menos, que pueda abrirse directamente al exterior, o a un patio interior que tenga una anchura mínima de 2 m, con el fin de permitir en caso de necesidad una rápida ventilación.
- d) No se debe instalar calefones o termos en cuartos de baño, dormitorios, ni en compartimientos tales como armarios, closets y otros similares, ubicados al interior de locales habitables.

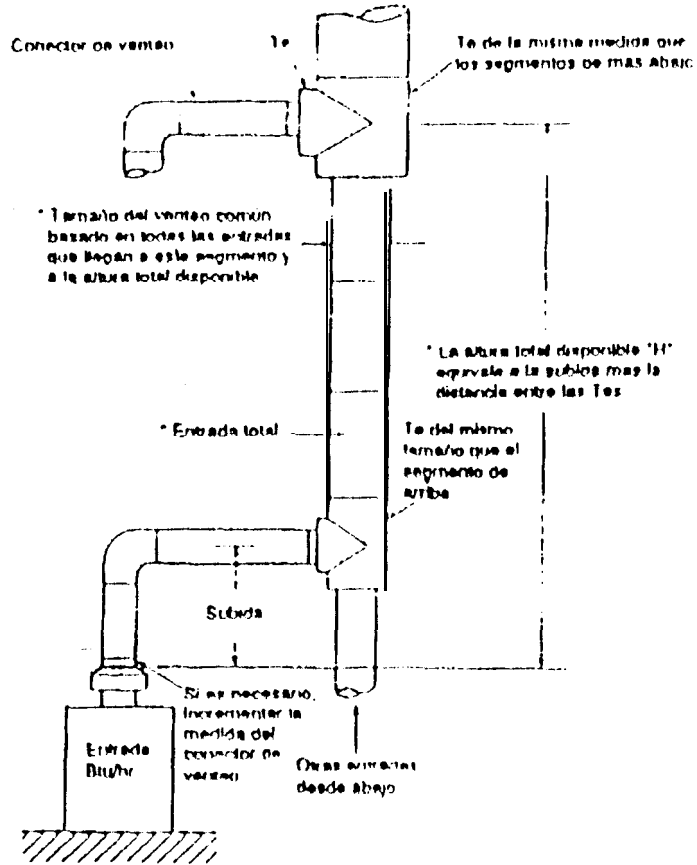
#### 5.7.5.2 Evacuación de humos (ver figuras 8A y 8B).

- a) Ductos de evacuación. Los ductos de evacuación de los productos de la combustión en chimeneas en general tendrán las dimensiones, trazado y situación adecuadas, debiendo ser resistentes a la corrosión y a la temperatura, así como estancos tanto por la naturaleza de los materiales que los constituyan como por el tipo y modo de realizar las uniones que procedan.
  - a.1 Si los ductos atraviesan paredes o techos de madera o de otro material combustible, el diámetro del orificio de paso será de 10 cm mayor que el del tubo, y éste deberá protegido con material incombustible.
  - a.2 El ducto de evacuación de humos producidos por la utilización del gas combustible no se debe empalmar a chimeneas destinadas a evacuar los productos de combustión de combustibles sólidos y/o líquidos.
- b) Los ductos de evacuación de humos deben cumplir, además con los siguiente requisitos:
  - b.1 Ser rectos y verticales, por encima del cortafuego, en una longitud de 20 cm, como mínimo.
  - b.2 El tramo inclinado de éstos tendrá como punto más bajo el de unión con el tramo vertical mencionado anteriormente.
  - b.3 Si no va unido a una chimenea, se debe prolongar verticalmente, en el exterior del local, en un tramo de al menos 50 cm, protegiendo su extremo superior contra la lluvia y el viento.
  - b.4 En los casos de ductos de evacuación de humos, correspondientes a calentadores de agua u otros aparatos domésticos que salgan al exterior, no por el techo, sino a través de muros o paredes y no vayan unidos a chimeneas, podrá sustituirse la prolongación vertical de 50 cm al exterior del local por el deflector adecuado y que esté protegido contra la lluvia y el viento.

(Continúa)

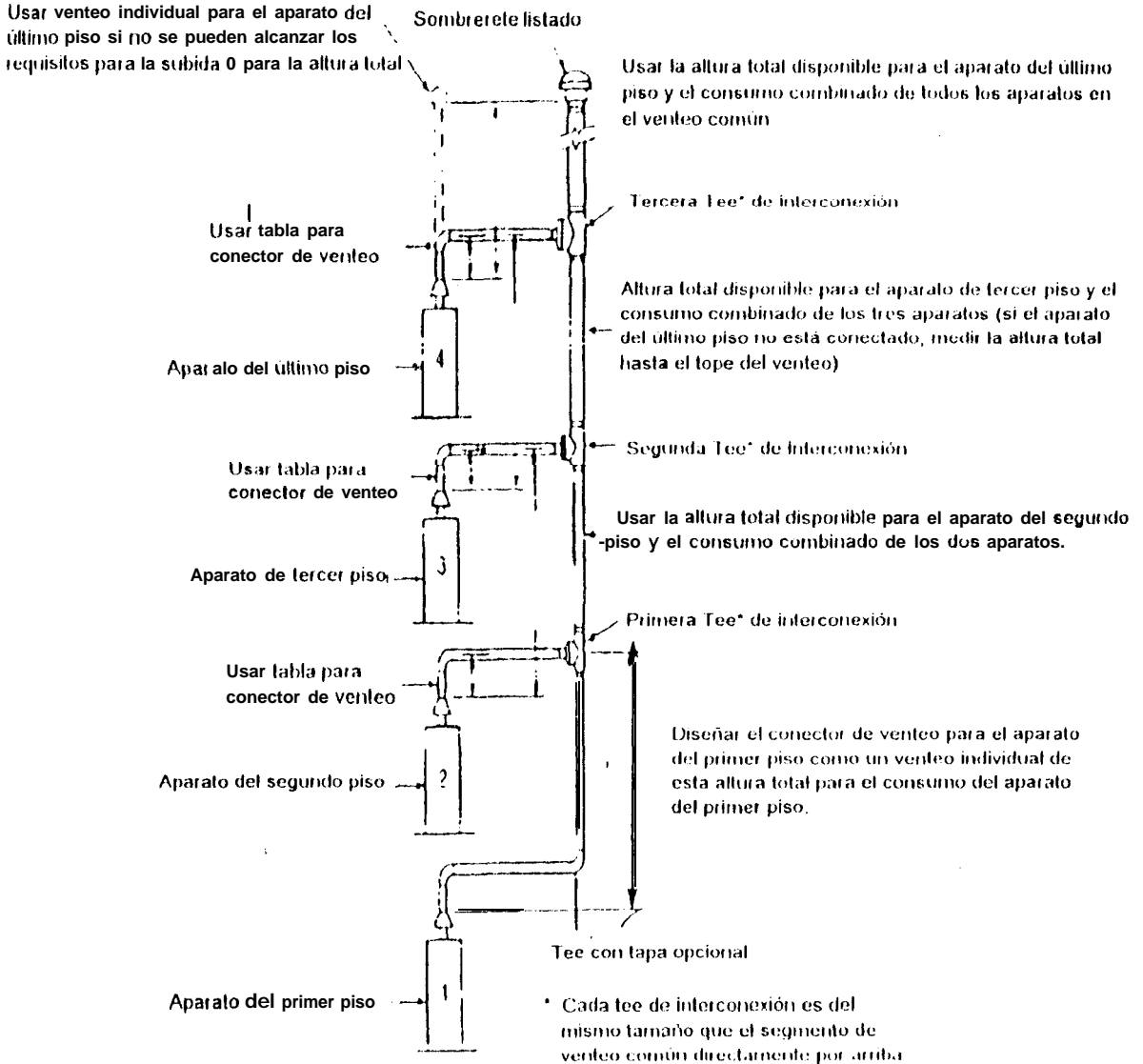
b.5 Los ductos no deben disponer de elementos móviles de regulación del tiro, tales como compuertas, válvulas o llaves de mariposa.

FIGURA 8A. Evacuación de humos



(Contin

FIGURA 8B. Evacuación de humos de varios pisos



**5.7.6 Instalación de equipos eléctricos.** La instalación de equipos eléctricos en lugares que utilizan gas combustible, deben cumplir con las regulaciones que las autoridades correspondientes y básicamente con las protecciones referidas a las antichispa y de seguridad.

**5.7.6.1** La válvula de paso debe instalarse a la vista, en forma accesible y ubicada donde su manipulación, por parte del usuario, sea fácil, debe estar a una distancia mínima de 100 cm del gasodoméstico, cuando menos a 1,0 m del nivel del suelo y mínimo de los interruptores eléctricos y tomacorrientes.

**5.7.7 Protección contra incendios.** Para las instalaciones de gas combustible en edificaciones de uso residencial, comercial o industrial debe proveerse de un sistema de protección contra incendios aprobados por las autoridades competentes.

## 6. INSPECCIÓN

**6.1** Cada instalación para gas combustible debe ser inspeccionada en todas sus partes de acuerdo con las especificaciones de esta norma. Los ensayos deben estar registrados en un acta.

**6.2 Aceptación.** Cuando la instalación para gas combustible cumpla con todo lo establecido en esta norma, se debe emitir el certificado correspondiente.

**6.3 Instalaciones que no se ajustan a esta norma.** Siempre que sea necesario para una instalación que no se ajuste a esta norma, debe solicitarse al organismo de control competente, acompañando la documentación técnica correspondiente, realizada y firmada por el personal superior competente. En su memoria técnica se debe justificar la imposibilidad de cumplir con esta norma.

## 7. ROTULADO

**7.1** Toda instalación de gas combustible debe estar señalizada de acuerdo con lo establecido en las que se mencione el tipo de gas combustible con el que debe ser utilizado y de tal manera que sea de fácil observación o identificación.

**7.2** Las tuberías deben pintarse de acuerdo a lo especificado en la N.T.E. INEN 44 de esta norma específica.

## APÉNDICE Z

## 2.1 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 117:1975	<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 133: 1975	<i>Ensayo de abocardado para tubos de acero de sección circular</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 439: 1984	<i>Colores, seriales y símbolos de seguridad</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 440: 1984	<i>Colores de identificación de tuberías</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 885: 1998	<i>Artefactos domésticos a gas (GLP).</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 886: 1985	<i>Mangueras flexibles de conexión. Requisitos. Artefactos domésticos a gas (GLP). Boquillas de acople para mangueras. Requisitos dimensionales</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1536: 1997	<i>Prevención de incendios. Requisitos de seguridad de plantas de almacenamiento y errvasado de gas licuado de petróleo (GLP)</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 internacional ISO 7: 94	<i>Pipe threads where pressure tight joints are made on the threads. Part 1</i>
Norma internacional ISO 65 : 81	<i>Carbon steel tubes suitable for screwing in accordance with ISO 7/1</i>
Norma internacional ISO 1635	<i>Wrought copper and copper alloys - Round tubes for general purposes Mechanical properties</i>
Norma internacional ISO 2604	<i>Steel products for pressure purposes. Quality requirements. Part II: Wrought seamless tubes</i>
Norma internacional ISO 443 7: 97	<i>Buried polyethylene (PE) pipes for the supply of gaseous fuels. Metric series. Specifications</i>
ANSI/ASME B 36.10 :	<i>Standard for Welded and Seamless Rought-Steel Pipe</i>
ASTM A53-90	<i>Specification for pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc - coated welded and seamless.</i>
ASTM B 88M 93a	<i>Specification for Seamless Copper Water tube (metric)</i>
ASIM D 2513 94a	<i>Specification for Thermoplastic Gas Pressure Pipe Tubing and Fittings.</i>
ASTM D 2657 - 90	<i>Practice for Heat Joining of Polyolefin Pipe and Fittings.</i>
ASTM D 2683 - 93	<i>Specification for Socket. Type Polyethylene Fittings for Outside Diameter Controlled Polyethylene Pipe and Tubing.</i>

ASIM D 3261-93

*Specification for Butt Heat Fusion Polyethylene (PE) Plastic Fittings for polyethylene (PE) Plastic Pipe and Tubing.*

ASIM F 1055 - 93

*Specification for Electrofusion Type Polyethylene Fittings for Outside Diameter Controlled Polyethylene Pipe and Tubing.*

CÓDIGO ASME 95:

## Z.2 BASES DE ESTUDIO

NIPA 58 *Storage and handling of Liquefied Petroleum Gases. National Fire Protection Association. A. Fowler/ Ellis Horwood Publisher, 1995*

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

# ANEXO 6

## ACUERDO MINISTERIAL 116



# REGISTRO OFICIAL

ORGANO DEL GOBIERNO DEL: ECUADOR

Administración del Sr. Dr. Fabián Alarcón Rivera  
Presidente Constitucional Interino de la República

Año II -- Quito, Viernes 8 de Mayo de 1998 -- N° 313

EDMUNDO ARIZALA ANDRADE  
DIRECTOR ENCARGADO

Teléfonos: Dirección: 282-564 -- Suscripción anual: s/. 378.000  
Distribución (Almacén): 583-227 -- Impreso en la Editora Nacional  
4.500 ejemplares -- 24 páginas -- Valor s/. 1.100

### SUMARIO:

	Págs.		Págs.
<b>FUNCION EJECUTIVA</b>		<b>AVISOS JUDICIALES:</b>	
<b>ACUERDOS:</b>		- Juicio de expropiación seguido por el I. Municipio del cantón Mira (1era. publicación) .....	23
<b>MINISTERIO DE ENERGIA:</b>		- Muerte presunta del señor Julio César Coronel Mangui (2da. publicación) .....	24
116 Expídese el Reglamento técnico para la co- mercialización del gas licuado del petróleo . . .	1		
<b>MINISTERIO DE GOBIERNO:</b>			
788 Apruébanse los estatutos del Consorcio de Municipalidades de la Provincia de Morona Santiago -COMMOS- .....	15		
<b>RESOLUCIONES:</b>			
<b>SERVICIO DE RENTAS INTERNAS:</b>			
0198 Dispónese que los sujetos pasivos, de quie- nes se requiera información mediante noti- ficación legalmente efectuada, presenten la información solicitada de acuerdo a la fecha del comprobante .....	19		
<b>FUNCION JUDICIAL</b>			
<b>CORTE SUPREMA DE JUSTICIA</b>			
<b>TERCERA SALA DE LO</b>			
<b>LABORAL Y SOCIAL:</b>			
<b>Recursos de casación en los juicios labo-     rales seguidos por las siguientes personas:</b>			
151-96 José Norberto Contreras Villa en contra de Antonio Patricio Issa Obando .....	21		
171-97 Arturo Llumiquinga Sanalín en contra de la Cia. Tabacalera Andina S.A. (TANASA). . . . .	22		
131-97 Lcda. Martha C. Lemache en contra del Lcdn. Nelson Cubi Vanqui .....	23		

N° 116

EL MINISTRO DE ENERGIA Y MINAS

Considerando:

Que el artículo 68 de la Ley de Hidrocarburos establece que las personas naturales y las empresas nacionales o extranjeras dedicadas a la comercialización de los derivados del petróleo deberán sujetarse a los requisitos técnicos, normas de calidad, protección ambiental y control que fije el Ministerio del ramo con el fin de garantizar un óptimo y permanente servicio al consumidor;

Que es deber del Estado expedir regulaciones técnicas para la comercialización del gas licuado del petróleo a fin de preservar la seguridad en tal actividad y garantizar al usuario un eficiente servicio;

Que la Dirección Nacional de Hidrocarburos y la Dirección de Asesoría Jurídica de este Ministerio, con memorandos Nos. 980461-DNH-CO-C-GLF 041-98 y 171-DAJ-JE-98, de 3 de febrero y 17 de abril de 1998, en su orden, emitieron los informes pertinentes; y,

En ejercicio de las facultades conferidas en lo. Arts. 6, 9, 11, y 68 de la Ley de Hidrocarburos; en el Art. 49 del Reglamento para la Aplicación de la Ley Reformatoria a esta Ley, contenido en el Decreto Ejecutivo N° 1417, publicado en



Registro Oficial N° 364 de 21 de enero de 1994; y, en el Art. 18 del Estatuto del Régimen Jurídico Administrativo de la Función Ejecutiva, expedido con Decreto Ejecutivo N° 1634, publicado en el Segundo Suplemento del Registro Oficial N° 411 de 31 de marzo de 1994,

Acuerda:

Expedir el siguiente REGLAMENTO TECNICO PARA LA COMERCIALIZACION DEL GAS LICUADO DEL PETROLEO.

## CAPITULO I

### DE LAS DEFINICIONES BASICAS

Art. 1.- Para los fines que persigue el presente Reglamento se establecen las siguientes definiciones:

- 1.- **Áreas de peligro de las plantas de almacenamiento y envasado:** Se consideran como tales las siguientes: patio de tanques, sala de bombas y compresores, estaciones para cargar y descargar el GLP y plataforma de envasado;
- 2.- **Asa del cilindro:** Es el elemento soldado al casquete superior del cilindro, que sirve para la protección de la válvula y manipulación del cilindro,
- 3.- **Autotanque:** Es todo vehículo equipado con un tanque destinado a transportar el GLP al granel;
- 4.- **Base del cilindro:** Es el elemento soldado al casquete inferior del cilindro, que sirve para mantenerlo en posición vertical y protegerlo del contacto con el piso,
- 5.- **Capacidad del cilindro:** Es la cantidad máxima de agua que puede contener el cilindro (dm<sup>3</sup>), según las normas de fabricación;
- 6.- **Centro de abastecimiento:** Instalaciones de PETROCOMERCIAL en las cuales el GLP al granel es objeto de las operaciones de recepción, almacenamiento y despacho vía autotanque, para su posterior comercialización, sin que en ella se realice el envasado del producto en cilindros;
- 7.- **Centros de acopio:** Son locales autorizados por una comercializadora de GLP y registrados en la Dirección Nacional de Hidrocarburos, destinados a almacenar un mínimo de 3.000 cilindros y para entregarlos únicamente a los depósitos de distribución de GLP;
- 8.- **Cilindros:** Son los recipientes diseñados para contener OLP, forrados por la base, el cuerpo del cilindro, el portaválvula y el asa. Por su peso y dimensiones pueden manipularse y trasladarse fácilmente;
- 9.- **Comercialización del GLP:** Comprende las actividades de: adquisición del GLP al granel, almacenamiento, envasado, transporte, distribución y venta al público de GLP, así como la revisión y reposición de cilindros y válvulas de GLP, con cobertura nacional y de acuerdo a las disposiciones reglamentarias vigentes;

- 10.- **Comercializadora:** Es toda persona natural o jurídica nacional o extranjera, calificada por la Dirección Nacional de Hidrocarburos, que será responsable de las actividades de comercialización del GLP;
- 11.- **Control de tara:** Es la verificación del peso del cilindro completamente vacío con su correspondiente válvula;
- 12.- **Conexión a tierra:** Es una instalación que permite descargar a tierra, sin emitir arco, o chispa, electricidad estática acumulada o producida en un objeto;
- 13.- **Conjunto técnico:** Es el equipo utilizado en una instalación para consumo de GLP en un cilindro compuesto de: La válvula, del regulador de presión y manguera;
- 14.- **Cuerpo del cilindro:** Es el conjunto que es constituido por dos casquetes unidos por soldadura principal o por dos casquetes y una sección cilíndrica en el que se grabará, en alto relieve, el nombre de la comercializadora y los dos últimos dígitos del año de fabricación;
- 15.- **Depósito de distribución:** Son los locales autorizados por una comercializadora y registrados en la Dirección Nacional de Hidrocarburos, destinados a almacenar un mínimo de 100 cilindros y expender a los consumidores domésticos,
- 16.- **Distribuidor:** Persona natural o jurídica que realiza actividad de venta de GLP de uso doméstico a nombre de la comercializadora en los depósitos de distribución y en las condiciones reglamentarias vigentes;
- 17.- **Distancia de seguridad exterior de las plantas de almacenamiento y envasado:** Es la separación mínima que debe existir entre la planta y las viviendas próximas, industrias, edificios, sitios de concentración pública y subestaciones de energía eléctrica;
- 18.- **Distancia de seguridad interna de las plantas de almacenamiento y envasado:** Es la separación mínima que debe existir entre las diferentes áreas de peligro de la planta;
- 19.- **Electricidad estática:** Es una carga eléctrica causada por roce o frotamiento que se acumula en la superficie de un objeto;
- 20.- **Envasadoras:** Son las instalaciones destinadas al almacenamiento y envasado del GLP en cilindros, autorizadas por la Dirección Nacional de Hidrocarburos y de acuerdo a las disposiciones reglamentarias vigentes;
- 21.- **Estación de carga y descarga del GLP:** Es el área de las plantas de almacenamiento y envasado, destinada a cargar o descargar el GLP desde o hacia los tanques fijos;
- 22.- **Gas Licuado del Petróleo (GLP):** Es la mezcla de hidrocarburos gaseosos en estado natural, en cuya composición predominan los hidrocarburos propano, butano, que se almacenan y distribuyen en estado líquido, en recipientes herméticos a presión.

- La denominación gas licuado del petróleo se podrá expresar por la abreviatura "GLP";
- 23.- **Inertización:** Es la operación por medio de la cual se reduce la concentración del GLP en tanques, cilindros y tuberías por debajo del límite inferior de inflamabilidad o explosión;
- 24.- **Inspección visual del cilindro:** Es la inspección que se realiza a la parte exterior del cilindro, para determinar si presenta algún defecto en sus diferentes partes constitutivas (cuerpo del cilindro, portaválvula, asa y base);
- 25.- **Inspección técnica:** Es la inspección, verificación o supervisión a la ejecución de pruebas técnicas normalizadas, que se realizan sobre un equipo, instalación o elemento, utilizando métodos destructivos o no destructivos, para evaluar su condición de operación y servicio;
- 26.- **Instalación no doméstica:** Es aquella que utiliza cilindros de 45 kgs., o tanques fijos de mayor capacidad con sus respectivos equipos y accesorios técnicos, en actividades diferentes al uso doméstico;
- 27.- **Instalación doméstica:** Es aquella que es constituida por un cilindro de hasta 15 kgs. de capacidad de GLP, con su respectivo conjunto técnico y los accesorios que fueren requeridos para la conexión al artefacto de quemador correspondiente, en usos domésticos sin fines de lucro;
- 28.- **Plataforma de envarado:** Es el área en donde se efectúan las operaciones de envasado, carga y descarga de los cilindros. En esta misma área se realizan las operaciones de control de la hermeticidad (prueba de estanqueidad) y peso de la carga del GLP envasado en los cilindros;
- 29.- **Portaválvula:** Es el elemento del cilindro soldado al casquete superior, destinado a alojar la válvula;
- 30.- **Presión de diseño:** Es la máxima presión de trabajo para la cual han sido fabricados los cilindros, equipos y accesorios utilizados para uso del GLP;
- 31.- **Presión hidráulica:** Es la presión a la cual debe ser sometido un sistema, a fin de comprobar la seguridad que ofrece en las condiciones de trabajo, y que corresponde por lo menos, a una vez y media la presión de diseño;
- 32.- **Prueba de estanqueidad:** Es la inmersión de un cilindro con GLP o aire a presión en un recipiente con agua, para verificar la hermeticidad del cuerpo del cilindro y su válvula;
- 33.- **Prueba hidráulica:** Es la que se realiza mediante el llenado a presión del cilindro, tanque o tubería, con un líquido inerte, para determinar la existencia de fugas en el mismo, o la causa de la presencia de grietas, fisuras, porosidades o mal estado de las soldaduras, deformaciones, etc.;
- 34.- **Prueba neumática:** Es la que se realiza mediante la inyección de CO<sub>2</sub> a presión en tanques, tuberías o cilindros para determinar la existencia de fugas en los mismos, o la causa de la presencia de grietas, fisuras, porosidades o mal estado de las soldaduras, deformaciones, etc.;
- 35.- **Razón Social:** Nombre o denominación con que son identificadas o designadas las compañías o sociedades, bajo cuya denominación y responsabilidad se ejecutarán las actividades de comercialización del GLP;
- 36.- **Regulador:** Es el instrumento de precisión, colocado sobre la válvula del cilindro que recibe de éste la presión completa del GLP y lo reduce a una presión de trabajo que se mantiene constante aunque el flujo varíe;
- 37.- **Revisión de cilindros y válvulas:** Forma genérica de referirse a la revisión de los cilindros para GLP y las válvulas de conformidad con las normas técnicas vigentes.
- 38.- **Sala de bombas y compresores:** Es el área de las plantas de almacenamiento y envasado en donde están ubicados los equipos que conectados a un sistema fijo de tubería son necesarios para la transferencia del GLP;
- 39.- **Sello de seguridad:** Dispositivo colocado sobre la válvula de los cilindros que identifica a la responsable de la comercialización, la planta envasadora y garantiza al usuario la calidad y cantidad del GLP envasado y las condiciones de seguridad y aptitud para circulación del cilindro;
- 40.- **Sistema para el transporte:** Son los poliductos, gasoductos, flota de transporte marítimo y terrestre que sirven para trasladar el GLP al granel o en cilindros, que operarán de acuerdo a las disposiciones correspondientes;
- 41.- **Soldadura:** Son los cordones circunferenciales y/o longitudinales que se realizan por arco eléctrico automático, empleando electrodos de tipo, composición y diámetro adecuados según la norma;
- 42.- **Soldadura principal:** Es aquella que sirve para unir los elementos del cuerpo de los tanques y/o cilindros para GLP;
- 43.- **Soldadura secundaria:** Es aquella que sirve para unir al cuerpo del cilindro y/o tanque los accesorios necesarios;
- 44.- **Talleres para reparación de cilindros:** Son aquellas instalaciones calificadas por el INEN y registradas por la Dirección Nacional de Hidrocarburos para efectuar actividades de reparación de cilindros y válvulas, así como la destrucción de los mismos;
- 45.- **Tanques fijos:** Son aquellos instalados en forma inamovible y cuyos accesorios de control permiten el almacenamiento y recepción/despacho del GLP al granel, en el lugar de emplazamiento;

**Tanques móviles:** Son aquellos que pueden trasladarse mediante sistemas y vehículos apropiados para cargar y descargar GLP;

Transporte del **GLP en cilindros:** Es el transporte de GLP envasado en cilindros utilizando vehículos apropiados que reúnan los requisitos adecuados a disposiciones reglamentarias y normas vigentes;

Transporte del **GLP al granel:** Es el transporte del GLP que se realiza por gasoductos, poliductos, buquetanques, autotanques que reúnan los requisitos establecidos en este Reglamento y las normas vigentes; y,

**Válvula:** Elemento montado en el cilindro en forma fija, integrado por un dispositivo formado por un mecanismo de apertura y cierre de flujo y la carcasa, debidamente certificada por el INEN.

## CAPITULO II

### PLANTAS DE ALMACENAMIENTO Y ENVASADO

En perjuicio del cumplimiento de la norma técnica vigente, deberán observar y cumplir las siguientes disposiciones:

#### DE LA CONSTRUCCION Y MONTAJE

Art. 2.- Los sistemas deberán construirse y operar de conformidad con las disposiciones del Reglamento para la Comercialización del Gas Licuado del Petróleo y del presente Reglamento Técnico.

#### Art. I.- TANQUES FIJOS DE ALMACENAMIENTO DE GLP

1.- Los tanques fijos para el almacenamiento del GLP que se importen, deberán ser nuevos, diseñados, contruidos y aprobados de acuerdo a las normas INEN vigentes o a las normas internacionales aplicables en estos casos. Similar norma se deberá observar para los tanques fabricados en el país;

Previamente a su operación, deberán contar con el certificado de conformidad con la norma técnica emitida por el INEN; y,

2.- Los tanques fijos para almacenamiento del GLP deberán llevar una placa de identificación en la que conste los siguientes datos: Tara, capacidad de almacenamiento en m<sup>3</sup>, de agua, norma técnica de construcción, presión de diseño, presión de prueba, espesores de chapa, nombre del fabricante y fecha de fabricación, material del cuerpo, material de casquetes y presión de trabajo.

#### Art. 4.- MONTAJE

1.- Los tanques fijos para almacenamiento de GLP serán instalados sobre o bajo tierra, observando las distancias mínimas de seguridad señaladas en la norma INEN correspondiente;

2.- Serán colocados sobre bases de hormigón y mampostería solida, capaces de resistir el peso del tanque lleno de agua.

En el caso de tanques subterráneos, éstos deberán colocarse a nivel, sobre una base de tierra firme y rodeados por tierra o arena firmemente apisonada;

3.- Deberán estar fijos a su base, de tal forma que se garantice su estabilidad y seguridad y, se permita su libre dilatación sin causar excesiva concentración de esfuerzos;

4.- Deberán estar apoyados, por lo menos, en dos puntos debiendo protegerse las áreas de contacto, de la corrosión;

5.- Podrán ser provistos de monturas de acero diseñadas para permitir el montaje sobre bases de hormigón, con la parte superior plana; o, podrán montarse directamente sobre bases de hormigón que se ajusten a su contorno;

6.- Deberán contar con una adecuada conexión a tierra para las descargas de electricidad estática;

7.- Para el caso de tanques instalados en superficie, el terreno de la zona de tanques deberá estar en un nivel superior respecto al terreno adyacente, a fin de evitar la acumulación de agua y dispondrá de un adecuado sistema de drenaje;

8.- Podrán instalarse grupos de hasta seis tanques cuando su capacidad individual alcance los 220 m<sup>3</sup>, de agua;

9.- Entre cada tanque deberá existir una separación mínima igual a 1/4 de la suma de sus diámetros;

10.- Entre cada grupo de tanques deberá existir una separación mínima igual a 1/4 de la suma de sus diámetros; y,

11.- Los tanques o grupos de tanques estarán provistos de escaleras fijas que faciliten el acceso de los operadores a las plataformas de inspección. Dichas plataformas deberán contar con desagües para la lluvia.

#### Art. 5.- TUBERIAS, VALVULAS Y ACCESORIOS

Las tuberías, válvulas y accesorios a utilizarse en el montaje de las plantas estarán diseñados para soportar una presión de trabajo de 17,5 kg./cm<sup>2</sup>.

##### 1.- Válvulas de exceso de flujo

a.- Las válvulas de exceso de flujo deberán cerrarse automáticamente cuando el caudal alcance las especificaciones de fabricación;

b.- Las conexiones, tubos, válvulas y accesorios por los cuales debe circular el GLP, tendrán una capacidad mayor de flujo que la especificada para una válvula de exceso de flujo;

c.- Las válvulas de exceso de flujo tendrán derivación de contorno para equilibrio de presión, con abertura no superior al de un orificio de 1 mm. de diámetro; y,

- d.- Los sistemas para los llenados de los tanques **estarán** provistos de **una válvula** de bloqueo en **combinación** con una **válvula interna** de retención o una **válvula interna** de exceso de flujo.

El mecanismo interno de estas **válvulas** **estará** provisto de un **control secundario** que permita cerrar la **válvula automáticamente a distancia** en caso de incendio.

### 2.- Válvulas de alivio de presión

- a.- Todo **tanque** **deberá equiparse** con **válvula** de alivio de presión, preferentemente del tipo con **resorte**. Estas **válvulas** **deberán** traer estampadas, en su cuerpo, especificaciones referentes a In presión de **calibración** y la capacidad de descarga;
- b.- Estas **válvulas** se **instalarán** directamente en la zona de vapor del **tanque**;
- c.- Serán **dimensionadas** y ajustadas de **tal** forma que su descarga mínima a la **presión de abertura**, sea la establecida por la norma de **fabricación** del **tanque**; y,
- d.- En los tramos largos de **tubería** **situados** entre dos **válvulas** de bloqueo, se **colocarán** **válvulas** de alivio de **presión**, **calibradas** para descargar a la presión de **diseño** de la **tubería**.

### 3.- Medidores

- a.- Todo **tanque** **estará** provisto de dos medidores de nivel de líquido, con sistemas diferentes e independientes,
- b.- Los tanques fijos **estarán** provistos de un **manómetro** **instalado** en la zona de vapor, **cuya** **escala** **deberá** medir presiones equivalentes a In de **diseño** de un tanque, **más** un **20%**. Deben ser revisados y calibrados periódicamente, según recomendaciones del fabricante; y,
- c.- Los tanques fijos **estarán** provistos de un termómetro **instalado** en la zona de líquido, **con** un rango de medida entre **-5°C** a **50°C**. Deben ser revisados y **calibrados periódicamente**.

### 4.- Especificaciones de las tuberías:

- a.- Las tuberías cuyo diámetro nominal alcancen hasta **1,27 cm.**, **podrán** ser de cobre tipo K o L, de bronce o acero sin costura; y,
- b.- Las **tuberías** cuyo **diámetro** sea superior a **1,27 cm.**, **serán** de acero sin **costura** y **para** soportar altas presiones de trabajo.

### 5.- Soldas y conexiones

- a.- Las tuberías **serán** soldadas con suelda **autógena** o **eléctrica** y **por personal debidamente calificado por el INEN**;

- b.- Las conexiones de las tuberías y accesorios serán hechas con el empleo de roscas, bridas o soldas de resistencia recomendadas por las normas técnicas respectivas. }

### 6.- Tuberías enterradas

Cuando las tuberías deban ser enterradas, éstas se colocarán a profundidades mínimas, comprendidas entre los 0,40 y 0,70 m.; **deberán** estar convenientemente protegidas para evitar la corrosión; su coherfurfu será de arena dulce de por lo menos 0,10 m., de espesor; sobre la arena se colocará arena de ladrillos o una malla de hierro galvanizado para efectos de **señalización**.

### 7.- Tuberías aéreas

Las **tuberías** aéreas **tendrán** soportes adecuados a fin de evitar tensiones excesivas. Las **tuberías** del GLP **deberán** guardar **una** distancia de, por lo menos, 0,50 m. de las canalizaciones de **agua** y **sistemas** de **energía eléctrica** o de teléfono que tengan un recorrido paralelo a dichas tuberías. En los cruces de las tuberías del GLP y de agua, estas últimas **deberán** estar ubicadas por lo menos a 0,20 m., por debajo de las primeras.

## Art. 6.- BOMBAS Y COMPRESORES

### 1.- Características:

- a.- Las bombas y los **compresores** en **empleados** serán los apropiados para uso del GLP, de características tales que soporten una presión de trabajo no inferior a la **máxima** presión a la que pueden ser sometidos. Sus motores serán a prueba de explosión;
- b.- Las **salidas** de las bombas **tendrán** derivaciones de control (by pass), equipadas con **válvulas** de presión diferencial; **contarán** con **válvulas** de alivio de presión del tipo con resorte, las que estarán ajustadas a una presión de **abertura** no superior al 35% sobre la presión de ajuste de **válvulas** de presión diferencial.

Se exceptúan de estas exigencias las bombas centrífugas de velocidad constante; y,

- c.- Las bombas y **compresores** **deberán** instalarse bajo simple cobertura de material incombustible y en edificaciones aisladas de las demás, exclusivas para tal fin.

## Art. 7.- INSTALACIONES DE CARGA Y DESCARGA DEL GLP AL GRANEL

- 1.- La **tubería** destinada al llenado del GLP **estará** provista de **válvulas** de retención situadas cerca de los acoples extremos de las mangueras, a fin de evitar que el producto contenido en la **tubería** o **tanque**, en caso de romperse las mangueras o sus accesorios, se derrame;
- 2.- Los lugares de carga y descarga **estarán** provistos de sistemas de purga para evacuar de las mangueras el GLP después de las operaciones respectivas y antes de desconectar el **autotanque** de la instalación;

Cuando la evacuación del producto contenido en las tuberías debe ser liberado a IR atmósfera, se lo hará por un orificio cuyo diámetro máximo sea de 3 mm.;

Cuando el lugar de carga o descarga estuviese ubicado en cabinas o cúpulas de protección, éstas deberán contar con adecuados sistemas de ventilación;

No se permitirán drenajes o aberturas en el suelo que se comuniquen con alcantarillas, canalizaciones, etc., en las proximidades de lugares de carga y descarga. Además, el área deberá ser plana;

Los lugares de carga y descarga deberán estar protegidos convenientemente a fin de evitar los daños por efectos de las maniobras, de los autotanques y otros vehículos.

Además deben poseer una instalación adecuada, que garantice la conexión a tierra del vehículo; y,

Los sitios de carga y descarga de autotanques, estarán ubicados de conformidad con las distancias mínimas señaladas en la norma INEN correspondiente.

## II.- PRUEBAS TÉCNICAS

En tanques fijos de almacenamiento de GLP y tuberías de interconexión:

a.- Previamente a su funcionamiento, las instalaciones deberán ser sometidas a pruebas de presión hidráulica de una vez y media la presión de diseño. Podrán realizarse pruebas neumáticas. En estas pruebas se emplearán manómetros de un rango adecuado, a fin de comprobar que no se produzcan pérdidas de presión en un lapso mínimo de 24 horas,

b.- En caso de instalaciones subterráneas, la prueba hidráulica se efectuará antes de proceder a cubrirlas;

c.- Antes de la primera carga del producto, los tanques y tuberías deberán inertizarse hasta conseguir que el porcentaje de oxígeno no supere el 2%;

d.- El llenado de los tanques no deberá exceder del 85% del volumen total del recipiente; y,

e.- Deberán pintarse de color blanco, de tal manera que el mismo tiempo que se evita la corrosión se les proporcione una protección reflectora del calor, adicionalmente se colocará la rotulación para identificación del tanque.

### Plataforma para el envasado

a.- La construcción será de un solo piso, las paredes y los techos serán de material no inflamable y deberán contar con los sistemas de ventilación apropiados;

b.- El piso deberá ser horizontal, nivelado y liso, estará ubicado sobre el nivel del suelo; debidamente rellenado sin dejar espacios inferiores vacíos donde podría acumularse el GLP; será de materiales no absorbentes; y no podrá tener comunicación con desagües, alcantarillas, etc.;

c.- Dicha construcción tendrá acceso directo al aire libre, a través de un número conveniente de salidas; y,

d.- Tales construcciones dispondrán de las instalaciones eléctricas estrictamente necesarias, éstas deberán ser empotradas y las lámparas serán a prueba de explosión. Los interruptores estarán ubicados en áreas aisladas del local, o bien serán del tipo APE.

### 3.- Cerca de protección

a.- Las plantas deberán estar protegidas por una cerca perimetral colocada a una distancia conveniente, la misma que tendrá una altura mínima de 1,80 m., sobre el nivel del suelo.

Esta cerca deberá estar colocada de tal manera que todos los elementos integrantes de la planta se encuentren completamente protegidos e impida la entrada de personas no autorizadas; y,

b.- Las entradas a las plantas deberán tener, por lo menos, seis metros de ancho y estarán provistas de puertas que se abren en cualquier dirección, a fin de permitir el fácil acceso de vehículos. Deberá contar con una puerta adicional para salida de emergencia.

### 4.- Instalaciones eléctricas

a.- Las instalaciones de iluminación ubicadas dentro de las distancias de seguridad a fuego abierto, donde puedan estar presentes gases inflamables en forma continua, deben ser del tipo a prueba de explosión (APE);

b.- No deben pasar líneas aéreas de energía eléctrica por encima de las plantas de envasado. Las líneas aéreas que conduzcan energía eléctrica a la planta pueden llegar solamente al límite de la cerca, sitio en donde se ubicará la caseta de transformación, si fuere necesario;

c.- En el interior de las plantas de envasado, las líneas de energía eléctrica deben ser subterráneas y a prueba de explosión (APE);

d.- Al tablero de control general debe llegar la línea principal de entrada y las líneas internas de iluminación y fuerza motriz, repartidas por locales o grupos de locales con válvulas o interruptores independientes; y,

e.- El tablero de control general estará ubicado en un lugar de fácil acceso, preferentemente cerca de la entrada de la planta, en caso de que no esté dentro de la caseta de transformación.

### 5.- Sistemas contra incendio

Sin perjuicio del cumplimiento de las normas técnicas pertinentes y demás disposiciones del Cuerpo de Bomberos se deberá cumplir lo siguiente:

a.- Para prevenir y combatir posibles flagelos, las Plantas de Almacenamiento y Envasado contarán con sistemas de agua y anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>), como agentes ignífugos;

b.- Se utilizará un grado de automatización de los sistemas contra incendios, dependiendo de la ubicación, capacidad de almacenamiento y volumen de envasado de la planta;

c.- El sistema de agua se instalará de acuerdo con la capacidad de almacenamiento y áreas de las zonas de peligro de la planta, según lo siguiente:

c.1.- Requerimientos mínimos de agua (en m3, a almacenarse) siempre que no exista una fuente natural de alimentación de agua; y,

c.2.- Distribución y especificaciones técnicas de la red de tubería, hidrantes y mangueras, monitores y grupos motor-bomba.

d.- Los grupos motor-bomba que se instalen deberán funcionar con dos fuentes independientes de energía a fin de asegurar, en cualquier momento, el correcto funcionamiento del sistema de agua;

e.- El sistema de CO2 se instalará en el área de envasado, independientemente del sistema de agua, compuesto por detectores de mezclas explosivas, detectores de calor y una batería de botellas que contengan CO2, que se ubicarán estratégicamente;

f.- Todas las estructuras metálicas (sala de bombas plataforma, máquinas, motores, tuberías, tanques, lugares de carga y descarga, tableros eléctricos, etc.). deberán disponer de una correcta conexión a tierra para descargas de electricidad estática;

g.- Las plantas de almacenamiento y envasado deben poseer un sistema de alarma interno automático que pueda ser accionado desde varios sitios estratégicamente ubicados; y,

h.- Implementar cualquier otro sistema que no se haya especificado en el presente Reglamento y que garantice la seguridad de la planta y de terceros.

**B.- DE LA OPERACION**

Art. 9.- Las comercializadoras de ULP están obligadas a mantener en sus plantas de almacenamiento y envasado, los stocks de seguridad necesarios para abastecer de GLP envasado en cilindros a sus centros de acopio y depósitos de distribución, correspondientes a por lo menos dos días.

Art. 10.- Las comercializadoras deberán contar con los equipos necesarios para realizar sus propios controles sobre el peso del GLP envasado, la hermeticidad de los cilindros y válvulas, así como para comprobar y garantizar la calidad, aptitud técnica y de seguridad de todos los sistemas, equipos, instalaciones y elementos que se utilicen en la comercialización del ULP.

Art. 11.- La vida útil del tanque fijo de almacenamiento del GLP será a partir de la fecha de su fabricación hasta cuando no supere las pruebas técnicas, luego de lo cual la comercializadora del GLP procederá a darlo de baja, retirarlo de operación y comunicar el particular a la Dirección Nacional de Hidrocarburos. Dicho tanque será reemplazado inmediatamente con una unidad nueva.

Art. 12.- El área de tanques deberá estar completamente despejada y limpia de toda vegetación y material combustible, en una distancia mínima de 3 metros a la redonda.

Art. 13.- Las válvulas de alivio de presiones deberán ser revisadas por lo menos semestralmente a fin de garantizar su perfecto estado, de operación y presión de descarga.

Art. 14.- Se utilizarán bombas o compresores cuando se realicen las siguientes operaciones:

a.- Carga, descarga o transferencia del GLP al granel, entre tanques de la planta de almacenamiento y envasado y los autotanques; y,

b.- Evacuación de los recipientes o de las cañerías de interconexión. En estas operaciones se emplearán compresores. Se admitirá la liberación de productos hacia la atmósfera, siempre que se cumplan las normas de seguridad y ambientales respectivas y cuando sea estrictamente necesario, y previa autorización de la Dirección Nacional de Hidrocarburos.

Art. 15.- Los tanques fijos de almacenamiento del GLP, deberán ser sometidos a pruebas técnicas de vida útil en períodos no mayores a cinco años hasta un máximo de cinco pruebas, luego de lo cual serán dados de baja, retirados y reemplazados por unidades nuevas. Dichas pruebas deberán ser presenciadas y certificadas por funcionarios de la Dirección Nacional de Hidrocarburos.

Art. 16.- La recalibración de los tanques fijos de almacenamiento del GLP, deberán realizarse cuando los tanques hayan sido objeto de revisión para pruebas de vida útil y cuando hayan sido sometidos a reparaciones que impliquen procesos reconstructivos.

Art. 17.- Operación de envasado del GLP en cilindros

a.- Los cilindros que deban ser envasados por primera vez, deberán inertizarse;

b.- Se asegurará que los cilindros y las válvulas se encuentren en perfecto estado;

c.- Se fijará en la balanza la tara real del cilindro;

d.- Los cilindros deberán llenarse con el GLP hasta completar el peso igual a la tara real, más el peso del GLP establecido para su capacidad;

e.- El contenido real del GLP en los cilindros tendrá, respecto al peso del gas establecido para su capacidad, las siguientes tolerancias máximas:

Capacidad del cilindro (kg.)	Tolerancia (+/-) (%)
45	1,5
15	3,3
10	4,6
05	6,0

f.- En una balanza patrón, se comprobará que el peso de los cilindros llenos sea el correcto;

- g.- Se constatará la presencia de fugas de GLP del conjunto cilindro-válvula mediante pruebas de estanqueidad practicadas a todos los cilindros procedentes del envasado;
- h.- Colocación del sello de seguridad sobre la válvula a los cilindros que la comercializadora apruebe para circulación; e,
- i.- La planta envasadora entregará el GLP envasado en cilindros exclusivamente a los centros de acopio de la comercializadora para su entrega a los correspondientes depósitos de distribución, prohibiéndose, por tanto, a las plantas de envasado la entrega directa del GLP envasado en cilindros al público, distribuidores u otras personas.

#### Art. 18.- SISTEMAS CONTRA INCENDIOS

- a.- Los requerimientos mínimos de agua serán revisados en función de futuras expansiones de la planta;
- b.- Las plantas deben disponer de una brigada contra incendios que estará formada por personal de la misma planta. La organización, entrenamiento, magnitud y equipos de dicha brigada deben establecerse de acuerdo a normas e instrucciones impartidas por el Cuerpo de Bomberos respectivos.

La brigada debe efectuar prácticas, por lo menos una vez al mes;

- c.- La comercializadora deberá instruir en forma permanente al personal que labora en las plantas envasadoras del GLP, sobre los aspectos de seguridad industrial;
- d.- Las plantas estarán provistas de un número conveniente de carteles, con una o más de las siguientes leyendas, o de aquellas que se consideren necesarias, de acuerdo a las áreas de peligro:

- PELIGRO GAS INFLAMABLE
- PROHIBIDO FUMAR
- PROHIBIDA LA ENTRADA SIN AUTORIZACION
- VELOCIDAD MAXIMA 10 KM/H
- COLOCAR ARRESTALLAMAS

Estos carteles deberán ser suficientemente visibles y legibles a una distancia mínima de 20 metros; y,

- e.- El lugar de envasado estará provisto de extintores preferiblemente de polvo químico seco de 10 kg., de capacidad por cada 50 m<sup>2</sup>. Las zonas de carga y descarga, sala de bombas y compresores y otros lugares de operaciones, dispondrán de un número de extintores de acuerdo al área señalada y como mínimo, un extintor de la misma capacidad.

#### C.- DE LOS SELLOS DE SEGURIDAD

Art. 19.- Las condiciones que deben cumplir los sellos de seguridad para su aprobación por parte de la Dirección Nacional de Hidrocarburos, serán:

- a.- El material de que esté constituido debe evitar el daño de la válvula y sus componentes;

- b.- Deberá poseer máximo ajuste, rigidez, impermeabilidad y resistencia tanto al impacto como al GLP y otros agentes químicos que lo debiliten;
- c.- Deberá ser inviolable y solo podrá ser violentado con la rotura del mismo;
- d.- Debe resistir la manipulación, almacenamiento y transporte de cilindros sin que se rompa y/o desprenda.
- e.- Debe resistir las operaciones de instalación y extracción sin provocar deterioro de la válvula;
- f.- No debe contener elementos que puedan quedar adheridos a la válvula o a sus componentes;
- g.- Debe ser fácilmente desprendible por el usuario en forma manual, provocando su destrucción, siendo en consecuencia desechable; y,
- h.- Debe identificar claramente en forma legible e indeleble el nombre de la comercializadora del GLP responsable del cilindro.

### CAPITULO III

#### DE LOS CENTROS DE ACOPIO Y DEPOSITOS DE DISTRIBUCION

##### A.- CENTRO DE ACOPIO.- CONSTRUCCION Y MONTAJE

##### Art. 20.- CENTROS DE ACOPIO

Sin perjuicio del cumplimiento de la norma técnica vigente, se deberán observar y cumplir las siguientes disposiciones:

- 1.- Estos locales deberán estar contruidos con materiales incombustibles y tendrán amplia y natural ventilación a fin de evitar la acumulación del GLP en el piso, el mismo que será de materiales no absorbentes y no tendrá desagües ni alcantarillas;
- 2.- Las construcciones serán de un solo piso, los materiales de las paredes y el techo podrán ser de tipo ligero y no inflamables. Si fueren de tipo pesado, deberán contar con aberturas convenientes para el escape de las ondas, en caso de explosión;
- 3.- Las instalaciones eléctricas y de iluminación serán a prueba de explosión. Los interruptores, tomacorrientes y demás accesorios deberán instalarse a una altura mínima de 1,50 m., sobre el nivel del piso;
- 4.- La construcción deberá estar aislada y protegida por una cerca perimetral, la cual estará colocada a una distancia conveniente del área de almacenamiento;
- 5.- El piso del área para almacenamiento deberá estar sobre el nivel del suelo, por lo menos en el lado de la zona de carga y descarga de los cilindros, y será horizontal y convenientemente compactado y rellenado, de tal manera que los cilindros permanezcan firmemente en posición vertical, y no queden espacios inferiores donde pueda acumularse GLP;

El área de almacenamiento tendrá acceso al aire libre, de modo que por cada metro cúbico de volumen encerrado, se disponga de 0,072 m., para ventilación. El área de almacenamiento tendrá abertura solamente hacia las áreas de carga o descarga de cilindros;

Las aberturas estarán ubicadas adecuadamente unas con relación a otras; deberán protegerse, de ser necesario, utilizando malla metálica;

Las breas de almacenamiento de cilindros para GLP, estarán totalmente aisladas de las oficinas, garajes y demás dependencias, así como de los predios vecinos;

En caso de que, el área de almacenamiento esté situada en algunos de los linderos del predio, deberá aislarse de este por medio de paredes corta fuegos de altura no menor a 2.20 m.;

Deberán tener un mínimo de 3.000 cilindros para su operación y contar con el área suficiente para su almacenamiento; y,

Deberán contar con el espacio suficiente para maniobra de los vehículos que carguen y descarguen cilindros del GLP.

**2.- DEPOSITOS DE DISTRIBUCION.- MONTAJE**

**Art. 21.- DEPOSITO DE DISTRIBUCION:**

- 1.- Estos depósitos serán de materiales incombustibles. Los pisos serán completamente horizontales, de materiales no absorbentes y no deberán comunicarse con desagües ni alcantarillas;
- 2.- Contarán con las instalaciones eléctricas estrictamente necesarias y a prueba de explosión;
- 3.- Las Breas de almacenamiento tendrán suficiente ventilación; no tendrán comunicación directa con otros locales ubicados en el subsuelo o sitios adyacentes, a fin de evitar concentraciones peligrosas de, GLP; y,
- 4.- Los depósitos de distribución deberán tener una capacidad para almacenar un máximo de 100 cilindros.

**C.- DE LA OPERACION**

Art. 22.- La capacidad máxima de almacenamiento por cada metro cuadrado será de 270 kg., del GLP en cilindros (18 cilindros de 15 kg.), dispuestos hasta máximo en dos niveles separados entre asa y base por tabiques de madera.

M. 23.- En ningún caso las comercializadoras del GLP, centro de acopio y depósitos de distribución, podrán tener o guardar recipientes llenos del GLP con fines especulativos o de acaparamiento.

M. 24.- Sin perjuicio de otras disposiciones vigentes. los centros de acopio deberán contar con un extintor de 15 kg., de capacidad de polvo químico por cada 2000 kg., del OLP almacenado.

Art. 25.- En los centros de acopio y depósitos de distribución, se colocarán letreros individuales con las siguientes leyendas, legibles a 20 metros:

**PROHIBIDO FUMAR**

**PELIGRO GAS INFLAMABLE**

**PROHIBIDA LA ENTRADA A PERSONAS PARTICULARES**

**LOGOTIPO Y NOMBRE DE LA COMERCIALIZADORA**

**OBLIGATORIO USAR ARRESTALLAMAS**

**PRECIO OFICIAL**

Art. 26.- Estos locales estarán dedicados exclusivamente al expendio de cilindros envasados con GLP.

Art. 27.- Los depósitos de distribución estarán dotados, como mínimo, de 3 extintores de polvo químico de 5 kg., de capacidad cada uno.

**Art. 28.- SEGURIDAD**

**1.- En los centros de acopio está prohibido:**

- a.- Efectuar el transvase del GLP de un cilindro a Otro, o cualquier operación que implique flujo de combustibles;
- b.- Usar llamas abiertas dentro de las instalaciones;
- c.- Realizar cualquier tipo de reparación o tratamiento físico a los cilindros y/o válvulas;
- d.- Instalar recipientes fijos de almacenamiento para GLP; y,
- e.- Exponer cilindros envasados con GLP al público o a personas naturales o jurídicas cuyos depósitos de distribución no sean registrados en la Dirección Nacional de Hidrocarburos.

**2.- En los depósitos de distribución está prohibido:**

- a.- Instalar recipientes fijos de almacenamiento para GLP;
- b.- Facilitar el acceso del público al área de almacenamiento;
- c.- Efectuar el trasvase del GLP de un recipiente a otro, o cualquier operación que implique flujo de combustible;
- d.- Usar llamas abiertas dentro de las instalaciones;
- e.- Realizar cualquier tipo de reparación o tratamiento físico a los cilindros y/o válvulas;
- f.- Instalar y/o abastecer de cilindros envasados con GLP a locales de subdistribución u otros sitios clandestinos de venta; y,
- g.- Suministrar cilindros envasados con GLP para otros usos, distintos al doméstico.



### 29.- REQUISITOS PARA EL ALMACENAMIENTO DE CILINDROS.

Los cilindros llenos del GLP y los vacíos, deberán almacenarse bajo lecho para evitar que sufran excesivos aumentos de temperatura, por exposición al sol, daños físicos o la acción del medio ambiente;

Los locales deberán mantenerse limpio y ordenados, evitando la presencia de materiales de fácil ignición;

Todos los cilindros, llenos o vacíos del GLP, deberán mantenerse en posición vertical a fin de que su válvula quede siempre hacia arriba; y,

No deberán almacenarse los cilindros juntos con otros materiales de cualquier naturaleza que estos fueren.

## CAPITULO IV

### DE LAS INSTALACIONES PARA CONSUMO DEL GLP

Art. 30.- Sin perjuicio del cumplimiento de la norma técnica vigente, se deberán observar y cumplir las disposiciones del presente Capítulo.

Las instalaciones para consumo de GLP según utilicen recipientes portátiles o tanques fijos se clasifican en domésticas y no domésticas.

#### Art.31.- INSTALACIONES DOMESTICAS

La instalación doméstica deberá cumplir con los requisitos de las normas NTE INEN 885 y 886 y se utilizará el conjunto técnico respectivo y la manguera adecuada para el uso del GLP, la que deberá quedar perfectamente ajustada a las boquillas de conexión del regulador y del artefacto de quema y su longitud no deberá sobrepasar de 1 SO m.

#### Art. 32.- INSTALACIONES NO DOMESTICAS

Estas instalaciones podrán operar mediante tanques fijos o con cilindros de 45 kg. Los cilindros de 45 kg., utilizarán en conjunto técnico industrial autorizado por el INEN. Los tanques fijos cumplirán con los requisitos técnicos establecidos en el presente Reglamento para los tanques de las plantas de almacenamiento y envasado.

##### 1.- Condiciones de Instalación:

- a.- Deberán ubicarse en la parte externa de los edificios o lugares habitados, en un lugar exclusivo para este fin y estará terminantemente prohibido el acceso a personas no autorizadas;
- b.- El lugar escogido observará las distancias de seguridad correspondientes y garantizará la máxima seguridad, suficiente ventilación y fácil acceso;

Estas instalaciones no se ubicarán debajo de construcciones o edificaciones (subsuelos, sótanos), ni en pisos altos o terrazas;

- c.- Estas instalaciones deberán colocar un extintor de polvo químico seco de, por lo menos, 10 kg., de capacidad y, un letrero con la leyenda "PELIGRO GAS INFLAMABLE";
- d.- Por seguridad se construirá un montículo alrededor del tanque, se lo enterrará, y se instalará un sistema lijo de rociado de agua;
- e.- No deben colocarse tuberías que conduzcan combustible en estado líquido cerca de estas instalaciones;
- f.- Los tanques deberán tener, junto a la salida, un regulador de presión que permita controlar que la presión en las líneas no sobrepase de 1,5 kg /cm.2;
- g.- Las redes externas no podrán pasar por ductos para: Aire, desperdicios, chimeneas, pozos para ascensores, reservorios de agua, canalizaciones y compartimientos sin suficiente ventilación;
- h.- Los tubos estarán unidos mediante suelda fuerte de material de fusión sobre los 540 grados centígrados o mediante conexión de acero forjado;
- i.- Los tubos serán cubiertos con materiales de construcción solamente después de haber sido sometidos a las respectivas pruebas;
- j.- La tubería deberá ubicarse a distancias mínimas de 20 ctn. de otro tipo de instalaciones;
- k.- La tubería deberá ser sometida a tratamiento preliminar de limpieza y protegida con revestimiento anticorrosivo; y,
- l.- Utilizar la mínima cantidad posible de empates y conexiones para evitar escapes del GLP.

## CAPITULO V

### SISTEMAS DE TRANSPORTE DEL GLP

#### A.- TRANSPORTE DEL GLP AL GRAN EL EN AUTOTANQUES

Art. 33.- Los autotanques que transporten gas licuado de petróleo, sin perjuicio del cumplimiento de las normas técnicas vigentes, de las disposiciones constantes en las leyes y reglamentos respectivos, aplicables al transporte terrestre en el país, deberán cumplir las siguientes disposiciones:

##### 1.- Del autotanque

- a.- Estará provisto de defensas metálicas que protejan de los golpes al tanque, las tuberías y más conexiones;
- b.- El sistema de alimentación de combustible al motor deberá estar protegido de tal forma que se reduzcan al mínimo los riesgos de incendio;
- c.- El sistema de escape de gases deberá instalarse completamente separado del sistema de alimentación de combustible para el motor y su descarga se ubicará a la mayor distancia posible de los accesorios y conexiones del tanque del GLP. El escape deberá disponer de un arrestallamas;

- d.- El chasis y el tanque cisterna deberán estar interconectados metálicamente;
- e.- Contarán con cadenas de arrastre, para descargar a tierra la electricidad estática;
- f.- Deberán estar provistos de señales de peligro y advertencia en la parte posterior y en los costados, conforme a la norma correspondiente.

Los que transitan por carreteras deberán estar provistos de faros neblineros.

#### Del traque y sus elementos

- a.- Los tanques para el transporte del GLP al granel que se importen, deberán ser nuevos y diseñados, contruidos y nprobados de acuerdo a las normas JNEN vigentes o a las nonnas internacionales aplicables para estos casos. Similar norma, se deberá observar para los autotanques fabricados en el país.

Previamente a su operación, deberán contar con el certificado de conformidad con la norma emitida por el INEN;

- b.- El tanque deberá llevar una placa de identificación en la que consten los siguientes datos: Tara, capacidad de altnacettamietto en m<sup>3</sup>., de agua, norma técnica de construcción, presión de diseño, presión de prueba, espesores de chapa, notnbre del fabricante, material del cuerpo y casquetes; y, fecha de fabricación;
- c.- Los elementos y accesorios no embutidos en el tanque deberán ubicarse en un gabinete protector provisto de una cubierta si fuere necesario, pata proteger y asegurar el normal funcionamiento de las válvulas y demás dispositivos;
- d.- Las conexiones de llenado deben equiparse con ttna de las siguientes combinaciones:
- d.1) Válvula de cierre manual y válvula interna de exceso de flujo;
- d.2) Válvula de cierre manual y válvula externa de exceso de flujo; y,
- d.3) Válvula de cierre manual, válvula de exceso de flujo y válvula de alivio de presión con retorno al tanque;
- e.- Todas las aberturas del tanque, excepto las que son empleadas para las válvulas de alivio de presión y orificios no mayores a 1, 4 mm., de diámetro, usados para instalar otros instrumentos, estarán provistos de válvulas de exceso de flujo en combinación con una válvula de cierre instantáneo. El mecanistno interno de esta última deberá estar provisto de un control térmico con fusible con un punto de fusión entre 97 y 115 grados centígrados que permita accionar el cierre automático de la válvula en caso de incendio;

- f.- El tanque estará equipado con un manómetro conectado a IR fase de vapor, diseñado para medir una presión equivalente a la de diseño del tanque más un 20%. Dispondrá además de un termómetro, conectarlo a IR fase líquida;

- g.- El tanque estará equipado con un sistema de medición de volumen (rotogage); además, deberá tener un sistema alterno de medición (sonda);

- h.- Los accesorios roscados de acero estarán diseñados para soportar una presión de 17.5 kg./cm<sup>2</sup>. La tubería roscada deberá ser de célula 80;

- i.- Las válvulas de alivio de presión se colocarán en la parte superior del tanque, de matrera que tengan comunicación directa con la fase de vapor, dispondrán de sotnbreretes antichispas de fácil expulsión para resguardo contra la lluvia. Deberán estar reguladas pata que la descarga empiece entre 88 y 100% de la ptesión de diseño del tanque;

- j.- Las mangueras que sobrepasen los 10 metros deberán estar provistas de válvulas de alivio de presión a fin de evitar sobrepresiones; y.

- k.- Las aberturas para la entrada o salida del recipiente, excepto aquellas para válvulas de alivio de ptesihn, indicadores de nivel, presión y temperatura, deben rotularse para indicar si comunican con las fases líquida o de vapor. Los rótulos pueden situarse en las válvulas.

#### B.- DEL TRANSPORTE DEL GLP EN CILINDROS

##### Art. 34.- Requisitos de los vehículos

- a.- El transporte de los cilindros se realizará en vehículos con capacidad de carga no menor a 2.0 toneladas;
- b.- EJ cajón de los vehículos será abierto (tipo jaula metálica), con el piso recubierto de ttadeta dura o cualquier otro material antichispa, con el propósito de que los cilindros que se transportan vaynn al descubierto y dispongan de ventilación suficiente. Se tratará de que distnittyatt los rozamientos, sacudidas y cualquier otro efecto perjudicial para los cilindros;
- c.- Las barandas del cajón de los vehículos deberán tener una altura que permita que la hilera superior de cilindros quede cubierta totalmente;
- d.- El sistema eléctrico del vehículo deberá hallarse en buen estado y los cables de conexión hacia la parte posterior o hacia aquella a la que vayan adosados al cajón deben aislarse y protegerse para evitar eventuales circuitos;
- e.- Los cilindros se transportarán en posición vertical sobre la plataforma con la válvula hacia arriba; no deberán transportarse cilindros en posición horizontal ni aun cuando estuviesen vacíos;

Los cilindros no deberán sobresalir de la plataforma de carga. En la parte posterior en lo posible deberá existir un espacio libre de por lo menos treinta centímetros, de no ser posible de guardar esta distancia, se podrá instalar un parachoques que sobresalga en igual longitud;

El sistema de amarre deberá mantener a cada cilindro fijo en su lugar durante todo el viaje; debe tener características de que en caso de voicamiento evite que los cilindros se salgan de la plataforma de carga; además, no deberán ser de materiales combustibles;

Todo vehículo que transporte cilindros deberá poseer para su circulación la matrícula actualizada; estar pintado con el color, razón social y logotipo distintivos de la comercializadora del OLP para la que presta su set-vicio exclusivo; y, estar identificado con el número de registro en la DNI;

Los cilindros de hasta 15 kg., de capacidad pueden transportarse en dos hileras, una sobre otra; los cilindros de mayor capacidad se transportarán en una sola hilera sobre el piso del vehículo. Para vehículos de más de 3.5 toneladas de capacidad de carga, está permitido el transporte de 3 hileras de cilindros de 15 kg., o dos hileras para cilindros de mayor capacidad, siempre que no peligre la estabilidad del vehículo; y,

Se permitirá transportar los cilindros, en dos o más niveles cuando se utilicen plataformas de separación o rejillas de materiales incombustibles, siempre y cuando no se produzca inestabilidad del vehículo.

### 35.- MEDIDAS DE SEGURIDAD

Los vehículos deberán poseer por lo menos un extintor de polvo químico de 10 kgs., el mismo que deberá estar ubicado convenientemente y listo para su uso inmediato;

Los vehículos deberán estar provistos de un arrestallamas para el tubo de escape, éste podrá ser fijo o desmontable y será utilizado cuando el vehículo deba ingresar y permanezca en las plantas de envasado, así como a los centros de acopio y depósitos de distribución;

Los vehículos deberán llevar en la parte posterior y a los costados en forma visible la frase "PELIGRO GAS INFLAMABLE";

Los vehículos no podrán estacionarse cerca de lugares donde existan fuentes de calor artificial o fuego;

Cuando los vehículos se encuentran transportando cilindros de GLP, por ningún motivo podrán llevar pasajeros y carga de otra naturaleza en su cajón ni en la cabina del vehículo;

Los vehículos cargados con cilindros de GLP no podrán guardarse en garajes y lugares sin ventilación ni abastecerse de combustible;

Todo vehículo que se encuentre cargado con cilindros con GLP deberá permanecer bajo vigilancia del conductor de la conducción del mismo;

h.- Los vehículos que realicen el transporte de cilindros con GLP por carreteras, deberán estar provistos entre otros de los siguientes elementos: Linternas apropiadas, faros laterales, avisos preventivos de estacionamiento, luces de peligro y demás que establece la Ley de Tránsito y Transportación Terrestre y sus Reglamentos;

i.- Los vehículos deberán revisarse periódicamente a fin de verificar que se encuentran en perfecto estado de funcionamiento; y,

j.- Las llantas de los vehículos que realizan el transporte de GLP envasado en cilindros, deberán estar siempre en buen estado; es decir, la banda de rodadura por ningún concepto podrá estar lisa atentando a la seguridad de los mismos.

### Art. 36.- DE LOS ESTIBADORES

El personal que realice el estibado de cilindros de GLP deberá utilizar equipo de seguridad y protección adecuado y ser instruido correctamente sobre los cuidados y buen manejo de los cilindros.

### C.- DE LAS OPERACIONES

#### Art. 37.- DEL AUTOTANQUE

a.- El motor, frenos, llantas, cámara y sistema de alumbrado, deberán mantenerse en perfectas condiciones de trabajo;

b.- Dispondrá como mínimo de dos extintores de polvo químico seco de 5 kg., de capacidad, cada uno, correctamente ubicados y listos para ser usados;

c.- El autotanque deberá mantener siempre una copia de la tabla de calibración volumétrica del tanque de hidrocaburos; autorizada por la Dirección Nacional de Hidrocarburos;

d.- El propietario del autotanque presentará en la DNI una copia certificada del contrato de seguro de responsabilidad civil contra terceros, en caso de accidentes de tránsito;

e.- Está prohibido utilizar el GLP del autotanque en operaciones de envasado en cilindros; y,

f.- No se permitirá la circulación de los vehículos, cuyo año de fabricación exceda de la vida útil, aprobada por las autoridades competentes.

### Art. 38.- BOMBAS Y COMPRESORES DE LOS AUTOTANQUES

a.- Los autotanques, para el trasvase de GLP hacia instalaciones de tanques fijos, dispondrán de bombas o compresores apropiados. Se instalará accesorios adecuados para disminuir o evitar el venteo de ULP a la atmósfera; y,

b.- Cuando la manguera esté permanentemente conectada a la cañería de descarga de la bomba, deberá instalarse un dispositivo automático, regulador diferencial u otro equivalente entre la bomba y la manguera, para evitar la descarga de GLP cuando la bomba no funciona.

#### Art. 39.- PRUEBAS DE SEGURIDAD DE LOS AUTOTANQUES

Antes de la primera carga de producto a un autotanque, el tanque y tuberías deberán inertizarse hasta conseguir que el porcentaje del oxígeno no supere el 2%;

El llenado de los tanques móviles no deberá exceder del 85% del volumen total del recipiente;

Deberán pintarse de color blanco, de tal manera que al mismo tiempo que se evita la corrosión, se les proporcione una protección reflectora del calor; adicionalmente, llevará pintado el logotipo y nombre de la comercializadora del GLP y las leyendas de seguridad establecidas para estos casos,

Los tanques móviles que sirven para el transporte del GLP deberán ser sometidos a pruebas técnicas de vida útil, en períodos no mayores a 4 años;

La recalibración de un tanque móvil deberá realizarse cuando el tanque ha sido objeto de revisión para pruebas de vida útil y cuando haya sido sometido a reparaciones que impliquen procesos reconstructivos; y,

La vida útil del tanque móvil de almacenamiento de GLP se contará a partir de la fecha de su fabricación hasta cuando no supere las pruebas técnicas, luego de lo cual la comercializadora de GLP procederá a darlo de baja, retirarlo de circulación y comunicar el particular a la Dirección Nacional de Hidrocarburos.

#### Art. 40.- DURANTE LA CARGA Y DESCARGA DEL GLP

El conductor está obligado a permanecer en todo momento junto al autotanque, sujeto a las disposiciones de seguridad exigidas por las plantas en donde se efectúen estas operaciones.

Además deberá colaborar con el operador de la planta, en cuando fuere menester durante las operaciones de carga y descarga del GLP;

Las vías de acceso a los lugares de carga o descarga de GLP deberán estar libres de obstáculo, de tal manera que permitan la fácil maniobrabilidad de los autotanques;

Tanto los autotanques como otro tipo de vehículos llevarán el correspondiente arrellanamiento;

No se permitirá la presencia de personas ajenas a la operación;

No deberá encenderse fuego o efectuar trabajos que pudieran producir chispas;

En las operaciones nocturnas se utilizarán linternas de seguridad, a falta de iluminación adecuada APE;

En caso de producirse tormentas eléctricas, incendios en zonas vecinas o situaciones de riesgos, no se realizará ninguna operación de carga o descarga o, de haberse iniciado tales operaciones, éstas deberán suspenderse inmediatamente;

h.- No se utilizará el GLP del autotanque para realizar operaciones de envasado, excepto en caso de emergencia y tomando las seguridades que el caso requiere, previa autorización de la Dirección Nacional de Hidrocarburos;

i.- Se debe tener los extintores listos para ser usados;

j.- Se conectará a tierra el vehículo con la instalación correspondiente; y,

k.- Se colocarán cuñas en los neumáticos a fin de inmovilizar el vehículo.

#### Art. 41.- TERMINACION DE LAS OPERACIONES DE CARGA Y DESCARGA

Una vez que se terminen éstas operaciones el operador deberá cumplir las siguientes disposiciones principales:

a.- Cerrar la válvula del autotanque en forma y orden apropiados;

b.- Purgar y desconectar las mangueras de líquido y vapor,

c.- Desconectar la conexión a tierra fija; y,

d.- Retirar las cuñas de los neumáticos.

#### Art. 42.- CIRCULACION DEL AUTOTANQUE

Cuando el autotanque se encuentra en ruta se observará lo siguiente:

a.- Deberá conducirse con especial cuidado recordando que el producto transportado es altamente inflamable. La velocidad máxima permitida será de 60 km/h.;

b.- Deberá observarse estrictamente todas las regulaciones de tránsito tanto para la circulación como para el estacionamiento, ya sea durante el día o la noche;

c.- Deberá maniobrase cuidadosamente el autotanque a fin de minimizar el efecto de las sacudidas y movimiento del GLP;

d.- Si durante el trayecto, por cualquier motivo fuere necesario estacionar el autotanque, esta maniobra deberá efectuarse en un lugar no poblado o autorizado, previo el cumplimiento de las normas vigentes. En todo caso el vehículo deberá estar bajo vigilancia permanente; y,

e.- En situaciones críticas no resueltas, el conductor deberá dar aviso del particular, en el menor tiempo posible utilizando cualquier medio de comunicación a su alcance, a la planta o al personal de operación de la empresa

#### Art. 43.- REPARACION DE AUTOTANQUES

a.- En caso de eventual daño del vehículo que no le permita movilizarse, las reparaciones que deban hacerse se realizarán observando todas las medidas de seguridad y precaución a fin de evitar cualquier riesgo que se pudiera derivar de tal hecho; y,

Las operaciones de reparación del tanque móvil, sus elementos o el chasis del mismo, que impliquen procesos de reconstrucción, deberán realizarse en talleres especializados y observando todas las medidas de seguridad y precauciones pertinentes.

Este proceso deberá ser certificado por el INEN. Una copia del certificado será enviado a la Dirección Nacional de Hidrocarburos.

#### Art. 44.- EN CASOS DE ACCIDENTES DEL AUTOTANQUE

Quando se produzca un accidente en el cual no exista escape del GLP, ni la presencia de fuego, se observarán las siguientes normas, con rapidez y eficiencia, en cuanto fueren aplicables:

- a.1.- Estacionar el autotanque en forma debida;
- a.2.- Colocar los avisos de prevención con espondientes;
- a.3.- Notificar a sus inmediatos superiores y autoridades de policía, sobre el particular;
- a.4.- Procurar vigilancia permanente para el autotanque;
- a.5.- Mantener alejadas del autotanque a personas extrañas, tráfico y toda posible fuente de ignición; y,
- a.6.- Si por cualquier motivo insuperable el autotanque debiera permanecer en el carretero, deberá solicitarse la colaboración de la Policía Nacional;

b.- Cuando se produzca un accidente en el cual no exista escape del GLP, pero si la presencia de fuego se observarán con rapidez y eficiencia, las normas vigentes, y, además deberán utilizarse con celeridad los extintores que para el efecto posee cada autotanque, si no se consigue extinguir el fuego por este medio, podrá utilizarse tierra, mantas etc.;

c.- Cuando se produzca un accidente en el cual exista escape del GLP sin la presencia de fuego, se observarán las normas vigentes, con rapidez y eficiencia, en cuanto fuere posible:

- c.1.- Estacionar el autotanque en forma debida;
- c.2.- Colocar los avisos de prevención correspondiente;
- c.3.- Alistar los extintores para su uso inmediato;
- c.4.- Procurar impedir o reducir el escape del GLP, evitando entrar en la nube de vapor, para lo cual, se ubicará al lado contrario del que se está desviando la nube de gas por efectos del viento;
- c.5.- Procurar mantener el tanque tan filo como sea posible, empleando agua;

c.6.- Mantener alejados del autotanque y del área afectada a personas extrañas, tráfico y toda posible fuente de ignición;

c.7.- Notificar sobre el particular a sus superiores inmediatos y a los Cuerpos de Policía y de Bomberos, lo más pronto posible;

c.8.- Procurar vigilancia permanente para el autotanque; y,

c.9.- Trasladar el vehículo, de ser posible, a un lugar deshabitado, cuidando que ello no implique peligro de inflamación; y,

d.- cuando se produzca un accidente en el cual existan escapes del GLP y la presencia de fuego, además de las normas vigentes se deberá observar las siguientes:

- d.1.- Detener completamente el tránsito;
- d.2.- Desalojar a todas las personas y vehículos que puedan encontrarse en la zona afectada.
- d.3.- Notificar por el medio más rápido posible, sobre el particular-, a sus inmediatos superiores: Cuerpos de Bomberos y de Policía; y,
- d.4.- Alejarse del lugar en caso de que no sea posible la presencia del Cuerpo de Bomberos, en un tiempo prudencial.

#### Art.45.- PARA EL TRANSPORTE DE CILINDROS

a.- Los cilindros del GLP, se ubicarán únicamente en el cajón del vehículo, en posesión vertical con sus válvulas hacia arriba debidamente cubiertas con sus protectores, deberán asegurarse convenientemente a fin de evitar que estos rueden;

b.- Los cilindros del GLP, cuya capacidad supere los 15 kgs., deberán transportarse en un solo nivel, ubicados verticalmente y firmemente asegurados, se permitirán transportar en dos niveles cuando se use plataformas de separación o rejillas y no se afecte la estabilidad del vehículo; y,

c.- Para trasladar los cilindros desde el vehículo hasta los lugares de almacenamiento o de consumo se utilizarán carretillas apropiadas con ruedas de caucho u otro material amortiguante y en ningún caso se dejarán caer, rodarán, arrojarse o arrastrarán.

## CAPITULO VI

### SANCIONES

Art. 46.- El incumplimiento a la infracción de las disposiciones del presente Reglamento serán sancionados de conformidad con el Art. 77 de la Ley de Hidrocarburos.

## CAPITULO VII

Na. 788

## DISPOSICIONES GENERALES

Jxdo. Ramiro Espinosa Bermeo  
SUBSECRETARIO ADMINISTRATIVO

## Considerando:

Art. 47.- Las condiciones de fabricación y los requisitos de seguridad que deben reunir los cilindros, conjuntos técnicos y válvulas, para uso del GLP, se sujetarán a las normas técnicas del INEN.

Art. 48.- Como requisito previo a la circulación de los cilindros, conjuntos técnicos y válvulas nuevas para uso del GLP, se deberá contar con el respectivo certificado de conformidad con las normas técnicas extendido por el INEN, copias del cual se enviarán a la Dirección Nacional de Hidrocarburos, a Petrocomercial y a las comercializadoras.

Art. 49.- Los cilindros de 45 kg., deberán estar provistos de válvulas de alivio de presión certificadas por el INEN.

Art. 50.- Con el fin de precautelar la seguridad de los usuarios, las comercializadoras y los distribuidores de GLP pondrán en circulación los cilindros en el mercado mientras superen las pruebas técnicas; en consecuencia, los cilindros que no superen dichas pruebas serán retirados de circulación para su destrucción bajo prensa hidráulica y su reposición inmediata con unidades nuevas.

Art. 51.- La revisión, reparación, destrucción y reposición de los cilindros y válvulas se realizarán conforme a las normas técnicas INEN vigentes. For tanto, se prohíbe la circulación de cilindros y válvulas que no cumplan con las normas técnicas y de seguridad vigentes.

M. 52.- Las comercializadoras de GLP son responsables de la aplicación y uso del sello de seguridad en los cilindros del GLP; deben fomentar la educación del consumidor para que, al recibir un cilindro lleno de GLP con su sello instalado, verifique que el mismo esté intacto, no presente indicios de haber sido manipulado; y, que no tenga alteración ni deformación alguna ni evidencia de reparación.

M. 53.- La Dirección Nacional de Hidrocarburos realizará los controles que garanticen el fiel cumplimiento de las normas del presente Reglamento.

ARTICULO FINAL.- El presente Acuerdo Ministerial entrará en vigencia a partir de la fecha de su publicación en el Registro Oficial.

Notifíquese y publíquese.- Dado, en Quito, 28 de abril de 1998.

f.) Alvaro Bermeo Correa.

Es fiel copia del original.- Lo certifico.

Quito, a 28 de abril de 1998.

f.) Director Administrativo.

Que, el señor Presidente del Consorcio de Municipios de la Provincia de Morona Santiago, mediante oficio No. 041-RDZ-DMS-98 de fecha 14 de febrero del presente año, remite los Estatutos de Constitución del Consorcio de Municipalidades de Motona Santiago - COMMOS -, para su aprobación por parte de este Ministerio;

Que, el señor Director Nacional de Asuntos Seccionales con oficio No. 156-AS de 21 de abril del presente año, emite informe favorable para la aprobación de los Estatutos del Consorcio de Municipalidades de la provincia de Morona Santiago, por cuanto los Municipios de esa Región del país persiguen fines comunes y buscan implementar acciones coordinadas con miras a consolidar un desarrollo regional adecuado, evitándose duplicar funciones y desperdicio de recursos humanos y económicos, guardando conformidad con lo que dispone el Art. 24 de la Ley de Régimen Municipal;

Tomando en cuenta la delegación conferida por el señor Ministro de Gobierno y Municipalidades, con Acuerdo Ministerial No. 0696 de 12 de marzo de 1998, así como las disposiciones del Art. 154 de la Constitución Política de la República del Ecuador; y,

En uso de las facultades que le confiere la ley,

## Acuerda:

APROBAR los Estatutos del Consorcio de Municipalidades de la provincia de Morona Santiago - COMMOS -, conocidos y aprobados por la Asamblea reunida en sesiones de 22 de noviembre de 1997 y 31 de enero de 1998, en las ciudades de General Plaza, Cabecera Cantonal de Limón Indanza y Gualaquiza, respectivamente.

Se dispone que una copia de los Estatutos constantes en 8 fojas útiles, se adjunte al presente Acuerdo Ministerial; así como su promulgación en el Registro Oficial.

Dado, en la Sala del Despacho, en Quito, a 23 de abril de 1998.

Comuníquese:

f.) Lcdo. Ramiro Espinosa Bermeo, Subsecretario Administrativo.

Es fiel copia lo certifico.

f.) Lcdo. Diego Tapio Escudero, Director Nacional de Asuntos Seccionales del Ministerio de Gobierno.

ESTATUTOS DEL CONSORCIO DE  
MUNJCJPALJDAJW.3 DE LA PROVINCIA  
DE MORONA SANTIAGO (COMMOS)

Los representantes de las Municipalidades de Limón Indanza, Gualaquiza, I Luamboya, Palora, Santiago, San Juan Bosco, Logroño, Taisha, Sucúa y Morona, debidamente

## ANEXO 7

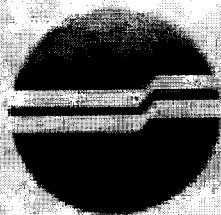
### DIAMETRO DE TUBERIAS PARA REDES DE DISTRIBUCION

Presión de entrada: 1.5 Kg/cm<sup>2</sup> relativa

Tramo	Consumo (BTU/h)	Consumo (Kg/h)	Caudal (Kg/h)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Distancia (m)	Longitud Equivalente (m)	Presión Abs. Entrada	Caida Presión	Presión Abs. Salida	Diámetro (mm)	Diámetro (plg)
AB	0	0.00	0.00	13.42	30	36	2.5000	0.2813	2.2188	12.2040	0.48
BC	1,254,694	26.57	26.57	13.42	10	12	2.2188	0.0938	2.1250	12.4155	0.49
	0			0.00		0		0.0000	0.0000	#DIV/0!	#DIV/0!
	0			0.00		0		0.0000	0.0000	#DIV/0!	#DIV/0!
	0			0.00		0		0.0000	0.0000	#DIV/0!	#DIV/0!
	0			0.00		0		0.0000	0.0000	#DIV/0!	#DIV/0!
	0			0.00		0		0.0000	0.0000	#DIV/0!	#DIV/0!
	0			0.00		0		0.0000	0.0000	#DIV/0!	#DIV/0!
	0			0.00		0		0.0000	0.0000	#DIV/0!	#DIV/0!
	0			0.00		0		0.0000	0.0000	#DIV/0!	#DIV/0!
<b>TOTAL</b>	<b>1,254,694</b>	<b>26.57</b>			<b>40</b>						

## ANEXO 8

### GUIA PARA EL INSTALADOR DE GLP



**SHERWOOD**

**a harsco company**

---

**Equipos de Control para Gas Licuado de Petróleo**

# **GUIA PARA EL INSTALADOR DE GAS L. P.**



## INTRODUCCION

Este manual contiene la información y datos recolectados de los Instaladores, Directores de Seguridad, Expertos de la Industria y demás personal relacionado con el GAS LP.

La información que contiene este manual, no pretende entrar en conflicto con ningún tipo de norma o regulación local. Nuestro único deseo es que esta información le sea de utilidad en sus labores diarias.

Los productos SHERWOOD están sujetos, como todos los demás, a diferentes tipos de desgaste y corrosión de las partes metálicas y al envejecimiento de algunos elementos no metálicos, en función de su uso específico y/o su exposición a ambientes diversos. SE REQUIEREN INSPECCION Y MANTENIMIENTO PERIODICOS PARA ASEGURAR UN FUNCIONAMIENTO ADECUADO Y CONTINUO.

Todos los ajustes y servicios deben ser realizados por personal debidamente entrenado.

## REPARACION DE REGULADORES

SHERWOOD no recomienda que los reguladores sean reparados por otra persona distinta del personal autorizado por SHERWOOD.

## VIDA DEL REGULADOR

SHERWOOD recomienda el uso del regulador por un periodo máximo de 15 años, y luego reemplazarlo. Los reguladores que estén expuestos a condiciones ambientales severas, deberán ser inspeccionados y reemplazados más a menudo.

Para determinar la fecha de fabricación de los reguladores, ver la cubierta posterior interna de este manual.

## NOTA

Para el manejo seguro del Gas L.P., refiérase al "LP Gas Safety Handbook" de la NPGA, Publicación #0001. Contacte a su distribuidor SHERWOOD si desea obtener una copia.

## CONTENIDO

	Página
OPERACION BASICA DEL REGULADOR .....	2, 3
DEFINICIONES	
• Sistema Regulador Automático de Dos Etapas .....	4
• Reguladores de Etapa Única .....	5
• La Historia de SHERWOOD sobre la regulación en dos etapas	
• Ventajas .....	6
• Regulación en Dos Etapas .....	7, 8, 9
• Complemento del Regulador .....	10, 11
DIMENSIONAMIENTO DE LA TUBERIA .....	12
VAPORIZACION .....	20
• Vaporización en los cilindros DOT de 100 libras .....	22
• Vaporización en los tanques ASME .....	22, 23, 24
INTERCONEXION DE REGULADORES .....	25, 26
INTERCONEXION DE TANQUES .....	27
RECOMENDACIONES DE SERVICIO:	
• Para reguladores y regulación de Gas .....	28, 29
• Para Selección de Tubería y Capacidad de Vaporización .....	30
EJEMPLO DE INSTALACION .....	31, 32, 33, 34
• 11" Columna de Agua (CA). Qué es y por qué .....	34
PROPIEDADES FISICAS DEL PROPANO (Tabla 10) .....	35
PRESION DE VAPOR DEL PROPANO (Tabla 11) .....	35
COMO LEER LAS CURVAS DE FLUJO DE LOS REGULADORES .....	36, 37
TAMAÑO DEL OFICIO DE LOS REGULADORES .....	38
CONSUMOS APROXIMADOS DE APARATOS TÍPICOS .....	39
TABLA DE SELECCION DE LOS REGULADORES SHERWOOD .....	40, 41, 42, 43, 44

• Este Edición fue revisada y traducida al español por el Ingeniero BERNARDO BOMBRQUEZ F. — Bogotá, D. C. — COLOMBIA.

## OPERACION BASICA DEL REGULADOR

### DEFINICIONES



Fig. 1

### BLOQUEO

No hay condiciones de flujo: Con el regulador conectado y la válvula del tanque abierta, el gas entra al regulador a través del orificio. Si no hay ningún aparato en servicio, y no hay escapes, la presión del gas se incrementa y actúa por la parte interior del diafragma del regulador, creando una fuerza hacia arriba, contraria a la fuerza del resorte, hasta que la supera haciendo que el diafragma se mueva hacia arriba.

A medida que el diafragma va subiendo, va levantando la palanca que gira sobre su pivote, haciendo que el asiento cierre el orificio, deteniendo el flujo de gas. La presión "de bloqueo" será siempre más alta que la presión de entrega. La mayor presión es la que se utiliza para desequilibrar el mecanismo, venciendo la fuerza del resorte, haciendo que el asiento salte el orificio. (Ver Fig. 1).



Fig. 2

Condición de Flujo: Cuando entra en funcionamiento algún aparato, la presión dentro del regulador se reduce, haciendo que el resorte principal empuje al diafragma a su posición normal. Cuando el diafragma baja, la palanca retrae el asiento del orificio, permitiendo el paso del gas al regulador, y de éste a la línea de servicio. (Ver Fig. 2).

Ajuste de la presión de salida: La presión de salida de todos los reguladores SHERWOOD puede ser ajustada girando el tornillo de ajuste que encontrará al volver la tapa plástica así: Para incrementar la presión, gire en sentido de las manecillas del reloj y para reducirla gire en sentido contrario.

### PRECAUCION

Nunca ajuste el regulador para compensar las pérdidas causadas por una tubería de tamaño inferior al requerido. La única solución a este problema es reemplazar la tubería, por la del tamaño adecuado.

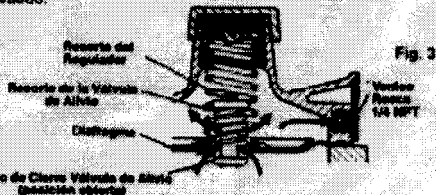


Fig. 3

Disco de Cierre Válvula de Alivio (posición cerrada)

### Válvula de Alivio del Regulador: (Tipo Normal)

La función de la Válvula de Alivio es liberar el exceso de presión de la línea "corriente abajo" que puede resultar de una fuga en el asiento que cierra el orificio de entrada. Cuando la válvula de alivio se abre, permite que el gas pase a la cámara superior del regulador y salga por el orificio de ventosa a la atmósfera exterior. (Ver Fig. 3).

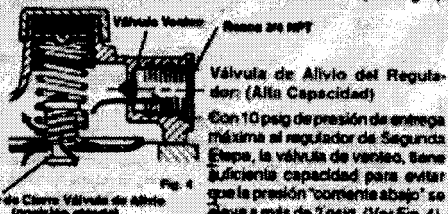


Fig. 4

Con 10 psig de presión de entrega máxima al regulador de Seguridad Simple, la válvula de ventosa, tiene suficiente capacidad para evitar que la presión "corriente abajo" se eleve a más de 2 psig. (Ver Fig. 4).

## SISTEMA REGULADOR AUTOMÁTICO DE DOS ETAPAS

Regulador: Color Gris

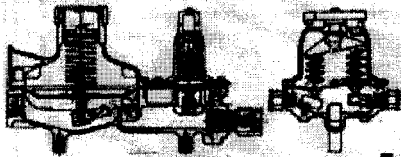


Fig. 5

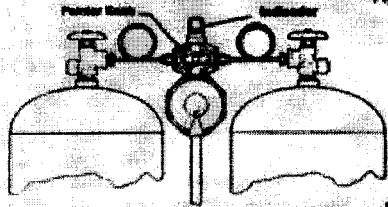


Fig. 6

Este tipo de regulador combina la primera y la segunda etapas en una sola unidad. (Ver Fig. 5)

Normalmente se conecta a dos (2) cilindros. (Ver Fig. 6). Cuando la presión del cilindro en servicio, cae al nivel bajo, el regulador automáticamente cambia, dando paso al gas del cilindro de reserva, sin interrumpir el servicio. Simultáneamente, el indicador muestra una señal roja para que el usuario y el distribuidor sepan qué cilindro necesita ser reemplazado.

**NOTA:** La manecilla indicadora apunta al cilindro que está en servicio. Si hay señal roja, la manecilla indicará hacia el cilindro vacío. Cuando llegue el cilindro lleno, el operador girará la manecilla hacia el cilindro que él encontró en servicio. El regulador tiene un rango de ajuste de la presión de salida, entre 9 y 13"CA y viene calibrado de fábrica a 11"CA.

4

## REGULADORES DE ETAPA ÚNICA

Están diseñados para reducir la presión del tanque o del cilindro a 11"CA. Todos los reguladores SHERWOOD cuentan con una válvula de alivio integral, de acuerdo con la Norma U.L.L. # 144.

Para facilitar su identificación, todos los reguladores SHERWOOD de Etapa Única vienen en color AZUL.

Para facilitar su identificación y instalación, la etiqueta del regulador indica el tipo de regulador, y su Referencia.

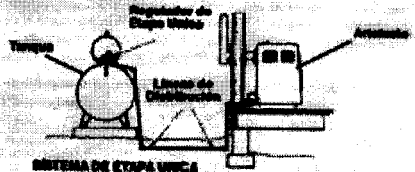


Fig. 7

Regulador de Etapa Única:

Este regulador es de baja presión, y es utilizado en sistemas de Etapa Única. (Ver Fig. 7). Reduce la presión del tanque o cilindro a la presión de operación de los aparatos. El regulador tiene un rango de ajuste de la presión de salida, entre 9 y 13"CA y viene calibrado de fábrica a 11"CA.

## LA HISTORIA DE SHERWOOD SOBRE LA REGULACION EN DOS ETAPAS

### Ventajas

- Regulación uniforme: Un flujo a presión constante tendrá la máxima eficiencia.
- Costos de instalación más bajos: Se pueden utilizar tuberías de menor diámetro entre el regulador de 1a. y el de 2a. etapa.
- Menores Reclamos: La estabilidad de la presión de suministro a los aparatos, hace igualmente estable la llama del piloto.
- Seguridad: Si no se apaga el piloto, no habrá fugas por el mismo. De otro punto, la presión constante reduce los congelamientos del regulador.

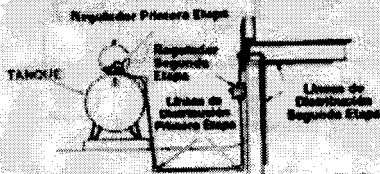


Fig. 8

Regulador de Primera Etapa: Color Rojo

Este es un regulador de Alta Presión utilizado en los sistemas de dos etapas. (Ver Fig. 8), el cual reduce la presión del cilindro o del tanque a la del regulador de segunda etapa. Se debe instalar lo más cerca posible del tanque o cilindro. El regulador SHERWOOD tiene un rango de ajuste, de la presión de salida, entre 5 y 15 psig y viene calibrado de fábrica a 10 psig.

Regulador de Segunda Etapa: Color Verde

Este es un regulador de baja presión, utilizado en sistemas de dos etapas, y se instala después del regulador de primera etapa, "corriente abajo". (Ver Fig. 8). El regulador tiene un rango de ajuste de la presión de salida, entre 9 y 13"CA y viene calibrado de fábrica a 11"CA.

## REGULACION EN DOS ETAPAS

Realmente no hay ningún misterio sobre la regulación en dos etapas. Significa simplemente que se utilizan dos reguladores en la línea, en lugar de uno sólo. El regulador de alta presión, llamado de primera etapa, reduce la presión del tanque hasta 10 psig. Esta presión de 10 psig, se conduce a través de la tubería hasta el regulador de segunda etapa, el cual está instalado generalmente en la parte exterior de la edificación. El regulador de segunda etapa, o de baja presión, reduce esa 10 psig a 11"CA, que es la presión normalmente requerida por los quemadores.

Son tantas las ventajas de este sistema que ante la pregunta normal: Es muy costoso?, la respuesta es otra pregunta: No es muy costoso no tenerlo? Con el auge de nuevos, grandes y mejores reguladores de alta presión, de ningún hay costo, hay muchos casos en que llega a ser mucho más costosa la instalación de Etapa Única, que la de doble regulación, por las siguientes razones:

A. Amplia reducción de los congelamientos. Esto es válido por dos razones:

Primera: Pueden utilizarse orificios más grandes que los normalmente usados en la regulación de Etapa Única y aún así tener bajo bloque. Los orificios grandes radundan en áreas grandes de paso, y un área grande de paso significa más dificultad de congelamiento.

Segunda: La expansión del gas tiene lugar en dos puntos diferentes, con menos expansión en cada punto y más área superficial que transfiere calor. El efecto refrigerante que se presenta por la expansión del gas es el responsable del "congelamiento" del regulador, donde hay humedad en el combustible. Por eso la regulación en dos etapas, elimina virtualmente el problema de congelamiento.

Elimina las fluctuaciones en la presión de entrega, que son nocivas en la regulación de Etapa Única, debido a las diferencias de presiones en los tanques entre las épocas frías y cálidas y entre un tanque lleno y otro a bajo nivel. Como podemos ver en la Tabla 15, la presión del vapor del propano depende directamente de la temperatura. En algunas lugares, las diferencias de temperatura entre las épocas frías y cálidas puede causar variación hasta de 100 psig en la presión del tanque. Con la regulación en Etapa Única, esto significa una variación de hasta 4"CA en la presión de entrega. Con la regulación en dos etapas, no sucede lo mismo, ya que el regulador de primera etapa actúa como amortiguador, y entrega prácticamente la misma presión al regulador de segunda etapa, eliminando así las fluctuaciones de presión en el quemador. Esto significa:

- 1) Más alta eficiencia en el quemador, ya que la presión entregada permanece constante en 11"CA;
- 2) Reducción en las llamadas de servicio para ajustar el piloto y quemadores, por la fluctuación de presiones;
- 3) Más bajos costos de servicio; y
- 4) Mejores relaciones con los clientes.

Si se opera con medidores, la variación de la presión se reduce notoriamente, solamente por el hecho de mantener una presión uniforme. Esto significa "menos peso no contabilizado" de gas.

- C. Flexibilidad de la instalación. Se pueden alimentar varios reguladores de baja presión teniendo uno sólo de alta. Esto significa que se pueden añadir más aparatos, o ampliar la instalación, simplemente aceptando reguladores adicionales, de baja presión, a la misma línea de alta presión.
- D. Tuberías de diámetro más reducido, entre el regulador de alta y el de baja, con pérdidas insignificantes. Esto significa ahorros en el costo de la tubería y accesorios y un trabajo de instalación mucho más fácil, por trabajar con diámetros más pequeños.

Cuando utilice el sistema de doble regulación, no cometa el error de calibrar "muy alta" la presión de salida del regulador de primera etapa.

Una presión de 10 psig, es lo suficientemente alta y elimina la posibilidad de condensación de vapor hasta temperaturas externas tan bajas como -23°C (-30°F). Para tener una idea de la importancia de tener en cuenta la condensación veamos los siguientes componentes: con una presión de salida de 8 psig, la temperatura de condensación se reducirá a -37°C (-32°F). Para una mezcla 80-40, la situación es aún más crítica, ya que con una presión de salida superior a 15 psig, el gas se condensa a temperaturas tan bajas como 7°C (45°F).

Un regulador de alta presión, de diseño grande, ofrece un control más preciso y uniforme, aún a bajas presiones de entrega. Esto, excepto en condiciones climáticas extremas, eliminará el problema potencial de la condensación de vapor.

Para el cálculo del diámetro de las tuberías entre el regulador de alta y el de baja presión, se han incluido las Tablas 1 a 5. Estas tablas han sido calculadas en la base de 10 psig como presión de salida del regulador de alta y permitiendo pérdidas en la presión de entrega al regulador de segunda etapa, de 1, 2 y 3 psig respectivamente. No obstante lo anterior, se han añadido factores para estimar flujos a presiones de 5 y 15 psig.

Un regulador de Etapa Única, operando entre -17.8°C (0°F) y 37.8°C (100°F) puede entregar presiones entre 9 y 13"CA.

Un sistema de dos etapas, diseñado independientemente, y bajo las mismas condiciones de trabajo, no fluctuará más de 0.5"CA. La fluctuación de las presiones puede ser la causa de llamadas innecesarias de servicio, debido a la sensibilidad extrema de la forma de los pilotos.

## CONGELAMIENTO DEL REGULADOR

Cuando un regulador se "congela", el trabajo se paraliza, ya que la humedad se convierte en hielo en alguna parte interna del regulador, obstruyendo el paso del gas.

Hay básicamente dos tipos de congelamiento. El primero es causado por la humedad exterior y el segundo, por la humedad que trae consigo el combustible. Cada uno tiene causas y soluciones diferentes.

### • Primer tipo de Congelamiento

Si hay humedad en la atmósfera, el regulador "respira" dicha humedad, la cual se condensa dentro del regulador, por encima del diafragma. Si la temperatura desciende por debajo del punto de congelamiento, la humedad se congela igualmente, bloquea el diafragma y paraliza la operación del regulador.

Para ayudar a prevenir este tipo de congelamiento, el regulador debe ser montado en forma tal, que el respiradero quede hacia abajo. De esa forma, cualquier humedad que haya sobre el diafragma, podrá salir a través de él. Es una buena práctica poner una cubierta sobre el regulador a fin de evitar que le caiga demasiada humedad.

### • Segundo tipo de Congelamiento

Al entrar al regulador el gas a alta presión, se expande a medida que sale por el orificio. Este expansión del gas crea un efecto refrigerante, el cual es responsable del congelamiento del regulador, cuando hay humedad en el combustible.

Por lo tanto, si hay humedad en el gas, las pequeñas gotitas se van congelando a medida que tratan de pasar por el orificio frío. Si el flujo de gas es considerable y si hay suficiente humedad en el combustible, el orificio del regulador se puede bloquear completamente con hielo, cortando el suministro de gas.

## ESTE TIPO DE CONGELAMIENTO, DEBIDO A LA HUMEDAD EN EL COMBUSTIBLE, PUEDE OCURRIR AUNQUE LA TEMPERATURA EXTERIOR ESTE MUY POR ENCIMA DEL PUNTO DE CONGELAMIENTO.

El método más fácil de eliminar este tipo de congelamientos es eliminar la humedad del combustible. Para ello aplique las siguientes medidas:

- 1.- Purgue y seque todo tanque o cilindro nuevo y las líneas, antes de darlas al servicio.
- 2.- Abra brevemente las válvulas, antes de hacer conexiones, para permitir la salida a la atmósfera de la humedad.
- 3.- Asegúrese de que las válvulas de los tanques o cilindros "vacíos" permanezcan completamente cerradas, para prevenir la entrada de la humedad.

Si hay humedad, el siguiente es el mejor método de eliminar los congelamientos: Añada alcohol metílico, (aproximadamente 1 pinta por cada 100 galones de capacidad). En esta forma se baja el punto de congelamiento del agua, lo suficiente para prevenir el congelamiento. Si se utiliza "branza" (tubería de cobre enrollada), el bucle debe quedar hacia arriba, para que la humedad no se atmosfere y congele en la parte inferior, bloqueando al flujo del gas. Muchas veces, se acusa que el congelamiento está en el regulador, cuando en realidad está en la branza. Si este tipo de congelamiento es frecuente, la mejor solución es incrementar el diámetro de la tubería de cobre. (El área seccional de la tubería de 3/8" O. Ext. es 3 veces mayor que la de 1/4". Esta mayor área, frecuentemente permite que el sistema siga operando, mientras que el corriente estaría ya bloqueado con hielo).

Cuando instale el regulador, revise siempre que la boca de entrada al regulador quede a mayor altura que la salida de la válvula del tanque. En esta forma, cualquier humedad que pueda atrapar el regulador, escurre hacia el tanque. Otra forma de eliminar el congelamiento, es usar el sistema de doble regulación, como lo describimos anteriormente.

El montaje en paralelo de los reguladores, ofrece protección adicional contra el congelamiento. Este punto lo discutiremos más adelante.

### DIMENSIONAMIENTO DE LA TUBERIA

Si quiere obtener la presión requerida a la salida del regulador, pero si la tubería tiene un tamaño menor al requerido, la presión completa nunca llegará al quemador. Es difícil creer que haya pérdida de presión debido a la fricción, pero la realidad es que sí hay.

Una de las bondades de un sistema de Gas L.P. es aquella propiedad del combustible que a temperaturas normales, crea su propia presión. El regulador entregará la presión adecuada al quemador, sin necesidad de una bomba u otro mecanismo impulsor, siempre y cuando se utilice la tubería del tamaño adecuado.

A fin de ayudarlo a seleccionar la tubería, estamos incluyendo las tablas 1 a 7, las cuales, en función del material de la tubería, la carga en BTU/Hr y la distancia, nos indicará el diámetro adecuado de la misma.

Cuando se utilicen estas tablas, debe tomarse la máxima carga posible expresada.

### PRECAUCION

Nunca trate de compensar los tamaños mal dimensionados de la tubería, ajustando el regulador. Tratar de hacerlo, da como resultado flujos, presiones de bloqueo excesivamente altas, que pueden causar más problemas de los que ya se presentaron causa de los diámetros inadecuadamente calculados.

TABLA 1

**DIMENSIONAMIENTO DE LINEAS EN COBRE**  
DIAMETROS Y CAPACIDADES ENTRE PRIMERA ETAPA (REGULADOR DE ALTA PRESION) Y SEGUNDA ETAPA (REGULADOR DE BAJA PRESION)  
Capacidades MAXIMAS basadas en una presión de salida de Primera Etapa de 10 psig.  
CAIDA DE PRESION = 1 psig  
-CAPACIDADES EN MILES DE BTU/Hr-

LONGITUD DE LA LINEA	DIAMETRO EXTERNO - TUBERIA DE COBRE TIPO "L"	DIAMETRO EXTERNO - TUBERIA DE COBRE TIPO "L"				
		3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"
Metros (Pies)	(318)"	(406)"	(508)"	(606)"	(706)"	
9 (30)	309	700	1303	2205	3364	
12 (40)	286	689	1115	1867	2904	
15 (50)	208	531	988	1672	2574	
18 (60)	213	481	898	1515	2332	
21 (70)	198	443	824	1384	2146	
24 (80)	182	412	767	1297	1986	
27 (90)	171	386	719	1217	1873	
30 (100)	161	366	678	1149	1769	
45 (150)	130	293	546	923	1421	
60 (200)	111	251	467	790	1216	
75 (250)	98	222	414	700	1078	
91 (300)	89	201	375	634	978	

PARA DIMENSIONAR A PRESIONES DE SALIDA DIFERENTES A 10 PSIG UTILICE LOS SIGUIENTES FACTORES:

A 5 PSIG: MULTIPLIQUE POR 0,680  
A 15 PSIG: MULTIPLIQUE POR 1,100

PARA CONVERTIR LAS CAPACIDADES ANTERIORES A PIES<sup>3</sup>/H DIVIDA LOS BTU/Hr POR 2,500

(\*)NOTA: LAS DIMENSIONES ENTRE PARENTESIS, SON EL DIAMETRO INTERNO DE LA TUBERIA DE COBRE.

TABLA 2

**DIMENSIONAMIENTO DE LINEAS EN COBRE**  
DIAMETROS Y CAPACIDADES ENTRE PRIMERA ETAPA (REGULADOR DE ALTA PRESION) Y SEGUNDA ETAPA (REGULADOR DE BAJA PRESION)  
Capacidades MAXIMAS basadas en una presión de salida de Primera Etapa de 10 psig.  
CAIDA DE PRESION = 2 psig  
-CAPACIDADES EN MILES DE BTU/Hr-

LONGITUD DE LA LINEA	DIAMETRO EXTERNO - TUBERIA DE COBRE TIPO "L"	DIAMETRO EXTERNO - TUBERIA DE COBRE TIPO "L"				
		3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"
Metros (Pies)	(318)"	(406)"	(508)"	(606)"	(706)"	
9 (30)	445	1007	1875	3172	4892	
12 (40)	381	862	1604	2715	4178	
15 (50)	338	764	1422	2406	3703	
18 (60)	306	692	1289	2180	3355	
21 (70)	281	637	1185	2006	3087	
24 (80)	262	592	1103	1866	2872	
27 (90)	246	556	1035	1751	2695	
30 (100)	232	525	977	1654	2545	
45 (150)	186	422	785	1328	2044	
60 (200)	159	361	672	1137	1749	
75 (250)	141	329	596	1007	1550	
91 (300)	128	290	539	913	1405	

PARA DIMENSIONAR A PRESIONES DE SALIDA DIFERENTES A 10 PSIG UTILICE LOS SIGUIENTES FACTORES:

A 5 PSIG: MULTIPLIQUE POR 0,680  
A 15 PSIG: MULTIPLIQUE POR 1,100

PARA CONVERTIR LAS CAPACIDADES ANTERIORES A PIES<sup>3</sup>/H DIVIDA LOS BTU/Hr POR 2,500

(\*)NOTA: LAS DIMENSIONES ENTRE PARENTESIS, SON EL DIAMETRO INTERNO DE LA TUBERIA DE COBRE.

TABLA 3

**DIMENSIONAMIENTO DE LINEAS EN COBRE**  
DIAMETROS Y CAPACIDADES ENTRE PRIMERA ETAPA (REGULADOR DE ALTA PRESION) Y SEGUNDA ETAPA (REGULADOR DE BAJA PRESION)  
Capacidades MAXIMAS basadas en una presión de salida de Primera Etapa de 10 psig.  
CAIDA DE PRESION = 3 psig  
-CAPACIDADES EN MILES DE BTU/Hr-

LONGITUD DE LA LINEA	DIAMETRO EXTERNO - TUBERIA DE COBRE TIPO "L"	DIAMETRO EXTERNO - TUBERIA DE COBRE TIPO "L"				
		3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"
Metros (Pies)	(318)"	(406)"	(508)"	(606)"	(706)"	
9 (30)	548	1239	2308	3905	6010	
12 (40)	469	1081	1975	3342	5144	
15 (50)	416	940	1751	2962	4599	
18 (60)	377	852	1586	2684	4130	
21 (70)	346	784	1459	2469	3800	
24 (80)	322	729	1367	2297	3535	
27 (90)	302	684	1274	2150	3317	
30 (100)	286	646	1203	2036	3133	
45 (150)	229	519	966	1635	2516	
60 (200)	196	444	827	1399	2153	
75 (250)	174	394	733	1249	1900	
91 (300)	158	357	664	1124	1729	

PARA DIMENSIONAR A PRESIONES DE SALIDA DIFERENTES A 10 PSIG UTILICE LOS SIGUIENTES FACTORES:

A 5 PSIG: MULTIPLIQUE POR 0,677  
A 15 PSIG: MULTIPLIQUE POR 1,110

PARA CONVERTIR LAS CAPACIDADES ANTERIORES A PIES<sup>3</sup>/H DIVIDA LOS BTU/Hr POR 2,500

(\*)NOTA: LAS DIMENSIONES ENTRE PARENTESIS, SON EL DIAMETRO INTERNO DE LA TUBERIA DE COBRE.





## VAPORIZACION

A ninguno de nosotros se nos ocurriría tratar de hacer funcionar una gran turbina de vapor, hirviendo agua en una cafetera. Todos sabemos que no podremos obtener suficiente vapor. Lo mismo sucede en cualquier instalación, donde se deben tener suficientes cilindros o un tanque lo suficientemente grande, para atender las necesidades.

Para vaporizar el propano se requiere calor, así como se requiere calor para hervir agua. El propano toma el calor que requiere, de las paredes del cilindro o tanque, y éstas a su vez lo toman del aire exterior. Todo lo anterior quiere decir que se debe tener suficiente "área mojada" en el recipiente usado, a fin de obtener el calor para vaporizar la cantidad de líquido requerido. (Demanda o carga). Aquí, la ubicación geográfica y las condiciones climáticas juegan un papel decisivo. No se puede instalar el mismo tanque en climas muy fríos para obtener la misma vaporización, que en áreas de pleno sol y éste, esencialmente porque en estos dos puntos la temperatura ambiente es diferente.

La Tabla 8 muestra la cantidad de vaporización que se puede obtener de un cilindro DOT de 100 libras de propano a diferentes temperaturas y porcentajes de llenado.

Observando la Tabla 8 es evidente que la cantidad de vaporización depende de:

- 1.- La temperatura del líquido; y
- 2.- La cantidad de área mojada del recipiente.

Observando misma la Tabla, vemos que a  $-17.8^{\circ}\text{C}$  ( $0^{\circ}\text{F}$ ) un cilindro de 100 lib. puede vaporizar 45.5 pies cúbicos/hr (aprox. 114,000 BTU/hr), mientras que cuando solo quedan 10 lib. de propano, tener área mojada, vaporiza únicamente 10.3 pies cúbicos/hr (aprox. 26,000 BTU/hr).

Cuando calcule el número de cilindros requeridos para manejar una determinada carga en BTU/hr, se deberá basar en la más baja temperatura del año.

TABLA 8

LIBRAS DE PROPANO EN EL CILINDRO	MAXIMO GASTO CONTINUO EN PIES <sup>3</sup> /HR A VARIAS TEMPERATURAS		MAXIMO GASTO CONTINUO EN PIES <sup>3</sup> /HR A VARIAS TEMPERATURAS		MAXIMO GASTO CONTINUO EN PIES <sup>3</sup> /HR A VARIAS TEMPERATURAS		MAXIMO GASTO CONTINUO EN PIES <sup>3</sup> /HR A VARIAS TEMPERATURAS	
	AREA MOJADA PIES <sup>2</sup>	LIBRAS DE PROPANO EN EL CILINDRO	°C	°F	°C	°F	°C	°F
100	12.90	100	-17.8	0	-17.8	0	-17.8	0
90	11.06	90	-23.3	10	-23.3	10	-23.3	10
80	10.00	80	-28.9	20	-28.9	20	-28.9	20
70	8.96	70	-34.4	30	-34.4	30	-34.4	30
60	7.90	60	-40.0	40	-40.0	40	-40.0	40
50	6.88	50	-45.6	50	-45.6	50	-45.6	50
40	5.82	40	-51.2	60	-51.2	60	-51.2	60
30	4.80	30	-56.8	70	-56.8	70	-56.8	70
20	3.77	20	-62.4	80	-62.4	80	-62.4	80
10	2.70	10	-68.0	90	-68.0	90	-68.0	90

NOTA: PARA CONVERTIR LAS CAPACIDADES ANTERIORES A BTU/HR, MULTIPLIQUELAS POR 2.500

## METODO PRACTICO PARA ESTIMAR VAPORIZACION EN LOS CILINDROS DOT DE 100 LIBRAS

Donde se requiere un consumo continuo de gas y donde las temperaturas pueden bajar a  $0^{\circ}\text{C}$  ( $32^{\circ}\text{F}$ ), utilice 32 pies<sup>3</sup>/hr (80,000 BTU/hr) como tasa de vaporización. (Asumiendo que el cilindro tiene 1/3 de contenido).

Usted notará que a cualquier temperatura más alta que las ya indicadas, la cantidad de vaporización es proporcionalmente más alta. Por ejemplo: Suponga que la temperatura más baja esperada es de  $10^{\circ}\text{C}$  ( $50^{\circ}\text{F}$ ). Observe que la Tabla 8 le indicará una vaporización de 38.6 pies<sup>3</sup>/hr (96,500 BTU/hr). Por el contrario, si la temperatura exterior es más baja que la indicada anteriormente, la vaporización será proporcionalmente más baja.

Ejemplo de aplicación: Supongamos que sus requerimientos son de 240,000 BTU/hr, que se deben utilizar cilindros DOT de 100 lib y que la temperatura mínima esperada es de  $0^{\circ}\text{C}$  ( $32^{\circ}\text{F}$ ). Divida la carga total requerida (240,000) por la vaporización de cada cilindro a la temperatura indicada (80,000) lo que le da = 3. Por lo tanto la instalación deberá contar con 6 cilindros interconectados de tal forma que 3 queden en servicio y 3 queden de reserva. Si la división no da exacta, utilice el número entero superior.

TABLA 9

## VAPORIZACION

### METODO RAPIDO PARA DETERMINACION DE VAPORIZACION EN TANQUES ASME

RATA DE VAPORIZACION EN BTU/HR A 1/3 DEL CONTENIDO

$$\text{BTU/HR} = D \times L^2 \times F_c$$

D = Diámetro del Tanque (pulg.) L = Largo Total del Tanque (pulg.)  
F<sub>c</sub> = Factor de Corrección por Temperatura (Ver Tabla)

TEMPERATURA		FACTOR	TEMPERATURA		FACTOR
°C	°F	F <sub>c</sub>	°C	°F	F <sub>c</sub>
21.1	70	235	-12.2	10	110
15.6	60	214	-17.8	0	90
10.0	50	193	-23.3	-10	70
4.4	40	172	-28.9	-20	48
-1.1	30	152	-34.4	-30	28
-6.7	20	131			

## METODO PRACTICO PARA ESTIMAR VAPORIZACION EN TANQUES ASME

Como ya lo hemos mencionado, la vaporización depende de la temperatura del líquido y del "área mojada" del recipiente. Esto es aplicable tanto a tanques como a cilindros.

Para estimar el tamaño del tanque requerido para una carga dada, es necesario determinar un punto promedio al cual el suplidor de gas hará la "recarga". Debemos tener claro también, que la mínima vaporización ocurre cuando tenemos el tanque a su mínimo nivel, y que esta cifra es la que debemos utilizar en nuestros cálculos.

Si asumamos que el tanque será aprovisionado de nuevo cuando su nivel llegue a 1/3 de su capacidad total, la Tabla 9, le dará una buena guía para un "cálculo práctico", a varias temperaturas.

**NOTA:** Las dimensiones físicas del tanque afectan su capacidad de vaporización. Un tanque largo, con diámetro pequeño dará mejor vaporización que un tanque corto de diámetro grande, ambos con la misma capacidad volumétrica, ya que el primero tiene más área superficial. El recipiente esférico, que tiene la mínima área superficial, tendrá el factor de vaporización más bajo. La Tabla 9, le dará unos datos bastante conservadores, teniendo en cuenta las variaciones de vaporización debidas a las diferencias físicas en tanques de la misma capacidad volumétrica.

**Ejemplo:**

Supongamos que tenemos un tanque de 40' de diámetro y 105' de largo total y que la temperatura más baja esperada es de 0°C (32°F). El tanque será vez llena menos de 1/3 de su capacidad total. Podría este tanque, en estas condiciones mantener una demanda continua de 600,000 BTU/H?

De la tabla 9, este tanque produciría una vaporización de:

$$40 [D] \times 105 [L] \times 182 [F] = 836,400 \text{ BTU/H}$$

Mostré al regulador por la incorrecta operación del sistema cuando no tenga suficiente almacenamiento. No importa el tamaño: el regulador no crea presión ni genera vapor.

Segundo: Para que el regulador de 9 psig entre a trabajar, es necesario que la demanda esté un poco por encima de la capacidad del regulador de 10 psig, para entregar gas a presión por encima de 9 psig. Tan pronto como se alcanza este punto, ambos reguladores entregarán gas al regulador de baja presión.

En ambos casos, el regulador de 9 psig, actúa como una póliza de seguros, permitiendo la operación continua del sistema, si el problema es bien de capacidad o de congelamiento.

**INTERCONEXION DE REGULADORES**

La mayoría de nosotros hemos tenido la experiencia de seleccionar una de las que se haya diseñado un bombillo de la instalación de nuestro árbol de nevada. Todos los bombillos se apagan. Esto ocurre, porque todos los bombillos están interconectados en serie, lo que significa que la operación de cada uno de los bombillos depende del correcto funcionamiento de cada uno de los bombillos. Es común encontrar reguladores instalados en esta forma.

La forma correcta de instalar varios reguladores en un múltiple se muestra en el gráfico siguiente, y se llama instalación múltiple en Paralelo.

En el diagrama vemos dos reguladores de alta presión, uno calibrado a 9 psig y el otro a 10 psig de presión de entrega. La entrada de ambos reguladores es una línea común que viene del tanque de suministro. La salida de ambos reguladores va a una línea común, la cual se conduce al regulador de baja presión o segunda etapa. Veamos lo que sucede cuando el gas empieza a fluir.



Primero: Si hay humedad en el combustible y el consumo de gas es alto, el regulador de 10 psig puede congelarse. En este momento, el regulador de 9 psig entra inmediatamente a trabajar y a suplir la demanda, hasta que el regulador de 10 psig se calienta lo suficiente para fundir el hielo y empieza a trabajar de nuevo.

**INTERCONEXION DE TANQUES**

Hay un hecho que se olvida frecuentemente y es la dificultad de calibrar dos reguladores a presiones exactas de entrega. Es por esto que se hace difícil interconectar tanques.

A fin de aumentar la capacidad de almacenamiento, o de vaporización, se interconectan tanques. **NO ES BUENO COLOCAR UN REGULADOR A CADA TANQUE E INTERCONECTAR LOS REGULADORES A LA SALIDA.**

En el dibujo siguiente, se muestra la forma correcta de interconectar tanques. La salida de todos los tanques se unifica, y de ella se lleva el gas a los reguladores de alta presión, instalados en paralelo. La ventaja de este método se hace clara cuando se analizan los resultados de instalar reguladores independientes. Refiérase al Paralelo 58 de la NFPA en lo relacionado con conexiones de llenado, salida de vapor y equilibrio.



Si se instala un regulador en cada tanque y se interconectan sus salidas a una línea común, el regulador calibrado a mayor presión será el que supla toda la demanda. Esto sucede en razón a que los demás reguladores están bloqueados por la presión de entrega más alta. Como resultado se estaría desaprovechando la mayor vaporización de la interconexión, se consumiría el contenido de los tanques en forma desigual y en general se desperdiciarían los beneficios de la interconexión. Para eliminar todos estos problemas, los tanques se deben interconectar como lo ilustra el dibujo anterior.

## RECOMENDACIONES DE SERVICIO

### PARA REGULADORES Y REGULACION DE GAS

- 1.- Asegúrese de mantener siempre en buen estado el orificio de venteo de la válvula de alivio. Si se obstruye o se congela, la regulación es incorrecta y puede causar accidentes serios. Siempre que sea posible, instale verticalmente los reguladores con el venteo hacia abajo.
- 2.- Los problemas que pueda presentar el regulador pueden tener una sola causa: Suciedad o material incrustado en el asiento del regulador. Esto impide que el asiento cierre completamente la entrada del gas, generando muy altas presiones de bloqueo, lo que hace que opere la válvula de alivio (en los reguladores de baja presión), con pérdida de gas, combustión ineficiente, pilotos que se apagan y llamadas de recargas. La condición anterior se reduce purgando las líneas antes de instalar el regulador. Use "branzas" nuevas en lo posible y mejor aún, use un filtro en la línea si la contaminación es alta.
- 3.- No trate de usar reguladores de segunda etapa, que son de orificio muy grandes, para regular en Etapa Única. Resultado: entrega de flujo errático, ruidos, alta presión de bloqueo, etc.
- 4.- No espere que un regulador de Etapa Única, con orificio pequeño, tenga la misma capacidad que uno de Segunda Etapa. El orificio pequeño, a baja presión de entrada, no permitirá el paso suficiente de gas.
- 5.- No ajuste el resorte del regulador a fin de obtener altas presiones que compensen las caídas de presión causadas por tuberías muy reducidas. Esto puede resultar en alta presión de bloqueo, presiones erráticas, combustión ineficiente, etc.

- 6.- La presión adecuada de un quemador, para obtener su máxima eficiencia y menos reclamos es de 11"CA en el artefacto. Revise esta presión con un manómetro adecuado -NO ADVINE!

- 7.- Cuando utilice el sistema de doble regulación, no permita el error de pensar "muy alta" la presión de salida del regulador de primera etapa.

Una presión de 10 psig. es lo suficientemente alta y elimina la posibilidad de condensación de vapor hasta temperaturas extremas tan bajas como -23°C (-20°F). Para tener una idea del comportamiento de la condensación: Con una presión de salida de 5 psig. la temperatura de condensación se reducirá a -37°C (-35°F). Para una mezcla 80-20, la situación es aún más crítica, ya que con una presión de salida superior a 15 psig. el gas se condensa a temperaturas tan bajas como 7°C (45°F).

- 8.- Aunque tienen excelentes aplicaciones, no es buena idea usar reguladores de alta presión, de diafragma pequeño, para regulación en dos etapas. El diafragma pequeño produce más alta presión de bloqueo y con alta presión de bloqueo el problema de condensación se incrementa.

Un regulador de alta presión, de diafragma grande, dará un control más preciso y uniforme, aún a bajas presiones de entrega. Esto, aunque en condiciones climáticas extremas, eliminará el problema potencial de la condensación de vapor.

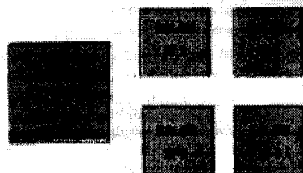
- 9.- Un regulador de Etapa Única, operando en un rango entre -17.8 y 35.6°C (0 a 150°F) puede entregar a presiones que fluctúan entre 9 y 13"CA. Un sistema de dos etapas, adecuadamente diseñado, no tendrá fluctuaciones mayores que 0.5"CA. Las fluctuaciones tan amplias pueden ser la causa de reclamos, ya que apagan los sensibles flama de los pilotos.

### PARA DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍA Y VAPORIZACION

- 1.- Para el cálculo del tamaño de tubería use la demanda total de todos los implementos/artefactos conectados a ella.
- 2.- No advina. Calcule la tubería para obtener una pérdida máxima de 0.5"CA. (Ver Tabla 7).
- 3.- Dos factores importantes para determinar la cantidad de vaporización de un recipiente son: 1.) Temperatura ambiente y 2.) El "área mojada". (Ver Tabla 8).
- 4.- En igualdad de condiciones, dos tanques de 1.000 galones, vaporizan más que un tanque de 2.000.
- 5.- En instalaciones domésticas, NUNCA se debe conducir combustible líquido al interior de la edificación.
- 6.- A 0°C (32°F) un cilindro DOT de 100 libras, con 10 libras de contenido, puede vaporizar únicamente el 22% de lo que puede producir cuando está lleno, debido a la reducción del "área mojada". Instale el suficiente número de cilindros que le permitan el cumplimiento de la demanda total en las peores condiciones de temperatura ambiente esperadas.
- 7.- A 0°C (32°F), utilice máximo 80.000 BTU/hr como capacidad promedio de vaporización para un cilindro de 100 libras.

### EJEMPLO DE INSTALACION

A continuación encontrará un ejemplo que involucra la mayoría de puntos expuestos hasta el momento. Asumamos que tenemos un restaurante con 4 salones con calefacción. La distribución es así:



#### A.- Qué tamaño de tanque debemos usar?

- 1.) El primer factor a determinar es la demanda, asumiendo que todos los artefactos están operando simultáneamente. Los consumos suministrados por el fabricante, en BTU/hr, son los siguientes: (Estos son consumos típicos, utilice los suministrados por los fabricantes o distribuidores de artefactos de su localidad).

- Estufa de 6 quemadores, doble horno.....	125.000
- Calentador de agua, grande.....	80.000
- Cafetera.....	15.000
- Horno de pedestal.....	150.000
- 4 Calentadores de ambiente: (1 por salón) (25.000 c/u).....	100.000

DEMANDA TOTAL: 450.000



2.) La temperatura más baja esperada es de -17.8°C (0°F). Un tanque de 500 galones (42" Diámetro Exterior x 90" de largo) será suficiente?

De la tabla 5, tenemos:

$$42 \times 90 \times 90 = 351,540 \text{ BTU/Hr.}$$

Necesitamos 486,000 BTU/Hr. por lo tanto el tanque de 500 galones no es suficiente.

Uno de 1,000 galones (42" x 196") será suficiente?

$$42 \times 196 \times 90 = 740,880 \text{ BTU/Hr.}$$

No solo es suficiente para vaporizar la demanda, sino que tenemos 290,000 BTU/Hr. de reserva para demanda adicional o posibles ampliaciones.

3.) Se debe colocar el tanque de 1,000 galones a 30 pies del salón No.2

B.- Deben usarse reguladores sencillos o de dos etapas?

Se nota que este es una aplicación "típica" para regular en dos etapas, ya que esta garantiza un sistema flexible, donde se pueden adicionar más reguladores de baja presión si en un futuro se desean adicionar más estoves. Adicionalmente, la presión de entrega está constante en todos los quemadores a través de todas las temperaturas del año, hay pocos riesgos de congelamiento, con los ahorros en el costo de la tubería y adaptadores, asumiendo que entre la cocina y el tanque hay una distancia de 90 pies.

Decidimos utilizar un regulador BURNWOOD 800 HP61, montado en el tanque, ya que su capacidad supera en mucho la demanda de nuestro ejemplo.

D.- Qué ajustes finales de presión se deben hacer?

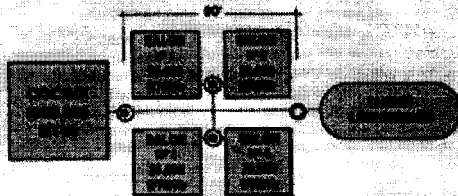
Iniciamos con el regulador de alta presión. Siendo la temperatura mínima esperada de -17.8°C (0°F), tenemos una presión de vapor de 23 psig (ver Tabla 11). Calibrando el regulador de alta a 10 psig de entrega, se tendrá el margen de seguridad suficiente para impedir la condensación del gas, ya que la temperatura tenderá que caer a -28.9°C (-20°F) antes de que se presente esta condición. El regulador de baja se calibró a 11"CA, cuando todo el sistema funciona a carga promedio.

11" COLUMNA DE AGUA ("CA) - QUE ES Y POR QUÉ?

11"CA es solamente otra forma de indicar presión, que es equivalente a 8 onzas/pulgada cuadrada. Esta es la mejor presión para trabajar los artefactos.

La Tabla 10 muestra que se requieren 24 pies cúbicos de aire para quemar 1 pie cúbico de propano. Los diseñadores de artefactos han determinado que 11"CA en el quemador son suficientes para "halar" o aspirar el aire suficiente, requerido para quemar todo el gas. Por esta razón, es siempre una buena práctica utilizar un buen manómetro, para realizar el ajuste final a 11"CA de presión, en el artefacto, cuando todo el sistema está trabajando a carga promedio. Si este ajuste no se realiza, el gas no será usado eficientemente, y habrá muchas llamadas de reclamos.

La instalación sería así:



- ⊖ = REGULADOR 800-HP61 DE BAJA PRESIÓN
- ⊕ = REGULADOR 800-HP61 DE ALTA PRESIÓN

En la línea de baja presión, como segunda etapa, se instalan 3 reguladores 800HC, cada uno con orificio de .218.

C.- Qué tamaño de tubería se debe utilizar?

Debido a la vaporización adicional de gas se dispone al utilizar el tanque de 1,000 galones, y a las posibles ampliaciones, se toma la disponibilidad total de 486,000 BTU/Hr para ser llevada los 90 pies que separan la cocina y el tanque.

De la Tabla 4, para una distancia de 90 pies, la tubería de 1/2" transporta 1017,000 BTU/Hr. cifra que es superior a la demanda. Para la línea de baja presión, utilizando la Tabla 7, y asumiendo una distancia de 10 pies entre el regulador y el calentador del salón #1, para una carga de 25,000 BTU/Hr y 11"CA de entrega, el tubo de cobre de 3/8", Spc L, es suficiente. Si seleccionamos tubería de 1/2", lo será aún más.

TABLA 10

PROPIEDADES FÍSICAS DEL PROPANO

Punto de ebullición	-42.2°C (-44°F)
Gravedad específica del Gas (Aire = 1)	1.53
Gravedad específica del Líquido (Agua = 1)	0.51
Litros por Galón de líquido a 15.6°C (60°F)	4.25
BTU/pie <sup>3</sup> de gas a 15.6°C (60°F)	2,550
BTU/Galón de gas a 15.6°C (60°F)	21,600
BTU/Galón de líquido a 15.6°C (60°F)	91,690
Pie <sup>3</sup> de Aire para quemar 1 pie <sup>3</sup> de gas	24
Límite Inferior de Inflamabilidad (% de gas)	2.3
Límite Superior de Inflamabilidad (% de gas)	9.5
Pie <sup>3</sup> de gas por libra de líquido	6.58
Pie <sup>3</sup> de gas por galón de líquido	37
* Estas propiedades están calculadas en base a Galones Americanos. En Galones Imperiales sería así:	
Libras por Galón de Líquido a 15.6°C (60°F)	5.1
BTU/Galón de líquido a 15.6°C (60°F)	110,470
Pie <sup>3</sup> de Gas por Galón de líquido	64.8

NOTA: Cuando se habla de Gas en la tabla anterior se debe tomar como equivalente a Vapor de Gas.

TABLA 11

PRESIONES DE VAPOR DEL PROPANO

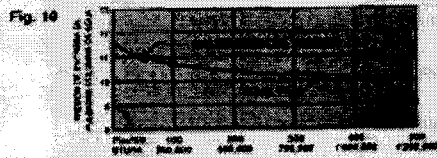
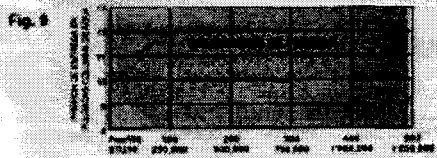
TEMPERATURA	PRESION	TEMPERATURA	PRESION		
°C	(°F)	psig	°C	(°F)	psig
54.4	(130)	257	-4.7	(20)	40
48.9	(120)	225	-12.2	(10)	31
43.3	(110)	197	-17.8	(0)	23
37.8	(100)	172	-30.6	(-9)	20
32.2	(90)	149	-23.3	(-10)	16
26.7	(80)	128	-26.1	(-15)	13
21.1	(70)	109	-28.9	(-20)	10
16.3	(65)	100	-31.7	(-25)	8
15.6	(60)	92	-34.4	(-30)	5
10.0	(50)	77	-37.2	(-35)	3
4.4	(40)	63	-40.0	(-40)	1
-1.1	(30)	51	-42.2	(-44)	0

### COMO LEER LAS CURVAS DE FLUJO DE LOS REGULADORES

Una curva de flujo, simplemente muestra en un gráfico los resultados de una serie de pruebas del comportamiento de un regulador bajo diferentes presiones de entrada.

La parte inferior de esta gráfica, líneas horizontal, indica el flujo del regulador en pies<sup>3</sup>/hr y en BTU/HR. La línea vertical, para cualquier de la gráfica, indica la presión de salida del regulador.

A continuación se presenta la gráfica donde se han localizado los puntos de las lecturas físicas de entrega, de un regulador de baja presión calibrado en fábrica para obtener 30 pies<sup>3</sup>/hr, obtenidas al pasar el gas a una presión constante de 75 psig. (Ver Fig. 9). Después de obtener estas lecturas se unen los puntos con una línea y así se completa la línea de flujo, para una presión de entrada de 75 psig. (Ver Fig. 10).



Dado que las variaciones en la temperatura causan igualmente variaciones en la presión del tanque, se requieren ciertas correcciones para obtener una mejor visión del comportamiento del regulador.

Si cambian la calibración del regulador, se pueden realizar idénticas pruebas a presiones de entrada mayores y menores. Se puede obtener una curva para cualquier presión de entrada. Una vez finalizadas las curvas, el gráfico aparecerá como el siguiente:



Ejemplo: Cómo utilizar la curva de comportamiento. (Ver Fig. 11). Basado en la serie 800 de Reguladores SHERWOOD de Etapa Única.

- 1.- Determine la carga máxima requerida para la instalación. El consumo promedio de artefactos se muestra más adelante, o solicite al fabricante o distribuidor local.
- 2.- Determine la presión mínima de entrada al regulador. (Ver Tabla 11).
- 3.- Determine la presión mínima de entrada al espacio (en "CA" = pulgadas de columna de agua). Para nuestro ejemplo, 8" CA. Trace una línea horizontal desde el lado izquierdo de la gráfica hasta intersección con la línea de mínima presión de entrada al regulador. (Ejemplo 10 psig). El círculo A indica este punto.
- 4.- Trace una línea vertical hacia abajo y lea los pies<sup>3</sup> ó BTU/HR. La capacidad máxima del regulador para estas condiciones sería de 200 pies<sup>3</sup> ó 500,000 BTU/HR. Compare este cifra con la carga máxima requerida.

### TAMAÑO DEL ORIFICIO DE LOS REGULADORES

La capacidad no es la única consideración que se debe tener en cuenta cuando se selecciona un regulador. El tamaño del orificio es igualmente importante. Aunque la apariencia exterior del regulador puede ser la misma, hay una diferencia en el tamaño del orificio utilizado en un regulador de Etapa Única y un regulador de Baja Presión ó de Segunda Etapa, aunque ambos vengan calibrados de fábrica a 11" CA.

Por ejemplo, el regulador 800A está diseñado para Etapa Única y tiene un orificio de 0.156" de diámetro. El 800HC, está diseñado para segunda etapa y tiene un orificio de 0.218" de diámetro. Esto está hecho con un propósito específico: Se utiliza un orificio grande en un regulador de segunda etapa ya que la presión de entrada es consistentemente baja por lo que se requiere un orificio de área suficientemente grande que permita "empujar el gas a través de él". En esta forma la presión de bloqueo se mantiene baja, debido igualmente a la baja presión de entrada.

Cuando se utiliza un regulador de Segunda Etapa, como regulador de Etapa Única, debido al gran tamaño del orificio y presión de entrada más alta, se presentan más bloqueos y a más altas presiones de salida. Es posible también que sea difícil lograr ajustar el regulador a 11" CA y con frecuencia se presentan ruidos.

Es posible utilizar un regulador de Etapa Única como regulador de segunda etapa, ajustando al resorte hasta obtener la presión de salida deseada, pero la capacidad del regulador se verá reducida en gran proporción, dado que este regulador tiene un orificio más pequeño.

### FACILIDAD DE IDENTIFICACION

Todos los reguladores SHERWOOD se identifican por su color así:

- Primera etapa, alta presión: Rojo
- Segunda etapa, baja presión: Verde
- Etapa Única: Azul
- Doble etapa: Gris

Adicionalmente, todos traen una etiqueta donde se indica la Referencia del regulador, Etapa Única, Primera o Segunda.

### CONSUMO APROXIMADO PARA APARATOS TIPOCOS\*

APARATOS	Consumo en BTU/HR (Aprox)
• Estufa doméstica Coniente .....	85,000
• Horno ó Asador Doméstico .....	29,000
• Cocineta Doméstica .....	40,000
• Calentador de Agua con tanque de 30 a 40 gal .....	45,000
• Calentador de Agua con tanque de 50 gal .....	55,000
• Calentador de Agua, automático, instantáneo:	
De 7 gal/min .....	142,800
4 gal/min .....	265,000
6 gal/min .....	428,400
• Calentador de agua doméstico y circulante .....	35,000
• Refrigerador .....	3,000
• Secadora de Ropa, Tipo 1 (Doméstico) .....	35,000
• Lámpara .....	2,500
• Incinerador, Doméstico .....	35,000

Para aparatos específicos ó no indicados en este tabla, consulte con los fabricantes.

\* Derechos de autor 1964 de la American Gas Association y la National Fire Protection Association. Utilizado con permiso del propietario de los derechos.

Este libro puede ser SHERWOOD propiedad de la compañía de producción de información e intercambio del estado del arte. El contenido, Consejo al Departamento de Ventas e Información de SHERWOOD ó su representante local. Este manual es la consecuencia de información de intercambio de información. SHERWOOD no tiene responsabilidad por el uso o interpretación de esta información.

## TABLA DE SELECCION DE REGULADORES SHERWOOD

### REGULADORES DE PRIMERA ETAPA - ALTA PRESION COMO PEDIR:

Capacidad BTU/hr	Referencia	Conexion Entrada	Conexion Salida	Ubicacion del Ventoso	Rango de Ajuste
1000	800A	PCL	1/2" F NPT	SOBRE	8-12" CA
1000	800B	1/2" F NPT	1/2" F NPT	LA	8-12" CA
1000	800C	PCL	1/2" F NPT	SALIDA	8-12" CA

NOTA: Los reguladores Sherwood vienen equipados con un botón de 1/2" NPT en el cuerpo para dar al instalador otro punto donde puede revisar fugas y compensar el asentamiento del edificio. Al revisar la presión en ambos extremos de la línea, se pueden localizar problemas de desbalanceo de la tubería.

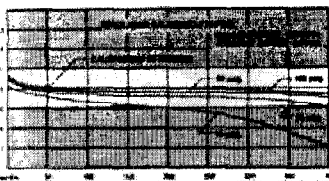


Fig. 12

NOTA: Estos reguladores manejan cargas hasta de 1200 000 de BTU/hr y presiones de entrada tan bajas como 25 psig a 1 psig de presión de entrega.

### REGULADORES DE PRIMERA ETAPA - ALTA PRESION.

En la referencia,

"HP" significa: Alta Presion.

"S" significa: Válvula de Alivio de Presion.

Los números de 1 a 4 indican conexiones de entrada y salida.



PRIMERA ETAPA - ALTA PRESION. Tipo Recto. Para toda

## REGULADORES DE SEGUNDA ETAPA - BAJA PRESION

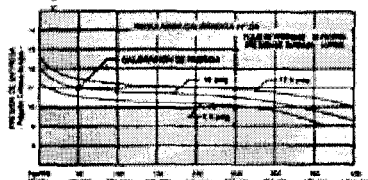
Todos los reguladores vienen con válvula de alivio de alta capacidad y el ventoso sobre la conexión de entrada.

COMO PEDIR:

Capacidad BTU/hr	Referencia	Conexion Entrada	Conexion Salida	Presion de Salida	Rango de Ajuste
1000	800A	1/2" F NPT	1/2" F NPT	8 psig	8-12" CA
1000	800B	1/2" F NPT	1/2" F NPT	8 psig	8-12" CA
1000	800C	1/2" F NPT	1/2" F NPT	8 psig	8-12" CA
1000	800D	1/2" F NPT	1/2" F NPT	8 psig	8-12" CA

NOTA: Los reguladores Sherwood vienen equipados con un botón de 1/2" NPT en el cuerpo para dar al instalador otro punto donde puede revisar fugas y compensar el asentamiento del edificio. Al revisar la presión en ambos extremos de la línea, se pueden localizar problemas de desbalanceo de la tubería.

Fig. 13



NOTA: Estos reguladores manejan cargas hasta de 1200 000 BTU/hr a presiones de entrada tan bajas como 7.5 psig a 100% de presión de entrega.



SEGUNDA ETAPA Paso directo, con válvula de alivio de alta capacidad. Color Verde.



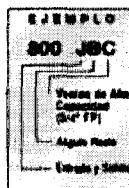
SEGUNDA ETAPA Argyle 1950, con válvula de alivio de alta capacidad. Color Verde.

### ESTILO B. (Angulo Recto)

Cuando se desea un regulador en ángulo recto, use la referencia que contiene la letra "R" (Color Verde).

### ESTILO C. (Alivio de alta capacidad)

Cuando la presión de entrada no es mayor de 10 psig, la válvula de ventoso tiene suficiente capacidad para evitar que la presión continúe bajando, no supera los 2 psig.



EJEMPLO 800 JBC

Válvula de Alivio de Alta Capacidad (1/2" F NPT)

Angulo Recto

Estilo B y Estilo C

## TABLA DE SELECCION DE REGULADORES SHERWOOD

Los reguladores Sherwood son diseñados bajo la norma UL 144 y son fabricados con materiales que cumplen los requisitos del servicio requerido. Una ingeniería consistente y avanzada asegura una confiable presión constante, bloqueo bajo y un comportamiento uniforme en la entrega.

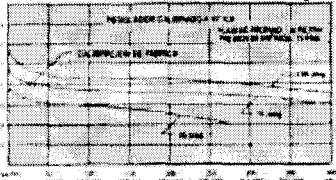
### REGULADORES DE ETAPA UNICA (Reguladores de la Serie 900)

COMO PEDIR:

Capacidad BTU/hr	REFERENCIA	Conexion Entrada	Conexion Salida	Ubicacion del Ventoso	Rango de Ajuste
1000	900A	PCL	1/2" F NPT	SOBRE	8-12" CA
1000	900B	1/2" F NPT	1/2" F NPT	LA	8-12" CA
1000	900C	PCL	1/2" F NPT	SALIDA	8-12" CA

NOTA: Los reguladores Sherwood vienen equipados con un botón de 1/2" NPT en el cuerpo para dar al instalador otro punto donde puede revisar fugas y compensar el asentamiento del edificio. Al revisar la presión en ambos extremos de la línea, se pueden localizar problemas de desbalanceo de la tubería.

Fig. 14



NOTA: Estos reguladores manejan cargas hasta de 240 000 BTU/hr a presiones de entrada tan bajas como 25 psig a 100% de presión de entrega.



ETAPA UNICA Recto. (Color Azul)

## TABLA DE SELECCION DE REGULADORES SHERWOOD

### REGULADORES INTEGRALES DE DOS ETAPAS (Reguladores de la Serie 900)

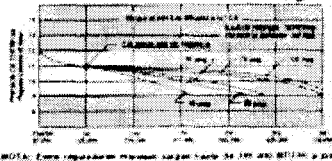
Este regulador integral de dos etapas combina los reguladores de primera y segunda etapas en una sola unidad. Es ideal para ser usada en cilindros de 420#, 300#, 200#, y 100#, o tanques ASME de 125 gal., cuando estos se pueden instalar adyacentes a la edificación. En instalaciones antiguas, se puede cambiar en forma rápida y económica, al regulador de Etapa Unica por el Sherwood 900 de dos etapas. La regulación en dos etapas, bajo toda condición, permite un mejor control de la presión que va a los aparatos.

COMO PEDIR:

Capacidad BTU/hr	REFERENCIA	Conexion Entrada	Conexion Salida	Ubicacion del Ventoso	Rango de Ajuste
1000	800	1/2" F NPT	1/2" F NPT	SOBRE	8-12" CA
1000	800A	1/2" F NPT	1/2" F NPT	LA SALIDA	8-12" CA

NOTA: Los reguladores Sherwood vienen equipados con un botón de 1/2" NPT en el cuerpo para dar al instalador otro punto donde puede revisar fugas y compensar el asentamiento del edificio. Al revisar la presión en ambos extremos de la línea, se pueden localizar problemas de desbalanceo de la tubería.

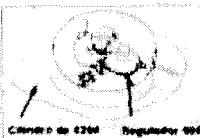
Fig. 15



NOTA: Estos reguladores manejan cargas hasta de 1200 000 BTU/hr a presiones de entrada tan bajas como 25 psig a 100% de presión de entrega.

### REGULADOR DE LA SERIE 900 (REGULADOR DE DOS ETAPAS) Regulador 900. (Color Gris)

Válvula de Alivio de Alta Capacidad: Cuando la presión de entrada no es mayor de 10 psig, la válvula de ventoso tiene suficiente capacidad para evitar que la presión continúe bajando, no supera a 2 psig.



Cilindro de 420# Regulador 900

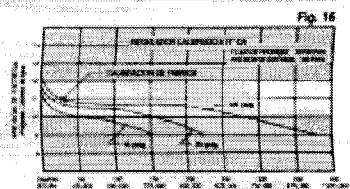
**TABLA DE SELECCION DE REGULADORES SHERWOOD  
REGULADORES CON ALTA CAPACIDAD DE ALIVIO  
(Dos Etapas de Cambio Automático)**

**CARACTERÍSTICAS:**

Cambia automáticamente del cilindro vacío a los llenos sin interrumpir el servicio. Simultáneamente un indicador muestra una señal roja indicando que está operando el cilindro de reserva.

**COMO PEDIR:**

Capacidad BTU/hr	REFERENCIA	Ubicación Indicador	Conexión Entrada	Conexión Salida	NO Incluye
500 Figura No. 16	1776AFQ	DIRECTO	Plano Inv. 1/2"	1/2" FNPT	RAF 965 PCL, 2 tercios de 1/4" Plano Inv. 1/2"
	1776AFD1 1776AFR1	DIRECTO INVERTIDO	Plano Inv. 1/2" Plano Inv. 1/2"	1/2" FNPT 1/2" FNPT	Ninguno Indicador remoto y 1/2" de tubo

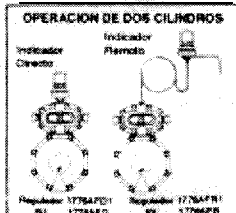


NOTA: Estos reguladores manejan cargas hasta de 375 000 BTU/hr a presiones de entrada tan bajas como 25 psig a 100% de presión de entrada.

**SERIE 1776A  
(Color Gris)**

**Con Alta Capacidad de Alivio**

Cuando la presión de entrada no es mayor que 10 psig, la válvula de ventosa tiene suficiente capacidad para evitar que la presión caiga abajo, sea superior a 2 psig.



**VIDA DE LOS REGULADORES DE GLP Y CÓDIGO DE FECHAS**

**Vida del Regulador:** Tradicionalmente ha sido difícil determinar cuál es la vida útil de un regulador debido a muchas variables. El clima, la polución del aire, las impurezas del Gas LP, son, entre otros, factores que acortan la vida de los reguladores. SHERWOOD recomienda utilizar los reguladores por un máximo de 15 años, y luego reemplazarlos. Los reguladores que están sujetos a condiciones ambientales más severas, deberán inspeccionarse y reemplazarse con más frecuencia.

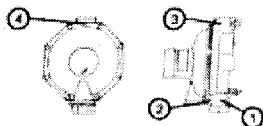
**DETERMINACION DE LA FECHA DE FABRICACION**

La fecha de fabricación del regulador se encuentra estampada en uno de cuatro posibles sitios, dependiendo del modelo:

- 1.- Al lado de la boca de entrada.
- 2.- Plano superior de la boca de entrada.
- 3.- Al lado de la boca de salida.
- 4.- Sobre el cubre superior del regulador.

Para determinar la fecha de fabricación, ver la tabla siguiente. La H P G A produce igualmente para la mayoría de los fabricantes, una tabla de códigos de fecha de fabricación.

**UBICACIONES TÍPICAS DE FECHA**



**CODIFICACION MENSUAL  
Hasta 1975 "Alfanumérico"**

Enero: A Mayo: E Septiembre: J  
 Febrero: B Junio: F Octubre: J  
 Marzo: C Julio: G Noviembre: K  
 Abril: D Agosto: H Diciembre: L  
 Ejemplo: 06 = Abril 1965, 1965, 1975

**CODIFICACION MENSUAL  
De Septiembre de 1982 a 1986  
"Alfanumérico"**

Ejemplo:  
 F34 = Junio 1984  
 065 = Octubre 1986

**CODIFICACION TRIMESTRAL  
1976 a 1982 "Código Trimestral Numérico"**

Código Alfabético por Trimestre:  
 A: 1er Trimestre B: 2o Trimestre  
 C: 3er Trimestre D: 4o Trimestre  
 Ejemplo: 060 = 1er Trimestre de 1980

**CODIFICACION SEMANAL  
De Septiembre de 1988 a la fecha  
"Semana Numérica & Año Calendario"**

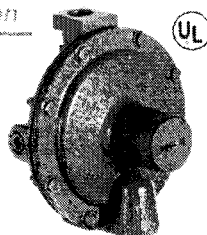
711 = Primera semana del año  
 502 = Segunda semana del año  
 703 = Tercera semana del año, etc.  
 Ejemplo: 101 051  
 Primera semana de 1983

# ANEXO 9

## REGULADORES DE PRESION PARA GLP REGO

### Reguladores Compactos de Primera Etapa de Alta Presión

Indicados para instalaciones domésticas de Gas LP que exigen no más de 20000 BTU/hora. Estos reguladores vienen calibrados de fábrica para reducir la presión del tanque a una presión intermedia de funcionamiento a 7 PSIG. Si el mismo dispositivo o necesita incorporar mejoras de seguridad se encuentran en reguladores de mayor tamaño.

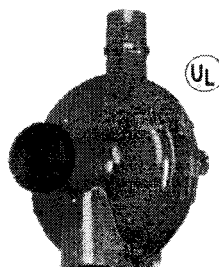


Número de Parte	Conexión de Entrada	Conexión de Salida	Dimensión del Orificio	Presión de Descarga de Fábrica (PSIG)	Rango de Ajuste (PSIG)	Valvula Integral de Alivio	Capacidad para Vapor Propano BTU/hora *
LV2302TR	NPT 1/2 de 1"	NPT 1/2 de 3/4"	1/2"	10	5-10	2"	20000

\* Capacidad para vapor de propano en condiciones de temperatura ambiente y a una presión de 7 PSIG.

### Reguladores de Primera Etapa de Alta Presión

Proporciona regulación precisa de primera etapa en sistemas de dos etapas de tanques estacionarios. Estos reguladores manejan la regulación de tanques de hasta 1000 galones. Reducen la presión del tanque a una presión intermedia de 5 a 10 PSIG. También se usan para abastecer quemadores de alta presión para aplicaciones tales como estufas o calderas industriales. También se incorporan en instalaciones de múltiples tanques.



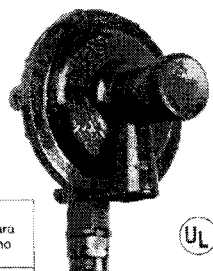
Número de Parte	Conexión de Entrada	Conexión de Salida	Dimensión del Orificio	Presión de Descarga de Fábrica (PSIG)	Rango de Ajuste (PSIG)	Valvula Integral de Alivio	Capacidad para Vapor Propano BTU/hora **
LV4403SR4	NPT 1/2 de 1"	NPT 1/2 de 1/2"	1/2"	5	1-5	2"	20000
LV4403TR4				10	2-10		
LV4403SR9	POL 1/2"	NPT 1/2 de 1/2"	1/2"	5	1-5	2"	20000
LV4403TR9				10	2-10		
LV4403SR6				5	1-5		
LV4403TR6				10	2-10		

\* Capacidad para vapor de propano en condiciones de temperatura ambiente y a una presión de 7 PSIG de salida. \*\* Capacidad para vapor de propano en condiciones de temperatura ambiente y a una presión de 7 PSIG de salida.

\*\* Capacidad para vapor de propano en condiciones de temperatura ambiente y a una presión de 7 PSIG de salida.

### Regulador de Segunda Etapa para Sistemas de 2 PSIG

Dispositivo para reducir la presión de primera etapa de 10 PSIG a 2 PSIG. Sistema con este regulador usan una tubería más pequeña que la de los edificios. Se necesita un regulador de primer etapa, separadamente del regulador del aparato doméstico, para reducir esta presión intermedia de 2 PSIG a 11" columna de agua.



Número de Parte	Conexión de Entrada	Conexión de Salida	Dimensión del Orificio	Presión de Descarga del Bonete (PSIG de Entrada)	Rango de Ajuste	Posición del Respiradero	Capacidad para Vapor Propano BTU/hora *
LV4403Y4VI	NPT 1/2 de 1"	NPT 1/2 de 1/2"	1/2"	2 PSIG a 10 PSIG de entrada	1-2 a 2.5 PSIG	Sobre la Entrada	14000

\* Capacidad para vapor de propano en condiciones de temperatura ambiente y a una presión de 7 PSIG.

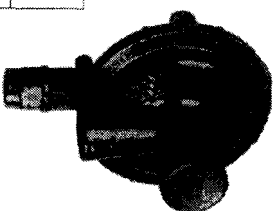
## Reguladores de Segunda Etapa de Baja Presión

Diseñados para reducir la presión de 5 a 20 PSIG de la primera etapa a la presión de operación recomendada 1" C.A. Ideales para las aplicaciones industriales y comerciales de tamaño medio, las instalaciones de múltiples clientes y los sistemas domésticos normales.

Dúctil para Montar Arriba

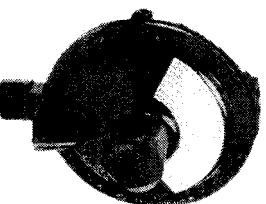
Se montan directamente en la tubería de la casa, elimina la necesidad de armarios, cajas y soportes. Se instala fácil y rápidamente.

Part Number	Inlet Connection	Outlet Connection		Orifice Size	Factory Delivery Pressure	Adjustment Range	Bonnet Vent Position	Vapor Capacity BTU/hr. Propane*
		1/2" F. NPT	3/4" F. NPT					
LV4403B4	1/2" F. NPT	1/2" F. NPT		1/2"	11" W.C. at 10 PSIG (max)	13" w.c.	Down	975,000
LV4403B4S		3/4" F. NPT		3/4"	11" W.C. at 10 PSIG (max)	13" w.c.	Down	975,000
LV4403B4B		3/4" F. NPT		1/2"	11" W.C. at 10 PSIG (max)	13" w.c.	Down	975,000



## Reguladores de Segunda Etapa de Baja Presión

Diseñados para reducir la presión de 5 a 20 PSIG de la primera etapa a la presión de operación recomendada 1" C.A. Ideales para las aplicaciones industriales y comerciales de tamaño grande, las instalaciones de múltiples clientes y los sistemas domésticos grandes.

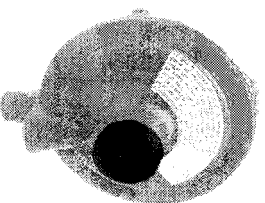


Numero de Parte	Conexion de Entrada	Conexion de Salida	Dimension del Orificio	Presión de Descarga de Fábrica	Rango de Ajuste	Posición del Respiradero del Bonete	Capacidad para Vapor Propano BTU/hora*
LV5603B4	NPT 1/2" de 3"	NPT 1/2" de 3"	1/2"	11 C.A. a una Etapa de 10 PSIG	9" - 12" C.A.	Sobre o Entera	1,500,000
LV5603B4S	NPT 1/2" de 3"	NPT 1/2" de 3"	3/4"	11 C.A. a una Etapa de 10 PSIG	9" - 12" C.A.	Sobre o Entera	1,500,000
LV5603B4B	NPT 1/2" de 3"	NPT 1/2" de 1"	3/4"	11 C.A. a una Etapa de 10 PSIG	9" - 12" C.A.	Sobre o Entera	1,500,000

\* UL 1000, UL 1000, UL 1000, UL 1000, UL 1000, UL 1000, UL 1000, UL 1000, UL 1000, UL 1000

## Regulador de Segunda Etapa de Baja Presión para Galpón de Tabaco

Diseñado especialmente para los galpones de secado en la industria del tabaco. El Regulador LV5603C4 proporciona un flujo de combustible constante y estable hasta 12 a 20 quemadores por todo el granero.



Numero de Parte	Conexion de Entrada	Conexion de Salida	Dimension del Orificio	Presión de Descarga de Fábrica	Rango de Ajuste	Posición del Respiradero del Bonete	Capacidad para Vapor Propano BTU/hora.
LV5603C4	NPT 1/2" de 3"	NPT 1/2" de 3"	1/2"	15 C.A. a una Etapa de 10 PSIG	9" - 12" C.A.	Sobre la Entrada	1,750,000

\* UL 1000, UL 1000, UL 1000, UL 1000, UL 1000, UL 1000, UL 1000, UL 1000, UL 1000, UL 1000

## ANEXO 10

### CALCULO DEL TIEMPO DE RECUPERACION DE LA INVERSION

**Precios:**

GLP: \$0.0667  
 Transporte: \$0.0300  
 Cisterna: 4 ton

**La comercializadora aporta:**

Tanque: 8 m<sup>3</sup>

**El cliente aporta:**

Cambio de quemador y red: US\$ 2,409.05

#### CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS DEL GLP GRANEL VS BUNKER MENSUAL

Combustible	Consumo Mensual	Costo combustible dólares		Precio transporte dólares		Total (dólares)
		Galón o Kg.	Mensual	Galón o Kg.	Mensual	
Diesel	1,367.55	0.6000	820.53	0.0000	-	820.53
GLP	3,188.40	0.0667	212.67	0.0300	95.65	308.32
<b>Ahorro Mensual</b>						<b>512.21</b>
<b>Porcentaje</b>						<b>62.42%</b>

#### INVERSION INICIAL DEL CLIENTE

Inversión del Cliente (Dólares)	Tiempo de Amortización de Inversión (Meses)
2,338.27	4.57

# ANEXO 11

## COMPENDIO DE NORMAS TÉCNICAS ECUATORIANAS

CDU 614.8/004

INEN

SG 01.02.402

Norma  
Ecuatoriana

COLORES, SEÑALES,  
Y SIMBOLOS DE SEGURIDAD.

INEN 439

### 1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los colores, señales y símbolos de seguridad, con el propósito de prevenir accidentes y peligros para la integridad física y la salud, así como para hacer frente a ciertas emergencias.

### 2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica a la identificación de posibles fuentes de peligro y para marcar la localización de equipos de emergencia o de protección.

2.2 Esta norma no intenta la sustitución, mediante colores o símbolos, de las medidas de protección y prevención apropiadas para cada caso; el uso de colores de seguridad solamente debe facilitar la rápida identificación de condiciones inseguras, así como la localización de dispositivos importantes para salvaguardar la seguridad.

2.3 Esta norma se aplica a colores, señales y símbolos de uso general en seguridad, excluyendo los de otros tipos destinados al uso en calles, carreteras, vías férreas y regulaciones marinas.

### 3. TERMINOLOGÍA

3.1 Color de seguridad. Es un color de propiedades colorimétricas y/o fotométricas específicas, al cual se asigna un significado de seguridad (ver Anexo A).

3.2 Símbolo de seguridad. Es cualquiera de los símbolos o imágenes gráficas usadas en la señal de seguridad.

3.3 Señal de seguridad. Es aquella que transmite un mensaje de seguridad en un caso particular, obtenida a base de la combinación de una forma geométrica, un color y un símbolo de seguridad. La señal de seguridad puede también incluir un texto (palabras, letras o números).

3.4 Color de contraste. Uno de los dos colores neutrales, blanco o negro, usado en las señales de seguridad.

3.5 Señal auxiliar. Señal que incluye solamente texto, que se utiliza, de ser necesario, con la señal de seguridad, para aclarar o ampliar la información.

3.6 Luminancia. De un punto de determinada dirección, es el cociente de dividir la intensidad luminosa en dicha dirección, para el área de la proyección ortogonal de la superficie infinitesimal que contiene al punto, sobre un plano perpendicular a la dirección dada.

INEN  
Asociación Ecuatoriana de Normas Técnicas

(Continúa)



## 4. SIMBOLOGIA

4.1 En esta norma significan:





- A      Área ( $m^2$ ).  
 l      Distancia (m).  
 x,y    Coordenadas cromáticas.  
 $\beta$     Factor de luminancia.  
 $\alpha$     Angulo de observación.  
 e      Angulo de entrada (incidencia).

## 5. DISPOSICIONES GENERALES

## 5.1 Colores de seguridad

5.1.1 La Tabla 1 establece los tres colores de seguridad, el color auxiliar, sus respectivos significados y ejemplos del uso correcto de los mismos.

TABLA 1. Colores de seguridad y significado

COLOR	SIGNIFICADO	EJEMPLOS DE USO
	Alto Prohibición	Señal de parada Signos de prohibición  Este color se usa también para prevenir fuego y para marcar equipo contra incendio y su localización.
	Atención Cuidado, peligro	Indicación de peligros (fuego, explosión, envenamiento, etc.) Advertencia de obstáculos.
	Seguridad	Rutas de escape, salidas de emergencia, señal de primeros auxilios.
	Acción obligada *) Información	Obligación de usar equipos de seguridad personal. Localización de teléfono.

\*) El color azul se considera color de seguridad sólo cuando se utiliza en conjunto con un círculo.

## 5.2 Colores de contraste

5.2.1 Si se requiere un color de contraste, éste debe ser blanco o negro, según se indica en la Tabla 2.

TABLA 2. Colores de contraste

Color de seguridad	Color de contraste
rojo	blanco
amarillo	negro
verde	blanco
azul	blanco

5.2.2 El color de contraste para negro es blanco y viceversa.

## 5.3 Señales de seguridad

5.3.1 La Tabla 3 establece las formas geométricas y sus significados para las señales de seguridad. Aplicaciones ver en el Anexo B.

## 5.4 Señales auxiliares

5.4.1 Las señales auxiliares deben ser rectangulares. El color de fondo será blanco con texto en color negro. En forma alternativa, se puede usar como color de fondo, el color de seguridad de la señal principal, con texto en color de contraste correspondiente.

5.4.2 Los tamaños de las señales auxiliares deben estar de acuerdo a los tamaños para rótulos rectangulares, cuyas dimensiones se establecen en la Norma INI N 878. Ejemplos de textos se detallan en el Anexo C.

5.4.3 Los textos deberán escribirse en idioma español.

## 5.5 Diseño de los símbolos

5.5.1 El diseño de los símbolos debe ser tan simple como sea posible y deben omitirse detalles no esenciales para la comprensión del mensaje de seguridad. El Anexo D presenta los símbolos normalizados internacionalmente, los cuales deberán aplicarse sin modificación alguna en la señal de seguridad respectiva.




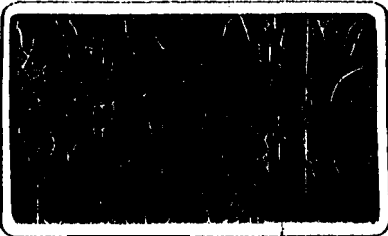
## 5.6 Distancia de observación

5.6.1 La relación entre la distancia ( $l$ ) desde la cual la señal puede ser identificada y el área mínima ( $A$ ) de la señal, está dada por:

$$A = \frac{l^2}{2\,000}$$

La fórmula se aplica a distancias menores a 50 m.

TABLA 3. Señales de seguridad

Señales y significado	Descripción
	<p>Fondo blanco, círculo y barra inclinada rojos. El símbolo de seguridad será negro, colocado en el centro de la señal, pero no debe superponerse a la barra inclinada roja. La banda de color blanco periférica es opcional, se recomienda que el color rojo cubra por lo menos el 35<sup>o</sup>/o del área de la señal. Aplicaciones ver Pl. Anexo B.</p>
	<p>Fondo azul. El símbolo de seguridad o el texto serán blancos y colocados en el centro de la señal. La franja blanca periférica es opcional. El color azul debe cubrir por lo menos el 50<sup>o</sup>/o del área de la señal. Los símbolos usados en las Señales de obligación presentados en el Anexo B establecen tipos generales de protección. En caso de necesidad, debe indicarse el nivel de protección requerido mediante palabras y números en una señal auxiliar usada conjuntamente con la señal de seguridad.</p>
	<p>Fondo amarillo, franja triangular negra. El símbolo de seguridad será negro y estará colocado en el centro de la señal. La franja periférica amarilla es opcional. El color amarillo debe cubrir por lo menos el 50<sup>o</sup>/o del área de la señal.</p>
	<p>Fondo verde. Símbolo o texto de seguridad en blanco y colocado en el centro de la señal. La forma de la señal debe ser un cuadrado o rectángulo de tamaño adecuado para alojar el símbolo y/o texto de seguridad. El fondo verde debe cubrir por lo menos un 50<sup>o</sup>/o del área de la señal. La franja blanca periférica es opcional.</p>

## ANEXO A

## PROPIEDADES COLORIMÉTRICAS Y FOTOMÉTRICAS DE LOS COLORES DE SEGURIDAD

## A.1 Definiciones

A.1.1 *Límite del color.* Línea (recta) en el diagrama de cromaticidad CH (ver nota 1), que separa el área de los colores permitidos de los que se excluyen (ver figura 1).

A.1.2 *Factor de luminancia.* En un punto de la superficie de un cuerpo no radiante, en determinada dirección y bajo condiciones específicas de iluminación), es la relación de la luminancia del material a aquella de un reflectante difuso perfecto, idénticamente iluminado.

A.1.3 *Coefficiente de intensidad luminosa.* Cociente de la intensidad luminosa reflejada en la dirección con concerniente y la luminancia del material retroreflectivo, para ángulos dados de entrada y de observación (unidades,  $\text{cd. lx}^{-1}$ ).

A.1.4 *Coefficiente específico de intensidad luminosa.* Coeficiente entre la intensidad luminosa en la dirección concerniente, el área de la superficie y la luminancia del material retroreflectivo, para ángulos dados de entrada y de observación. (unidades,  $\text{cd. lx}^{-1} \cdot \text{m}^2$ ).

## A.2 Condiciones

A.2.1 Las mediciones deben efectuarse como se especifica en la publicación CIE 147 (0 - 134) 1974, hasta que se expida la Norma B114 correspondiente. Para mediciones colorimétricas y para la determinación del factor de luminancia bajo reflexión difusa, y material se considerará iluminado por luz diurna, como el representado por el iluminante normalizado D<sub>65</sub> (ver CIE 15.15 195) a un ángulo de 45° con la perpendicular a la superficie; la observación se hace en dirección de la normal (con vector  $45^\circ/0^\circ$ ).

A.2.2 Los requisitos físicos que deben cumplir las señales de seguridad se relacionan primordialmente a colores dinámicos y al factor de luminancia ( $\beta$ ) bajo reflexión difusa.

A.2.3 Los coeficientes específicos de intensidad luminosa de los materiales retroreflectivos deben medirse de acuerdo a las recomendaciones CIE, usando iluminante normalizado A, bajo condiciones en las cuales los ángulos de entrada y de observación estén en el mismo plano.

## A.3 Requisitos

A.3.1 La Tabla 4 contiene las coordenadas x, y de los puntos que determinan las áreas de color permitidas, como se muestra en la figura 1, así como los factores de luminancia requeridos, ya sea para los materiales no-reflectivos o para los retroreflectivos bajo reflexión difusa.

A.3.2 La Tabla 5 contiene los requisitos relevantes para los materiales fluorescentes.

A.3.3 La Tabla 6 contiene los coeficientes específicos mínimos de intensidad luminosa para materiales retroreflectivos.

A.3.4 Si en la práctica los valores fotométricos de los materiales retroreflectivos están bajo el 50% del mínimo requerido, o si las coordenadas cromáticas caen fuera de los límites de la Tabla 4, los materiales no se considerarán aceptables para usos de seguridad.

A.3.5 Si en la práctica el factor de luminancia de los materiales fluorescentes está bajo el 50% del mínimo requerido para materiales nuevos, según la Tabla 5, o si las coordenadas cromáticas caen fuera de los límites de la Tabla 5, los materiales usados se consideran que han dejado de ser aptos para usos de seguridad.

1 ABLA 4. Coordenadas cromáticas de los colores de seguridad

COLOR	Coordenadas cromáticas de los puntos que determinan las áreas de color, iluminante normalizado D <sub>65</sub>				factor de luminancia β material retroreflectivo	material reflectivo	
		1	2	3			4
ROJO	x	0,690	0,595	0,571	0,658	≥ 0,07	≥ 0,01
	y	0,310	0,315	0,339	0,342		
AMARILLO	x	0,531	0,477	0,427	0,465	≥ 0,45	≥ 0,2
	y	0,468	0,433	0,583	0,534		
VERDE	x	0,230	0,291	0,248	0,007	≥ 0,12	-
	y	0,754	0,438	0,409	0,703		
VERDE RETROFLECTIVO	x	0,007	0,248	0,177	0,026	-	≥ 0,01
	y	0,703	0,109	0,362	0,399		
AZUL	x	0,078	0,198	0,240	0,137	≥ 0,05	2 0,01
	y	0,171	0,252	0,210	0,038		
BLANCO	x	0,350	0,300	0,290	0,340	> 0,75	
	y	0,360	0,310	0,320	0,370		
BLANCO RETROFLECTIVO	x	0,355	0,305	0,285	0,335	-	≥ 0,35
	y	0,355	0,305	0,325	0,375		
NEGRO	x	0,385	0,300	0,260	0,345	≥ 0,03	-
	y	0,355	0,270	0,310	0,395		

1 ABLA 5. Coordenadas cromáticas para colores fluorescentes

COLOR		Coordenadas cromáticas de las áreas que determinan las áreas de color permitidas, iluminante normalizado D <sub>65</sub>				factor de luminancia β	
		x	1	2	3		4
ROJO FLOURESCENTE	nuevo	x	0,690	0,664	0,634	0,658	≥ 0,25
		y	0,310	0,341	0,341	0,342	
	antiguo	x	0,690	0,595	0,571	0,658	≥ 0,13
		y	0,310	0,315	0,339	0,342	
ANARANJADO FLOURESCENTE	nuevo	x	0,658	0,534	0,600	0,622	0,40
		y	0,342	0,341	0,375	0,378	
	antiguo	x	0,658	0,571	0,544	0,622	0,22
		y	0,342	0,339	0,366	0,378	

(Continúa)

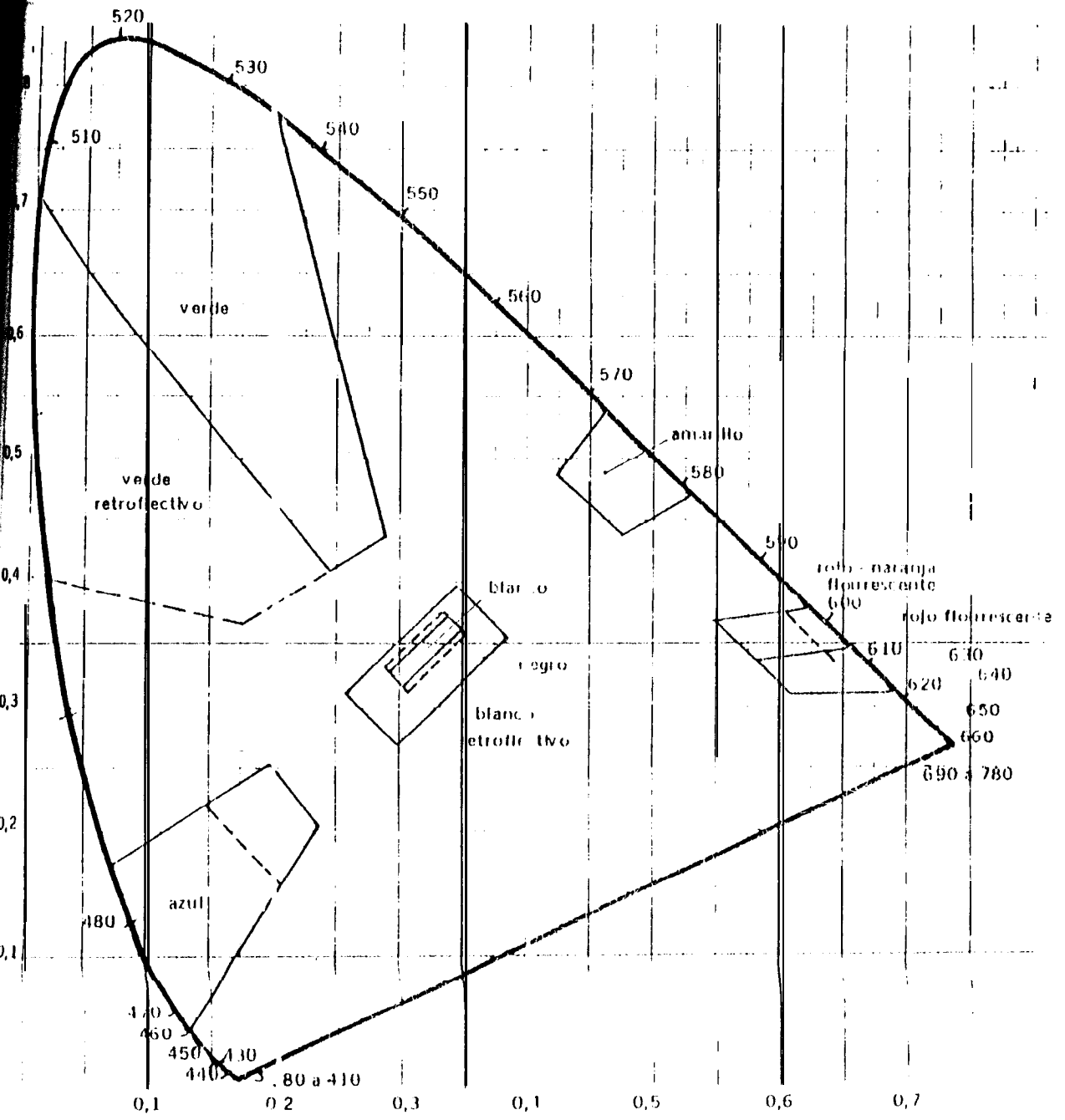


TABLE 6. Coeficientes específicos mínimos de intensidad luminosa para materiales retroreflectivos





ángulo de observación $\alpha$	ángulo de entrada $e$	coeficientes específicos mínimos de intensidad luminosa ( $\text{cd. l x}^{-1} \cdot \text{m}^2$ ) iluminante normalizado A				
		blanco	amarillo	rojo	verde	azul
$1/3^\circ$	$5^\circ$	50	35	10	7	3
	$30^\circ$	24	16	4	3	1
	$40^\circ$	9	5	1,8	1,2	0,4
$2^\circ$	$5^\circ$	5	4	1	1	0,6
	$30^\circ$	2,5	2	0,5	0,4	0,1
	$40^\circ$	1,5	1	0,3	0,2	0,06

NOTA. El factor de luminancia correspondiente a una superficie de luminancia uniforme puede determinarse aproximadamente multiplicando los valores de la tabla por el factor:

$$\frac{\pi}{\cos^2 e}$$

(Continúa)



ANEXO B  
B.1 EJEMPLOS DE SEÑALES DE SEGURIDAD

NO.	Señal de seguridad	Significado
1.1		Prohibido fumar
1.2		Prohibido fuego, llama abierta y prohibido fumar
1.3		Prohibido el paso a peatones
1.4		Prohibido usar agua como extinguidor de fuego





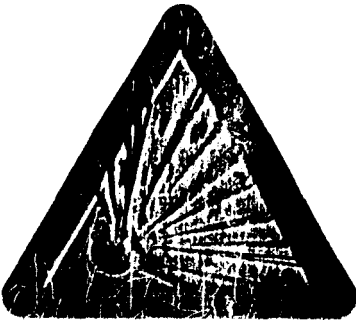
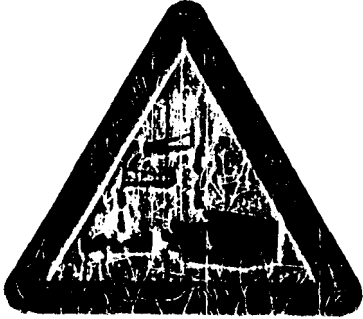
## II. 11 EJEMPLOS DE SEÑALES DE SEGURIDAD

*(Continuación)*

Nº.	Señal de seguridad	Significado
1.5	 A circular safety sign with a black border and a diagonal slash. Inside the circle, there is a black silhouette of a water tap and a mug, indicating that drinking water from the tap is prohibited.	Prohibido beber; agua no potable
1.6	 A circular safety sign with a black border and a diagonal slash. Inside the circle, there is a black silhouette of a car, indicating that the passage of motor vehicles is prohibited.	Prohibido el paso de automotores





B.1 EJEMPLOS DE SEÑALES DE SEGURIDAD

(Continuación)

No.	Señal de seguridad	Significado
2.1		<p>Atención. Peligro, Tenet cuidado</p>
2.2		<p>Cuidado, peligro de fuego</p>
2.3		<p>Cuidado, peligro de explosión</p>
2.4		<p>Cuidado, peligro de agentes corrosivos</p>

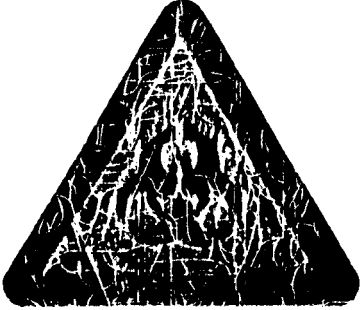
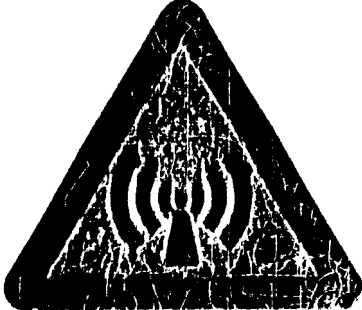


## B.1 EJEMPLOS DE SEÑALES DE SEGURIDAD

(Continuación)

No.	Señal de seguridad	Significado
2.5		Cuidado, peligro de intoxicación. Veneno
2.6		Cuidado, peligro de radiación ionizante (ver también Anexo U.2.1)
2.7		Cuidado, peligro de shock eléctrico. Tensión (voltaje) peligroso
2.8		Cuidado, peligro de rayos laser


B.1 EJEMPLOS DE SEÑALES DE SEGURIDAD

(Continuación)

NO.	Señal de seguridad	Significado
2.9		<p>Cuidado. Peligro de contaminación biológica. (ver también el Anexo B.2.2)</p>
2.10		<p>Cuidado. Peligro de radiaciones no ionizantes. (ver también el Anexo B.2.3)</p>
2.11		<p>Cuidado. Agente oxidante</p>
2.12		<p>Cuidado. Temperatura peligrosa</p>


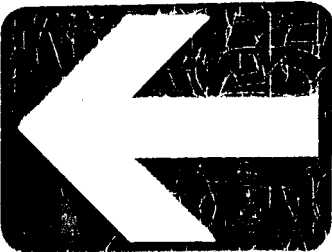

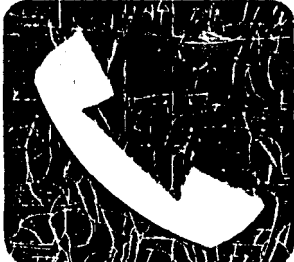
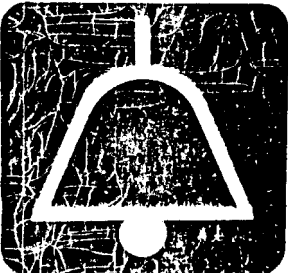
II. EJEMPLOS DE SEÑALES DE SEGURIDAD

(Continuación)

No.	Señal de seguridad	Significado
2.13		Cuidado. Ruido excesivo, peligro



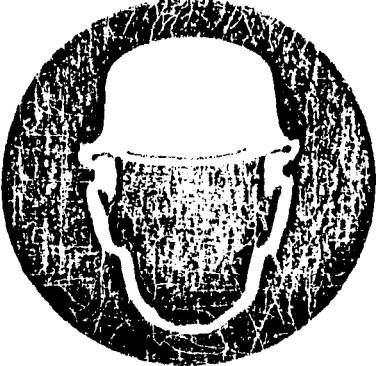

B.1 EJEMPLOS DE SEÑALES DE SEGURIDAD

(Continuación)

No.	Señal de seguridad	Significado
3.1		Primeros auxilios
3.2		Indicación general de dirección a . . . . .
3.3		Indicación de dirección a estación de primeros auxilios
3.4		Teléfono. Localización
3.5		Timbre. Localización



B.1 EJEMPLOS DE SEÑALES DE SEGURIDAD

(Continuación)

No.	Señal de seguridad	Significado
4.1		Obligación de usar protección visual
1.2		Obligación de usar protección respiratoria
4.3		Obligación de usar protección para la cabeza
4.4		Obligación de usar protección para los oídos

B.1 EJEMPLOS DE SEÑALES DE SEGURIDAD


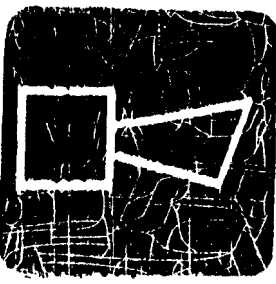
(Continuación)

No.	Señal de seguridad	Significado
4.5		Obligación de usar protección para las manos
4.6		Obligación de usar protección para los pies



B.1 EJEMPLOS DE SEÑALES DE SEGURIDAD

(Continuación)

No.	Señal de seguridad	Significado
5.1		Extintor
5.2		Alarma. Señal de incendios

## B.2 Especificaciones adicionales

### B.2.1 *Símbolo básico de radiación ionizante*

B.2.1.1 El símbolo internacional para señalar las radiaciones ionizantes ha sido establecido como un triángulo, cuyas medidas en función del radio (R) aparecen en la figura 2.

B.2.1.2 *Uso del símbolo.* El símbolo de radiación ionizante debe usarse para significar:

- presencia de radiación ionizante inmediata,
- presencia potencial de radiación ionizante,
- identificación de objetos, materiales, aparatos o combinación de materiales que emiten radiación ionizante.

Las radiaciones ionizantes contra las cuales advierte el símbolo son:

- rayos X,
- rayos  $\gamma$  (gama),
- partículas  $\alpha$  (alfa),
- partículas  $\beta$  (beta),
- electrones de alta velocidad,
- neutrones, protones y otras partículas nucleares.

El símbolo no incluye en su advertencia las radiaciones siguientes:

- ondas sonoras (ruido) o de radio,
- luz visible,
- radiación infrarroja,
- radiación ultravioleta.

El símbolo por sí solo, y tampoco esta norma, en ninguna de sus partes, establece a qué nivel de radiación debe utilizarse el símbolo de radiación ionizante. Los niveles mínimos de radiación deben determinarse en cada caso particular.

B.2.1.3 *Restricción al uso del símbolo.* El símbolo debe usarse sólo en presencia de radiaciones ionizantes o cuando éstas existen potencialmente. Textos o símbolos adicionales no deben interferir en ningún caso con el símbolo básico. Los textos podrán indicar:

- naturaleza de la fuente de radiación,
- tipo de radiación,
- límites de áreas de acercamiento,
- informaciones adicionales preventivas.

(Continúa)

**B.2.2. Simbología básica de peligro biológico**

**B.2.2.1** El símbolo para prevenir contra peligros de naturaleza biológica se establece en la figura 3, y las dimensiones se establecen como funciones de la unidad básica (A). La tabla adjunta a la figura 3 indica la proporción de cada dimensión respecto a la unidad básica (A).

**B.2.2.2** *Uso del símbolo.* El símbolo básico de peligro biológico deberá usarse para significar:

- a) presencia de peligro biológico,
- b) peligro biológico potencial,
- c) identificación de equipo, recipientes, habitaciones, materiales, animales experimentales, cultivos biológicos, o combinación de ellos, los cuales contienen o son contenidos por agentes que representan peligro biológico.

El símbolo por sí solo, y tampoco esta norma, en ninguna de sus partes, establece a qué nivel debe considerarse un peligro biológico actual o potencial para ser advertido por el símbolo. Los grados de peligro biológico deben establecerse en cada caso particular.

**B.2.2.3** *Restricciones al uso del símbolo.* El símbolo debe usarse limitando su significado a peligros biológicos actuales o potenciales nocivos para el hombre, los animales, o el medio ambiente en general. Textos o símbolos adicionales deben usarse sin interferir en ningún caso con el símbolo básico. Los textos podrán indicar:

- a) naturaleza del peligro,
- b) nombre del responsable por el control del peligro advertido,
- c) informaciones adicionales preventivas.

**B.2.3 Simbología básica de radiación no ionizante**

**B.2.3.1** El símbolo básico para señalar las radiaciones no ionizantes se establece en la figura 4, cuyos dimensiones se establecen como funciones de la unidad básica (A).

**B.2.3.2** *Uso del símbolo.* El símbolo de radiación no ionizante debe usarse para significar:

- a) presencia de radiación no ionizante,
- b) presencia potencial de radiaciones no ionizantes,
- c) identificación de objetos, aparatos, u equipos que emiten radiaciones no ionizantes.

Las radiaciones no ionizantes contra las cuales advierte el símbolo son:

- a) energía emitida en forma de ondas electromagnéticas, de longitud de onda media o larga, incluyendo luz blanca, infrarrojo, y transmisiones de radio con longitudes de onda mayores a 10 m (frecuencias de 30 MHz y superiores),
- b) microondas,
- c) antenas de transmisión,

(Continúa)

- d) radiofrecuencia de uso industrial, p. e. para calentamiento,
- e) emisiones de radio de alta potencia.

El símbolo no incluye en su advertencia las radiaciones siguientes:

- a) lasers,
- b) radiación ultravioleta,
- c) ruido.

El símbolo por sí solo, y tampoco esta norma, en ninguna de sus partes, establece a qué nivel de radiación debe utilizarse el símbolo de radiación no - ionizante. Los niveles mínimos de radiación deben determinarse en cada caso particular.

**B.2.3.3 Restricciones al uso del símbolo.** El símbolo debe usarse sólo en presencia de radiaciones no - ionizantes, o cuando éstas existen potencialmente. Textos o símbolos adicionales no deben interferir en ningún caso con el símbolo básico. Los textos podrán indicar:

- a) naturaleza de la fuente de radiación,
- b) tipo de radiación,
- c) informaciones adicionales preventivas.

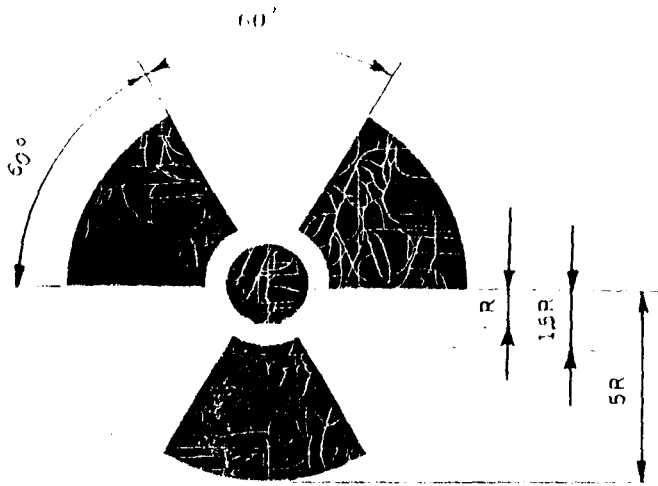
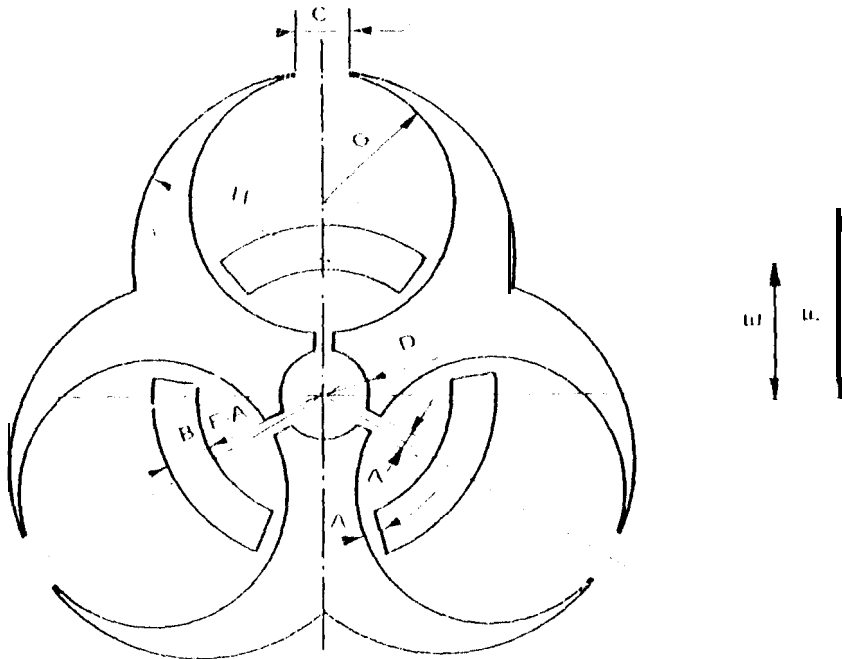


FIGURA 2. Símbolo de radiación ionizante



Dimensión	A	B	C	D	E	F	G	H
Unidades	1	1,5	4	1	11	15	10,5	15

FIGURA 3. Símbolo de peligro biológico

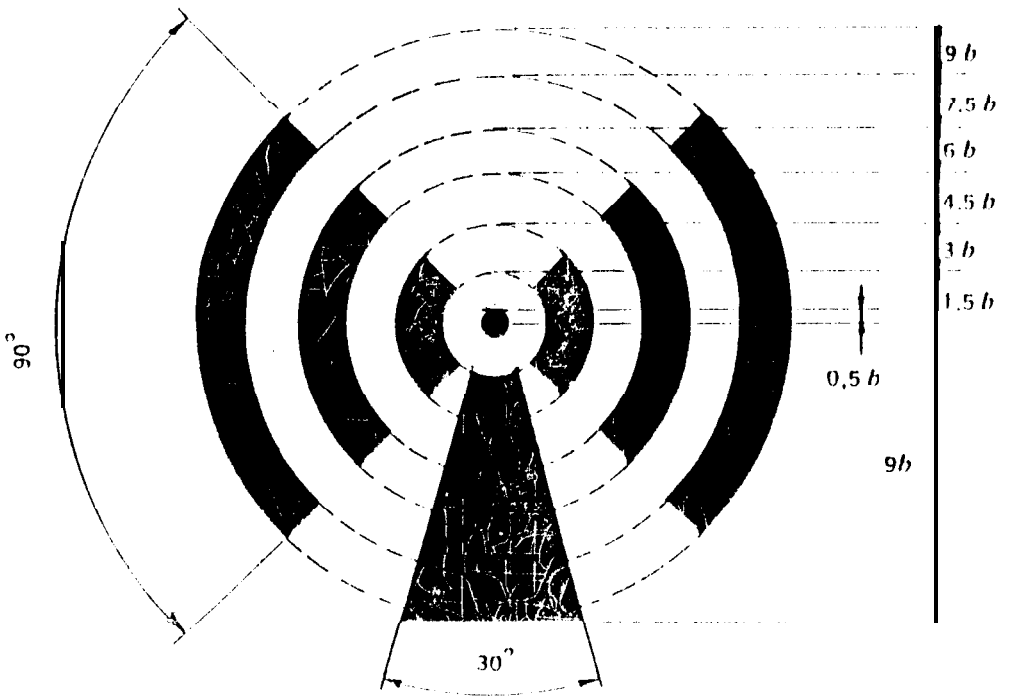


FIGURA 4. Símbolo de radiación no ionizante

SEÑALES DE SEGURIDAD AUXILIARES

C.1 Ejemplos



c.2 Otros textos usuales

Símbolo principal NO.	Texto recomendado
1.1	Peligro. No fumar Prohibido fumar
1.2	No hacer fuego. Combustibles No hacer fuego. Peligro de Incendio forestal
1.3	No pase Prohibido el paso Paso sólo a empleador

No.	Texto recomendado
1.3	<p>Prohibido el paso a particulares</p> <p>Prohibida la entrada</p> <p>Prohibido el paso a peatones</p> <p>Prohibido pisar el césped</p>
1.4	<p>En caso de incendio no usar agua</p>
1.5	<p>No beber. Agua contaminada</p> <p>Prohibido beber agua</p> <p>Agua no potable. No beberla</p>
1.6	<p>No hay paso para vehículos</p> <p>Prohibido el paso a automotores</p>
2.1	<p>Peligro. 1 echo bajo</p> <p>Peligro. Mantenga la puerta cerrada</p> <p>Peligro. No obstruya la salida</p> <p>Peligro. No use ropa suelta al operar esta máquina</p> <p>Peligro. Piso resbaloso</p> <p>Peligro. Paso de vehículos</p> <p>Peligro. Área restringida</p> <p>Peligro. Excavación profunda</p> <p>Atención. Área estéril; use ropa y bolas esterilizadas</p> <p>Cuidado. 1 hombres trabajando</p>
2.2	<p>Peligro. Inflamable</p> <p>Peligro. Inflamable si se moja</p> <p>Peligro. Gasolina ( o la identificación apropiada del combustible)</p> <p>Peligro. Gas inflamable</p>
2.3	<p>Peligro. Dinamita (o la identificación apropiada del explosivo)</p> <p>Peligro. TNT. No sacudir</p>
2.4	<p>Cuidado. Acido sulfúrico</p> <p>Cuidado. Base concentrada</p>
2.5	<p>Peligro. Gas venenoso</p> <p>Peligro. Veneno</p> <p>Peligro. Cianuro diluido ( o la identificación apropiada del veneno)</p>



No.	Texto recomendado
7.6	<p>Peligro. Sala de Rayos X</p> <p>Peligro. Contenido radiactivo: <i>(especificar)</i></p> <p>Actividad: <i>(especificar)</i> curies</p> <p>Distancia mínima: <i>(especificar)</i> m.</p>
2.7	<p>Peligro. Alta tensión</p> <p>Peligro. Línea de transmisión de 13 000 V.</p> <p>Peligro. Desconecte la tensión antes de operaciones de mantenimiento</p> <p>Peligro. Antes de reparar desconecte la tensión</p>
2.8	<p>Peligro. Rayos laser</p>
2.9	<p>Peligro. Riesgo de contaminación biológica</p> <p>Peligro. Cultivo de <i>(especificar)</i></p> <p>Encargado: <i>(especificar nombre)</i></p> <p>No abrir antes de <i>(fecha, hora)</i></p>
2.10	<p>Peligro. Radiofrecuencia de alto poder</p> <p>Peligro. Antena de micro onda</p>
2.11	<p>Cuidado. Peróxido orgánico (o la identificación apropiada del agente oxidante)</p>
2.12	<p>Peligro. Sala de alta refrigeración. - 50°C</p> <p>Cuidado. Piezas calientes a 500°C</p>
2.13	<p>Atención. Ruidos fuertes cada 10 minutos</p> <p>Cuidado. Sala de prueba de altavoces. Ruido fuerte</p>
3.1	<p>Estación de primeros auxilios</p>
3.3	<p>Salida de emergencia</p> <p>A estación de primeros auxilios <i>(especificar)</i> metros</p>
	<p>Ducha de emergencia</p> <p>Lavabo de emergencia</p> <p>Atención médica de emergencia. Urgencias</p>
4.1	<p>Obligatorio usar gafas</p> <p>Obligatorio usar gafas oscuras. Hombres soldando</p> <p>Obligatorio usar gafas. Lijado de esmeril</p>

No	Texto recomendado
4.2	Obligatorio usar mascarilla
4.3	Obligatorio usar casco Obligatorio usar casco, Obra en construcción
4.4	Obligatorio usar protección para los oídos. Ruido fuerte (e decibeles
4.5	Obligatorio usar guantes. Materiales cortantes Obligatorio usar guantes. Sustancia agresiva
4.6	Obligatorio usar calzado de seguridad Obligatorio usar botas de caucho
5.1	Extintor Extintor de incendios Extintor portátil Carro con extintores Extintor seco
5.2	Alarma de incendios Sirena de incendios
---	Manguera de incendios
---	Hidrante
	Escalera de emergencia para incendios Arena. Usar sólo en caso de incendio Extinguidor para sofocar aceite inflamado Señal de la estación de bomberos

ANEXO D

SÍMBOLOS GRÁFICOS NORMALIZADOS

D.1 A continuación se presentan individualmente los símbolos gráficos normalizados, utilizados en esta norma para símbolos de seguridad. Para el diseño de los mismos se ha procedido en conformidad con la norma ISO 3461. *Graphic symbols. General principles for presentation, 1976.*

SIMBOLO GRAFICO: fumar

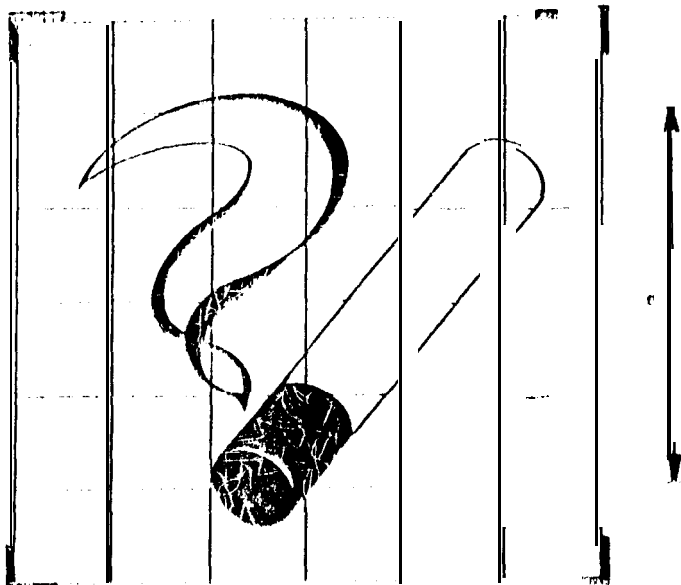
SIMBOLO ORIGINAL

(a = 50 mm)

Dimensiones reales:

Altura = 1,2 a

Ancho = 1,2 a



Aplicaciones: Sobre cualquier instalación. Significado: fumar.

Usese especialmente en la señal de seguridad L1 para indicar prohibición de fumar.

Puede usarse el símbolo también para indicar áreas donde está permitido fumar.

SIMBOLO GRAFICO: llama abierta

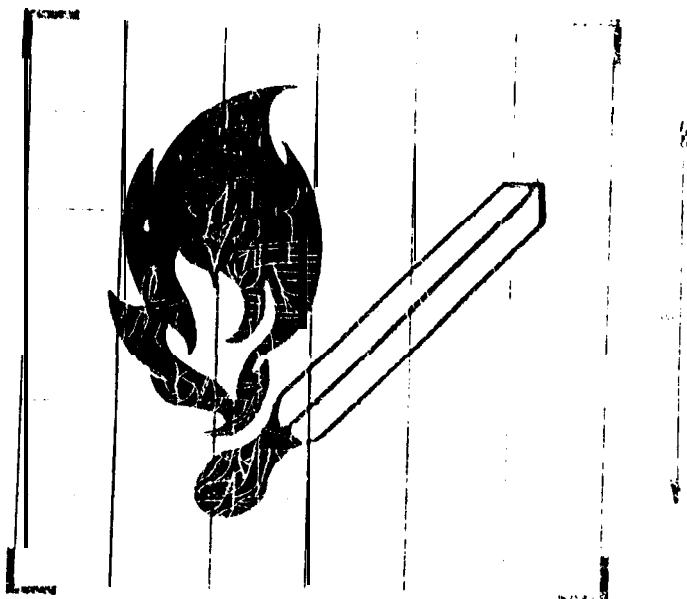
SIMBOLO ORIGINAL.

(a = 50 mm)

Dimensiones reales:

altura = 1,2 a

ancho = 1,2 a



Aplicaciones: Sobre cualquier instalación o material. Significado: llama, fuego abierto.

Usese especialmente la señal de seguridad 1.2 para indicar prohibición de hacer fuego y llama abierta.

SIMBOLO GRAFICO: peatón

SIMBOLO ORIGINAL

(a = 50 mm)

Dimensiones reales:

altura = 1,4 a

ancho = 0,8 a



Aplicaciones: Sobre cualquier instalación o material. Significado: persona caminando, peatón.  
Usese el símbolo especialmente en la señal de seguridad 1.3, para indicar prohibición de paso para peatones.

SÍMBOLO GRÁFICO: agua de incendio

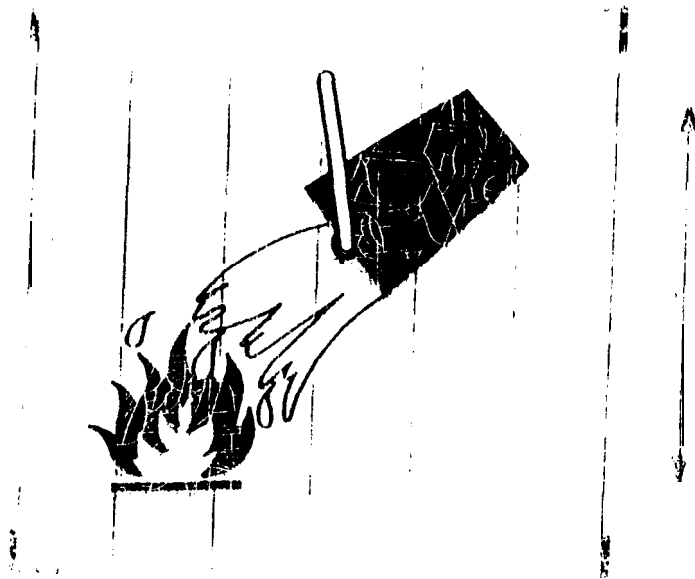
SÍMBOLO ORIGINAL

(a = 50 mm)

Dimensiones reales:

altura = 1,2 a

ancho = 1,2 a



Aplicaciones: Sobre cualquier instalación o material. Significado: agua para sofocar incendios, o extinguir fuego.

Úsese el símbolo especialmente en la señal de seguridad 1.4 para indicar prohibición de extinguir fuego con agua.

**SIMBOLO GRAFICO: agua potable**

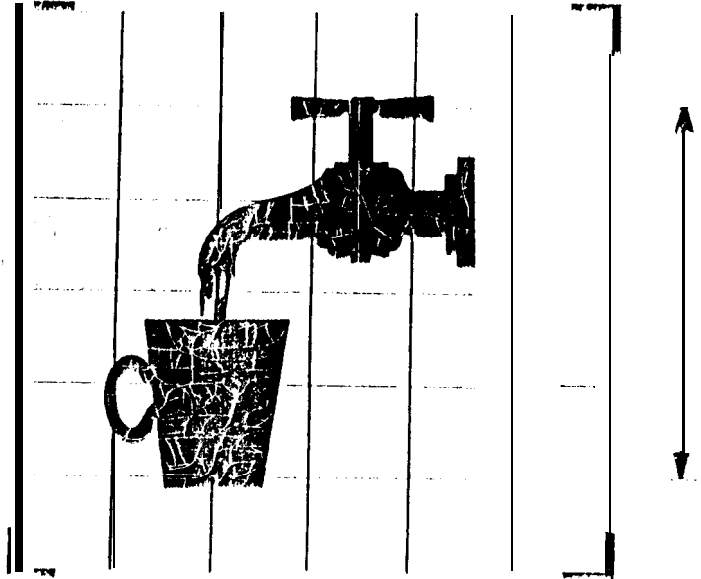
**SIMBOLO ORIGINAL**

(a = 50 mm)

**Dimensiones reales:**

altura = 1,1 a

ancho = 1,0 a



**Aplicaciones:** Sobre cualquier instalación o material. Significado: agua potable, apta para consumo humano.

Usese especialmente en la señal de seguridad 1.5, que indica prohibición de beber agua.

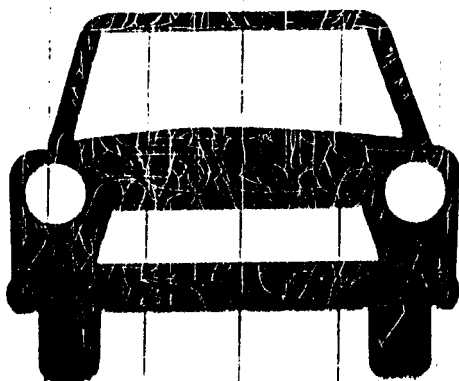
Puede usarse también para señalar donde buscar agua potable.



**SIMBOLO GRAFICO:** vehículo automotor

**SIMBOLO ORIGINAL**

(a = 50 mm)



Dimensiones reales:

altura = 1,0a

ancho = 1,2 a

**Aplicaciones:** Sobre cualquier tipo de material. **Significado:** vehículo motorizado de cualquier tipo. Usese especialmente en la señal de seguridad 1.6.

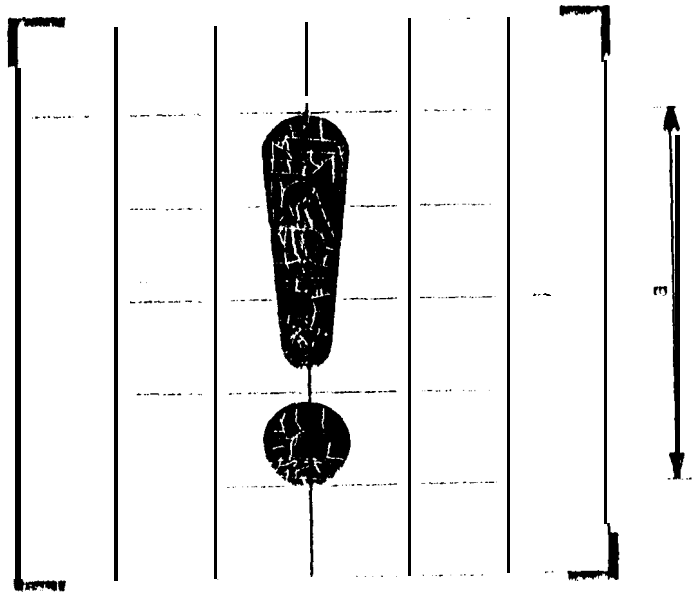
SIMBOLO GRAFICO: Atención!!

SIMBOLO ORIGINAL  
(a = 50 mm)

Dimensiones reales:

altura = a

ancho = 0,25 a



Aplicaciones: Sobre toda clase de instalación, equipo o material. Significado: atención; cuidado; peligro. Símbolo de advertencia general, para denotar condiciones de riesgo o necesidad de prestar atención.

Usese especialmente en el símbolo de seguridad 2.1.

SIMBOLO GRAFICO: fuego

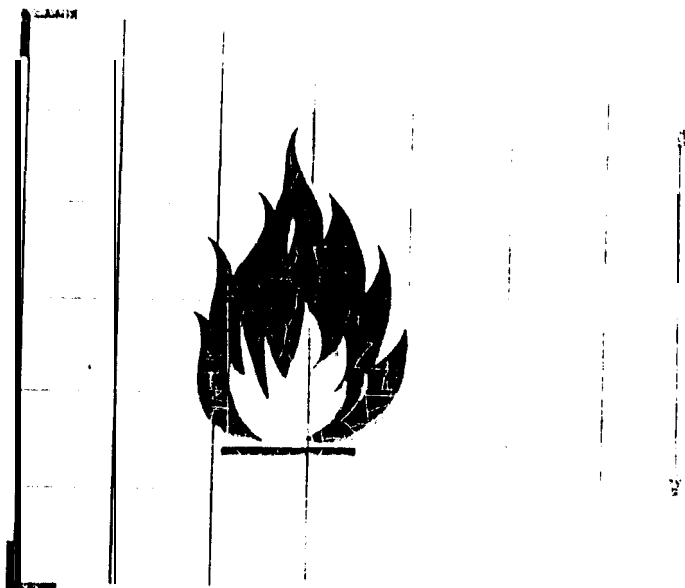
SIMBOLO ORIGINAL

(a = 50 mm)

Dimensiones reales:

altura = 0,9 a

ancho = 0,6 a



Aplicaciones: Sobre cualquier instalación, equipo o material. Significado: fuego, incendio, inflamabilidad. Usese especialmente en la señal de seguridad 2.2.

**SIMBOLO GRAFICO: explosión**

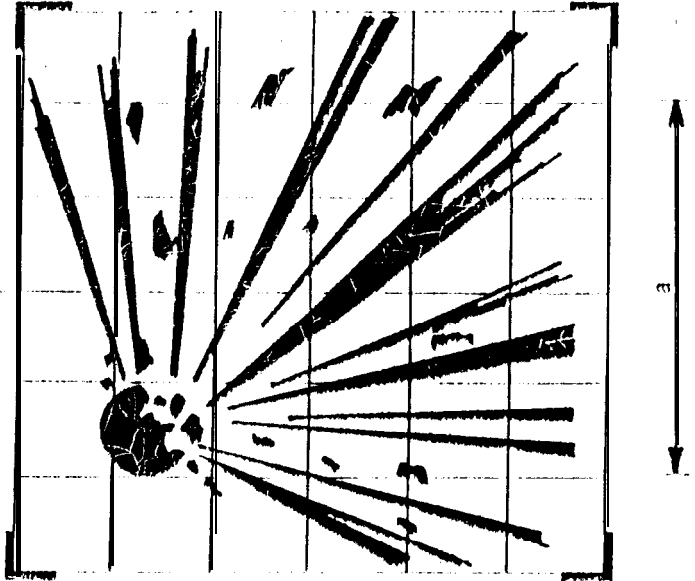
**SIMBOLO ORIGINAL**

(a = 50 mm)

Dimensiones reales:

altura = 1,5 a

ancho = 1,5 a



**Aplicaciones:** Sobre cualquier instalación o material. Significado: explosión, estallido, detonación, explosión violenta.

Úsese especialmente en la señal de seguridad 2.3.

SIMBOLO GRAFICO: agente corrosivo

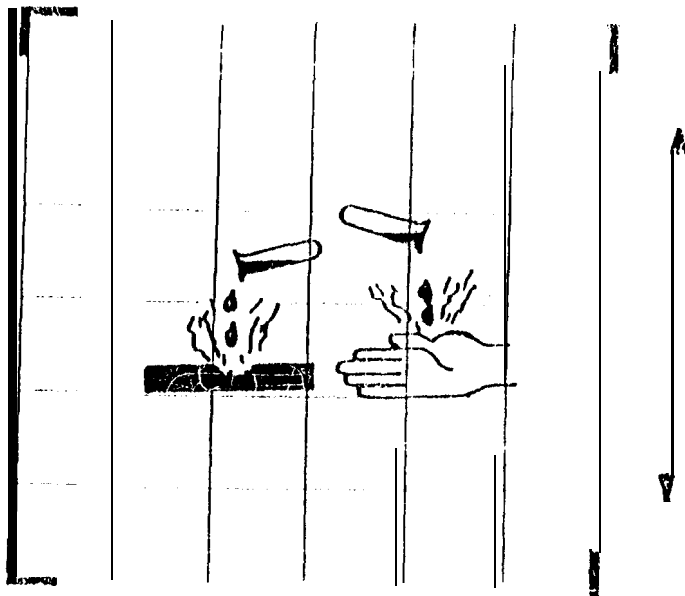
SIMBOLO ORIGINAL

(a = 50 mm)

Dimensiones reales:

altura = 0,5 a

ancho = 1,0 a



Aplicaciones: Sobre cualquier material. Significado: presencia de ácidos o bases corrosivas.  
Usese especialmente en la señal de seguridad 2.4.

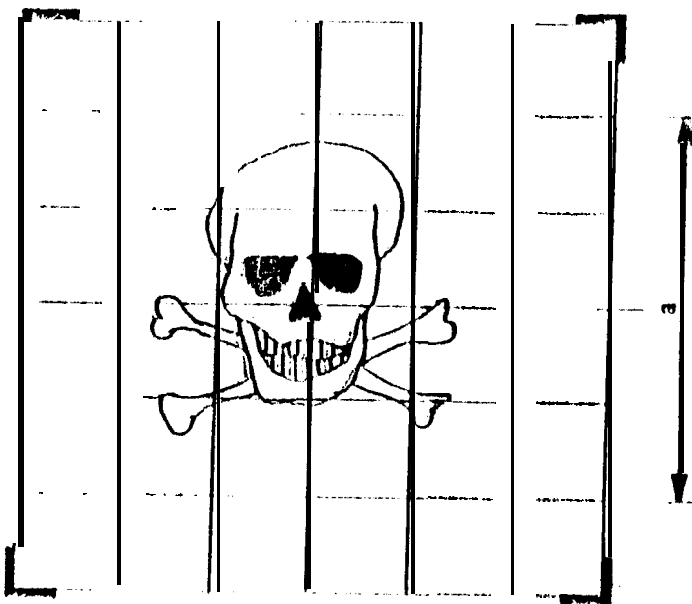
**SIMBOLO GRAFICO: calavera**

**SIMBOLO ORIGINAL**  
(a = 50 mm)

Dimensiones reales:

altura = 0,8 a

ancho = 0,8 a



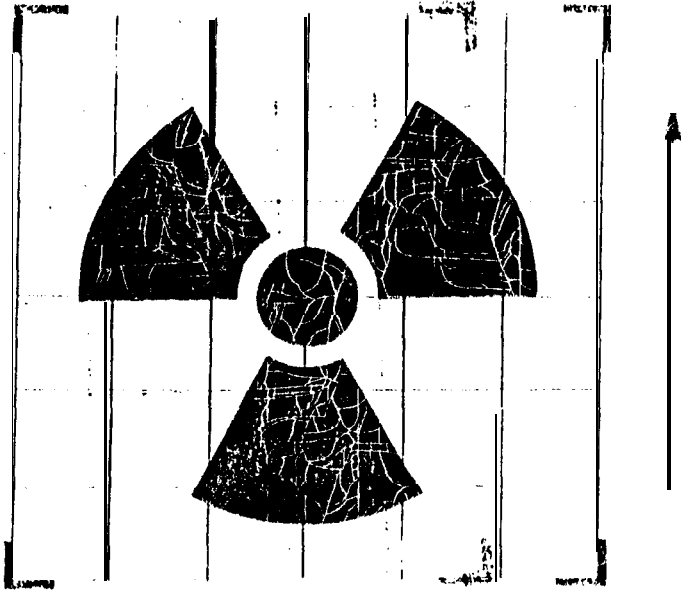
**Aplicaciones:** Sobre cualquier material. **Significado:** sustancia venenosa (gas líquido o sólido); sustancia tóxica.

Úsese especialmente en la señal de seguridad 2.5.

SIMBOLO GRAFICO: radiación ionizante

SIMBOLO ORIGINAL  
(a = 50 mm)

Dimensiones reales:

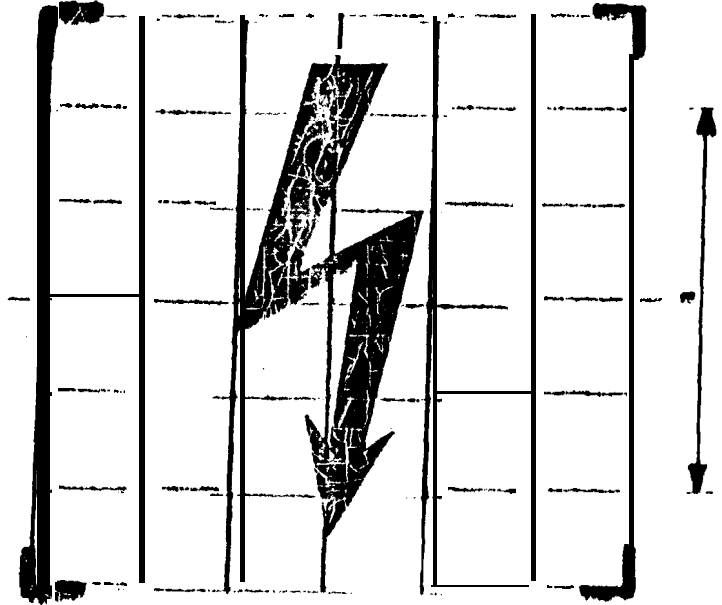


Aplicaciones: Sobre cualquier instalación, equipo o material. Significado: radiación ionizante.  
Usese especialmente en la señal de seguridad 2.6.

**SIMBOLO GRAFICO: tensión peligrosa**

**SIMBOLO ORIGINAL**  
( a = 50 mm)

Dimensiones reales:  
altura = 1,26 a  
ancho = 0,50 a



**Aplicaciones:** Sobre todo equipo o material. Significado: peligro procedente de voltajes elevados.  
Usese especialmente en la señal de seguridad 2.7.



SIMBOLO GRAFICO: laser

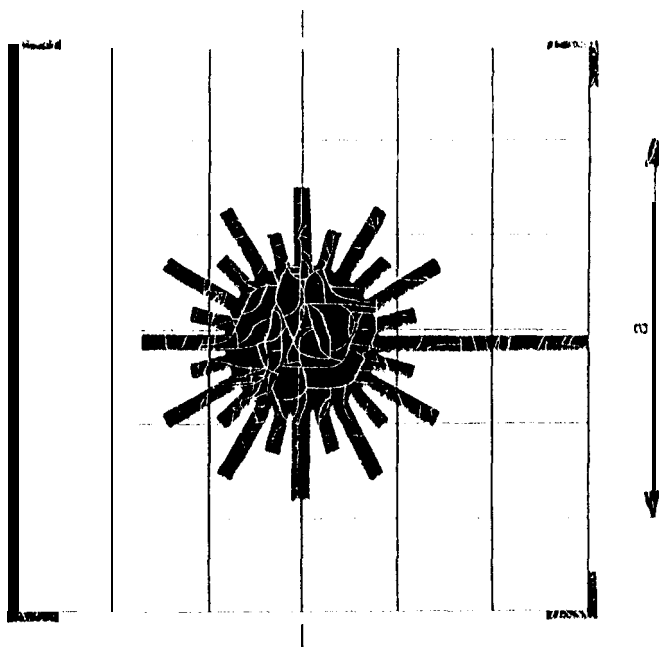
SIMBOLO ORIGINAL

(a = 50 mm)

Dimensiones reales:

altura = 0,8 a

ancho = 1,2 a



Aplicaciones: Sobre cualquier equipo o instalación. Significado: presencia de rayos laser.  
Usese especialmente en la señal de seguridad 2.8.

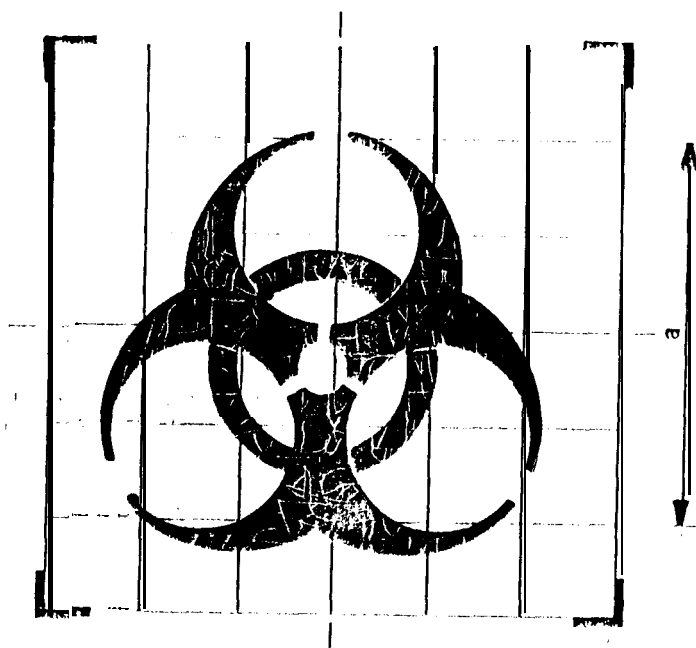
**SIMBOLO GRAFICO: peligro biológico**

**SIMBOLO ORIGINAL**  
(a = 50 mm)

**Dimensiones reales:**

altura = 1,2 a

ancho = 1,2 a

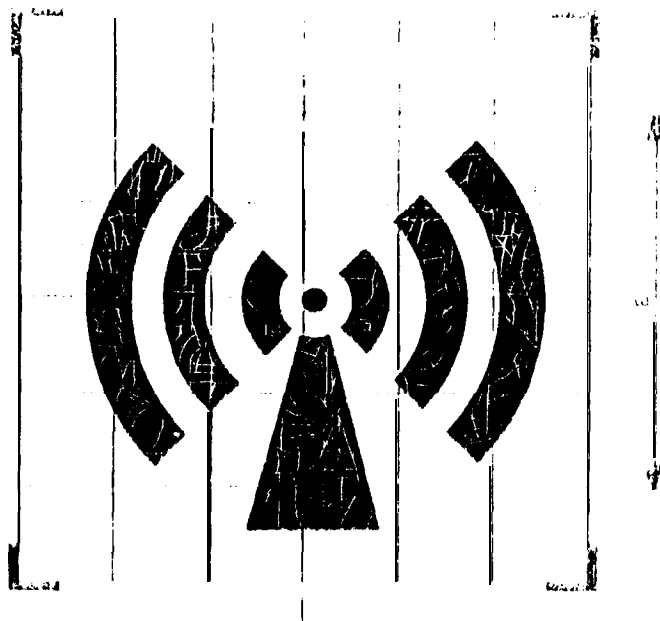


**Aplicaciones:** Sobre cualquier equipo o material. Significado: peligro procedente de materiales o equipo que representan riesgo de contaminación biológica.

Usese especialmente en la señal de seguridad 2.9.

**SIMBOLO GRAFICO: peligro, radiación no ionizante**

**SIMBOLO ORIGINAL**  
(a = 50 mm)



**Dimensiones leales:**

altura = 1,05 a

ancho = 1.2 a

**Aplicaciones:** Sobre cualquier equipo o material. Significado: peligro procedente de materiales o equipo que representan riesgo de radiación no ionizante.

Usese especialmente en la señal de seguridad 2.10.

**SIMBOLO GRAFICO:** agente oxidante

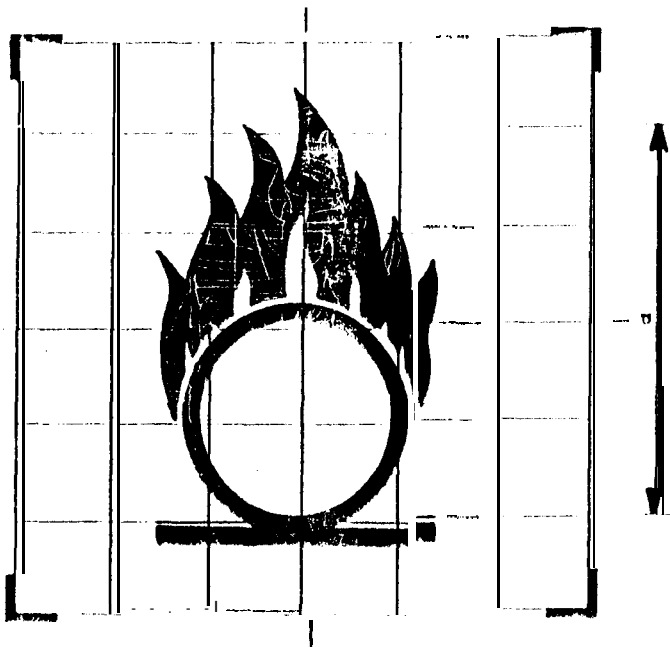
**SIMBOLO ORIGINAL**

( $a = 50 \text{ mm}$ )

**Dimensiones reales:**

altura =  $1,2 a$

ancho =  $0,7 a$



**Aplicaciones:** Sobre cualquier material. Significado: peligro; presencia de agente oxidante.  
Usese especialmente en la señal de seguridad 2.11.

SIMBOLO GRAFICO: termómetro

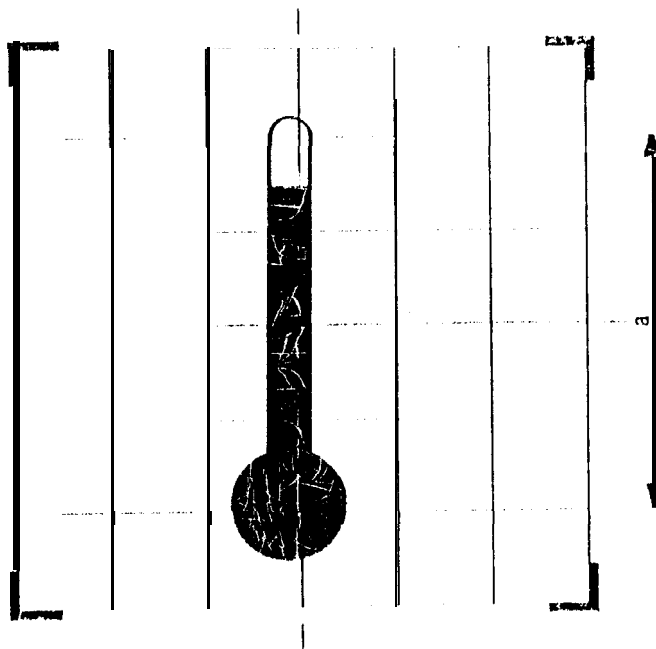
SIMBOLO ORIGINAL

(a = 50 mm)

Dimensiones reales:

altura = 1,2 a

ancho = 0,3 a



Aplicaciones: Sobre cualquier equipo o material. Significado: temperaturas poco usuales, muy frías o muy calientes, según la posición de la columna y la marca en grados centígrados. Usese especialmente en la señal de seguridad 2.12

SIMBOLO GRAFICO: oído exterior con ondas de presión

SIMBOLO ORIGINAL

(a = 50 mm)

Dimensiones reales:

altura = 1,25 a

ancho = 1,25 a



Aplicaciones: Sobre cualquier equipo o material. Significado: presencia actual o potencial de ruidos u ondas sonoras de intensidad dañina al oído humano.

Usese especialmente en la señal de seguridad 2.13.

SIMBOLO GRAFICO: cruz

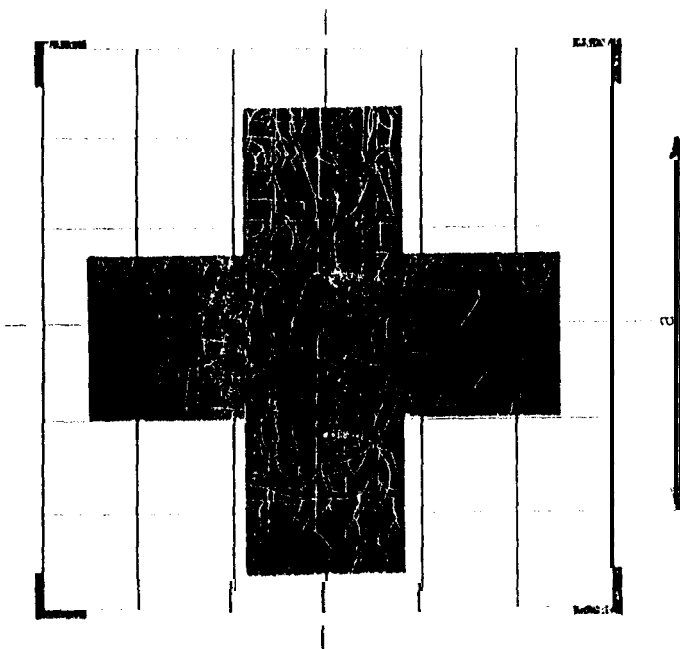
SIMBOLO ORIGINAL

(a = 50 mm)

Dimensiones reales:

altura = 1,25 a

anchura = 1,25 a



Aplicaciones: Sobre cualquier equipo o material. Significado: prestación de auxilio o ayuda médica.  
Usese especialmente en la señal de seguridad 3.1 y en la señal 3.3.

SIMBOLO GRAFICO: flecha

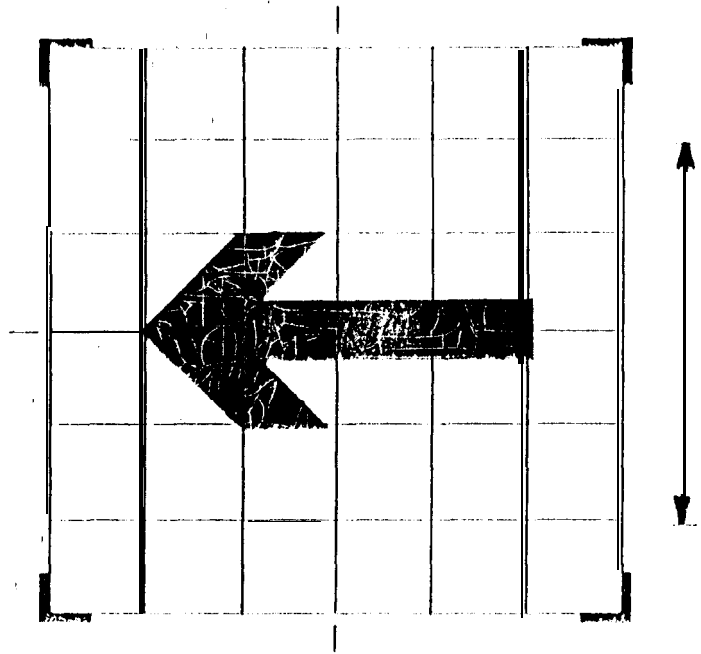
SIMBOLO ORIGINAL

(a = 50 mm)

Dimensiones reales:

altura = 0.3 a

ancho = a



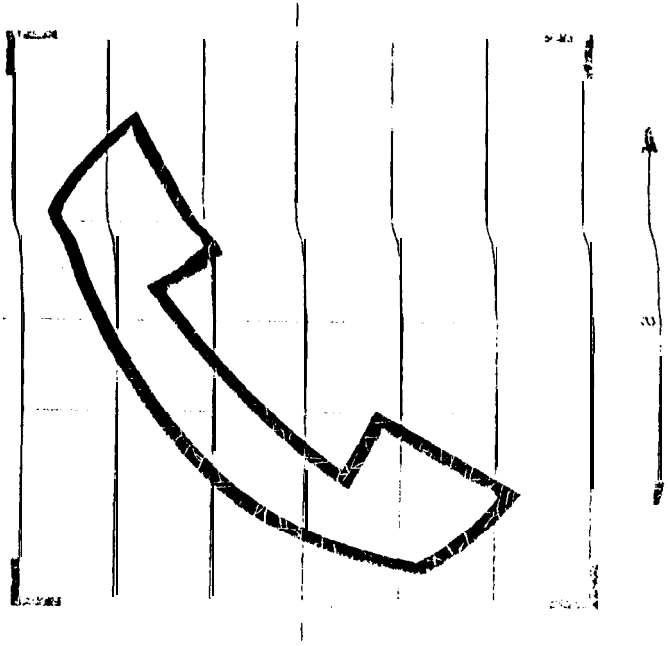
Aplicaciones: Sobre cualquier equipo o material. Significado: Indicación de dirección.  
Úsese en la señal de seguridad 3.2 y en la señal 3.3.



SIMBOLO GRAFICO: teléfono

SIMBOLO ORIGINAL  
(a = 50 mm)

Dimensiones reales:  
altura = 1,25 a  
ancho = 1,25 a



Aplicaciones: Sobre cualquier equipo o material. Significado: cercanía a aparato telefónico  
Usese en la señal de seguridad 3.1.

**SIMBOLO GRAFICO: campanilla**

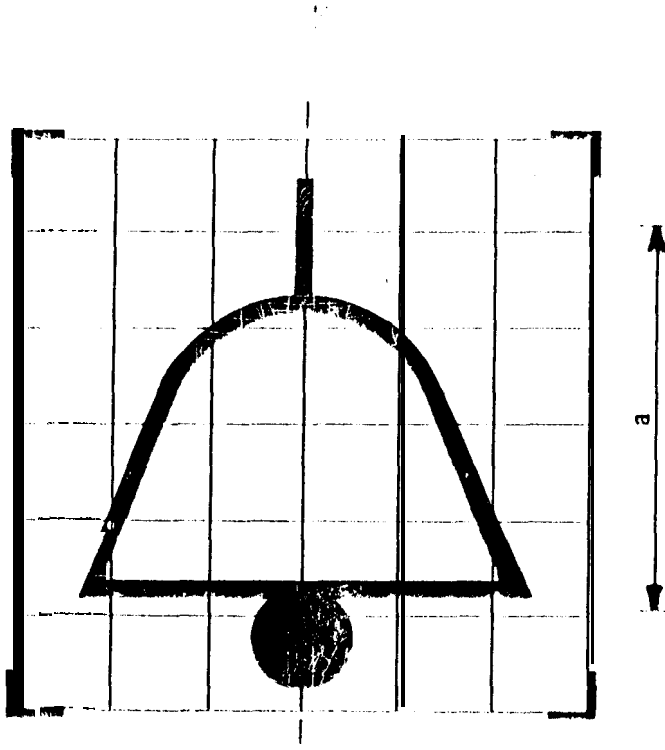
**SIMBOLO ORIGINAL**

(a=50111111)

**Dimensiones reales:**

altura = 1,25 a

ancho = 1,2 a



**Aplicaciones:** Sobre interruptores que operan limbres, p.e. Limbres de entrada, limbres de advertencia.  
Usese en la señal de seguridad 3.5.

SIMBOLO GRAFICO: hombre con gafas

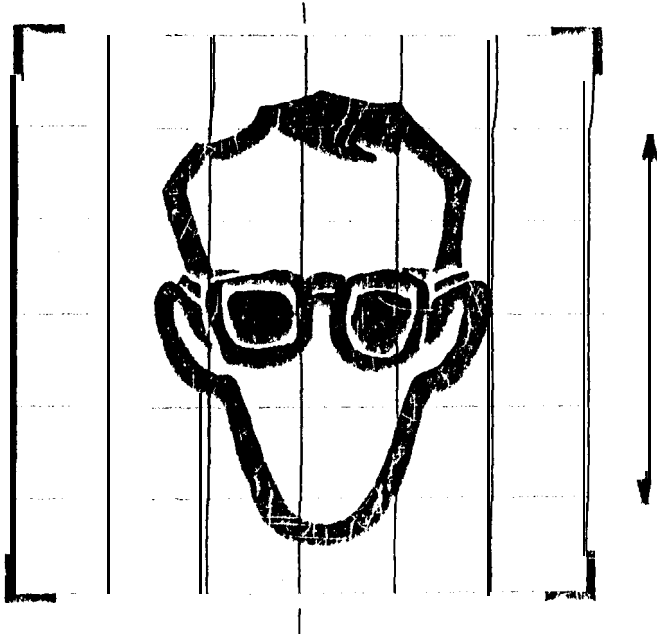
SIMBOLO ORIGINAL

(a = 50 mm)

Dimensiones reales:

altura = 1,25 a

ancho = 0,9 a



Aplicaciones: Símbolo de seguridad para indicar obligación de usar gafas o protección de los ojos  
Usese en la señal de seguridad 4.1.

**SIMBOLO GRAFICO: hombre con máscara respiratoria**

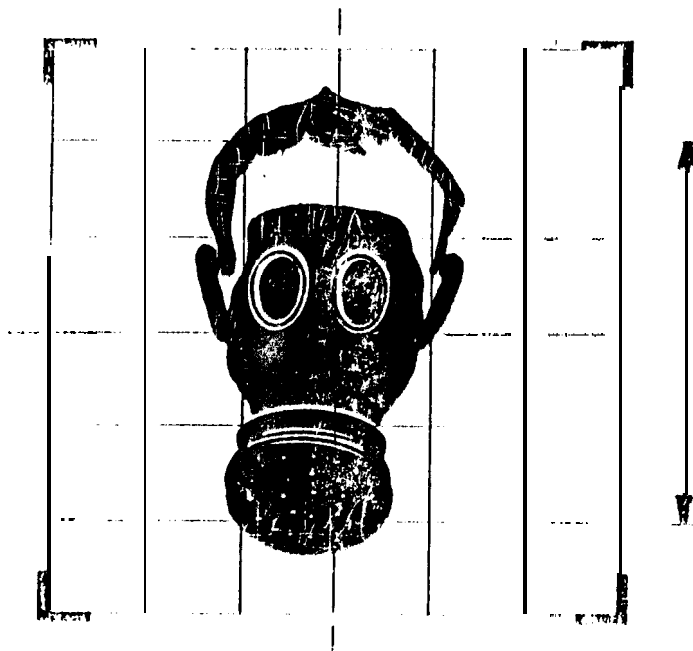
**SIMBOLO ORIGINAL**

(a = 50 mm)

Dimensiones reales:

altura = 1.25 a

ancho = 0.7 a



**Aplicaciones:** Sobre cualquier material o equipo. **Significado:** obligación de usar protección para las vías respiratorias.

Usese en la señal de seguridad 4.2.

SIMBOLO GRAFICO: hombre con casco

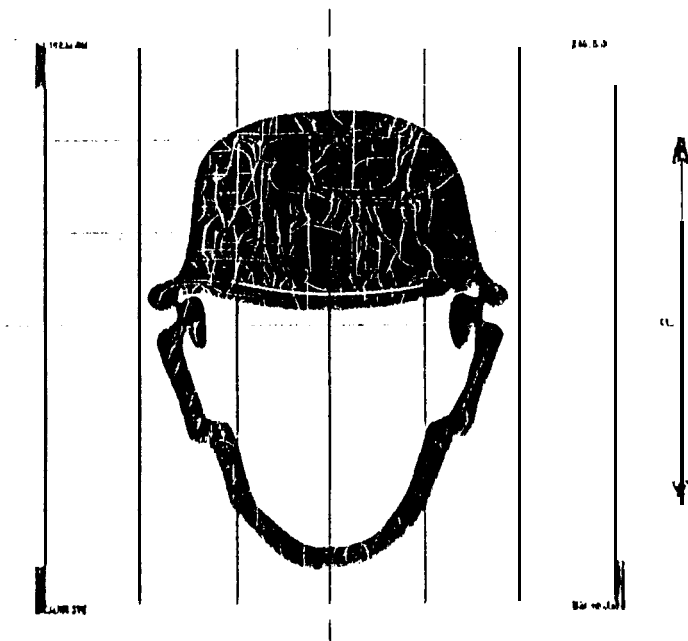
SIMBOLO ORIGINAL

(a = 50 mm)

Dimensiones reales:

altura = 1,25 a

ancho = 0,95 a



Aplicaciones: Sobre cualquier equipo o material. Significado: obligación de usar casco o protección para la cabeza.

Usese especialmente en la señal de seguridad 4.3.

**SIMBOLO GRAFICO: hombre con orejeras**

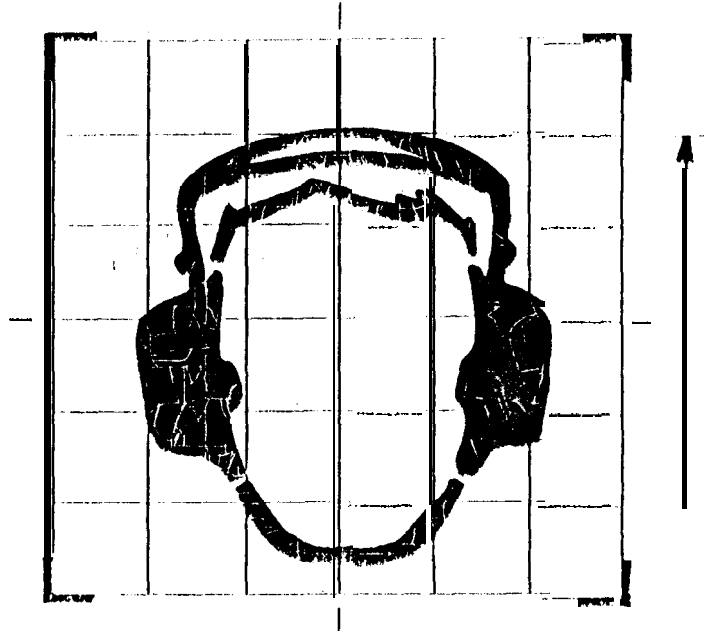
**SIMBOLO ORIGINAL**

(a = 50 mm)

Dimensiones reales:

altura = 1,2 a

ancho = 1,12 a



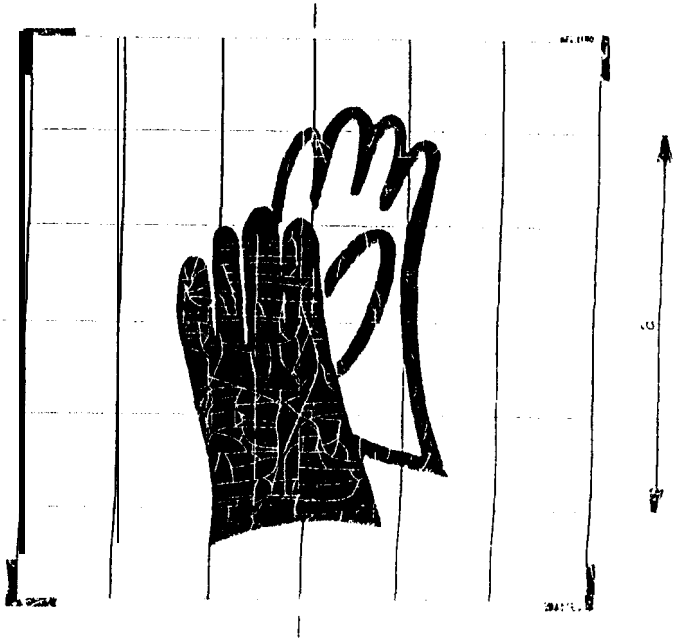
**Aplicaciones:** Sobre cualquier equipo o material. **Significado:** obligación de usar protección para los oídos.

Usese especialmente en la señal de seguridad 4.4.

SIMBOLO GRAFICO: guantes

SIMBOLO ORIGINAL  
(a = 50 mm)

Dimensiones reales:  
altura = 1,05 a  
ancho = 0,7 a



Aplicaciones: Sobre cualquier equipo o material. Significado: obligación de usar guantes o protección para las manos.

Úsese en la señal de seguridad 1.5.

SIMBOLO GRAFICO: media bota

SIMBOLO ORIGINAL

(a = 50 mm)

Dimensiones reales:

altura = 1.05 a

ancho = 0,9 a



Aplicaciones: Sobre cualquier equipo o material. Significado: obligación de usar protección para los pies, zapatos de seguridad, botas de caucho, etc.

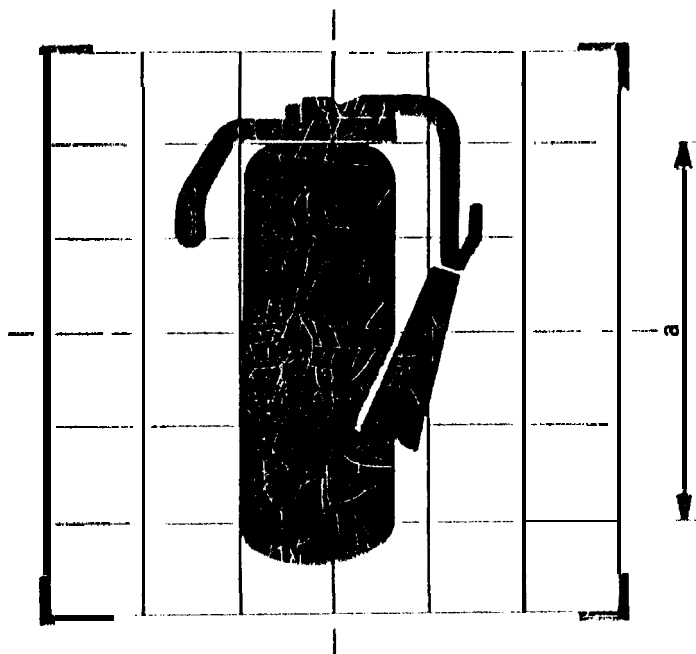
Usese en la señal de seguridad 4.6.



**SIMBOLO GRAFICO: extintor de fuego**

**SIMBOLO ORIGINAL**  
(a = 50 mm)

Dimensiones reales:  
altura = 1,25 a  
ancho = 0.8 a



**Aplicaciones:** Sobre cualquier equipo o material. **Significado:** Indicación de la localización de extintores para fuego.

Usese en la señal de seguridad 5.1.

SIMBOLO GRAFICO: bochía

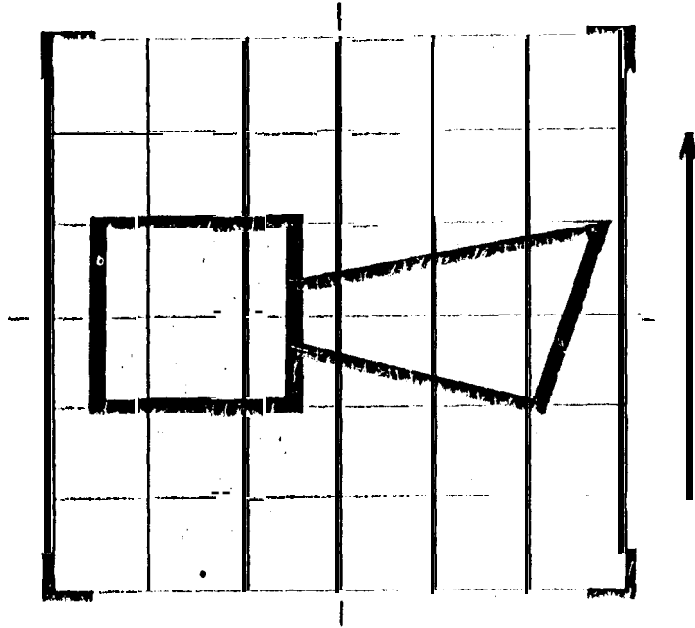
SIMBOLO ORIGINAL

(a = 50mm)

Dimensiones reales:

altura = 0,56 a

ancho = 1,33 a



Aplicaciones: Sobre interruptores que operan bochías, p.e. sirenas, alarmas, señales acústicas de advertencia. Usese en la señal de seguridad 5.2.2

## APENDICE Z

### Z.1 NORMAS A CONSULTAR

**INEN 878.** *Rótulos y placas cuadradas y rectangulares. Dimensiones.*

CIE Publication - No. 15 (E - 1.3.1). Colorimetry. Commission Internationale de L'éclairage. Paris, 1971.

ISO 346 1. *Graphic Symbols. General principles for presentation, 1976.*

### Z.2 BASES DE ESTUDIO

G. Wyszecki/W. S. Stiles - Color science, concepts and methods. Quantitative data and formulas - John Wiley and Sons. New York, 1981.

Billmeyer, F. W./Saltzman, M. Principles of color technology. John Wiley and Sons. New York, 1981.

Agoston, G. A. Color Theory and its application in art and design - Springer Verlag. Berlín, 1979.

Cadena, S. R. Introducción a la teoría del color y sus aplicaciones. Editorial Epsilon - Quito - (en prensa a la fecha de aprobación de la norma).

AS 13 19. *Safety signs for the occupational environment.* Standard Association of Australia. Sydney, 1979.

ANSI Z 35.1. *Specification for accident prevention signs.* American National Standards Institute, Inc. 1968.

SABS 872. *Industrial Safety signs.* South African Bureau of Standards. Pretoria, 1961.

ISO/DIS 3864.2. *Safety colours and safety signs.* International Organization for Standardization. 1977.

BS 5378. *Safety colours and signs.* British Standards Institution. Londres, 1976.

Schulze, W. - *Farbenlehre und Farbmessung.* Springer Verlag. Berlín, 1975.

BS 4765. *Safety signs, to denote the actual or potential presence of a dangerous level of radio frequency or other non ionizing radiation.* British Standards Institution. Londres, 1971.

IEC. Publication 4178. *Graphical symbols for use on equipment.* International Electrotechnical Commission. Ginebra, 1975.

ISO/R361. *Basic ionizing radiation symbol.* International Organization for Standardization. Ginebra, 1963.

Norma  
Ecuatoriana

COLORES DE IDENTIFICACION DE TUBERIAS

INEN 440  
Primera Revisión  
1984-04

**OBLIGATORIA**

1. OBJETO

**D O N A C I O N**

1.1 Esta norma define los colores, su significado y aplicación, que deben usarse para identificar tuberías que transportan fluidos, en instalaciones en tierra y a bordo de barcos.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica según la importancia de las tuberías que se marcará y a la naturaleza del fluido, de acuerdo a una de las modalidades siguientes:

2.1.1 Solamente por los colores de identificación (ver numeral 4.2).

2.1.2 Mediante el color de identificación y nombre del fluido.

2.1.3 Mediante el color de identificación, nombre del fluido, indicaciones de código (ver 4.3).

3. TERMINOLOGIA

3.1 Color de identificación. Cualquiera de los definidos en esta norma utilizados para tuberías.

3.2 Tubo/tubería. Para efectos de esta norma, cualquier conducto para fluidos con su recubrimiento exterior, incluyendo accesorios, válvulas, etc.

3.3 Fluido. Para efectos de esta norma, toda sustancia líquida o gaseosa que se transporta por tuberías.

3.4 Otros términos aplicables a esta norma se definen en la Norma INEN 439.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Clasificación de los fluidos

4.1.1 Los fluidos transportados por tuberías se dividen, para efectos de identificación, en diez categorías, a cada una de las cuales se le asigna un color específico, según la tabla 1.

## TABLA 1 Clasificación de fluidos

FLUIDO	CATEGORIA	COLOR
Aqua	1	verde
Vapor de agua	2	gris plata
Aire y oxígeno	3	azul
Gases combustibles	4	amarillo ocre
Gases no combustibles	5	amarillo ocre
Ácidos	6	anaranjado
Alcalis	7	violeta
Líquidos combustibles	8	café
Líquidos no combustibles	9	negro
Vacío	0	gris
<hr/>		
Aqua o vapor contra incendios		rojo de seguridad
GLP (gas licuado de petróleo)		blanco

### 4.2 Colores de identificación

#### 4.2.1 Definición

4.2.1.1 Los colores de identificación para tuberías se definen en la Tabla 2, en función de las coordenadas cromáticas CIE y el factor de luminancia ( $\beta$ ), y se incluye una muestra de cada color.

#### 4.2.2 Aplicación de los colores de identificación.

4.2.2.1 El color de identificación indica la categoría a la que pertenece el fluido conducido en la tubería. Se aplicará según una de las modalidades:





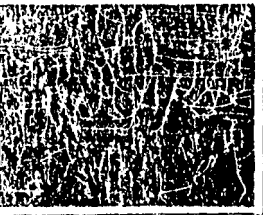

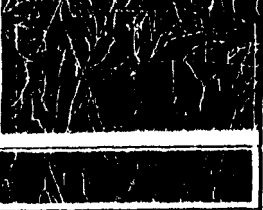

- a) sobre la tubería en su longitud total,
- b) sobre la tubería como banda (mínimo 150 mm de longitud dependiendo del diámetro del tubo).

4.2.2.2 La aplicación del color puede efectuarse por pintado o mediante bandas adhesivas alrededor del tubo.

4.2.2.3 En caso de usarse bandas, el color decorativo o protector de la tubería no deberá ser ninguno de los colores de identificación.

4.2.2.4 En caso de no pintarse la tubería totalmente, las bandas con el color de identificación deberán situarse en todas las uniones, a ambos lados de las válvulas, en dispositivos de servicio, tapones, penetraciones en paredes, y otros sitios donde tenga sentido la identificación del fluido.

1 ABLA 2. Definición de los colores de identificación.

COLOR	COORDENADAS CIE	MUESTRA
verde	$y > -0,1x + 0,412$ $y > 2,8x + 0,052$ $y < 0,474 - 0,1x$ $x > 0,357 - 0,15y$ $0,011 < \beta < 0,17$	
gris plata	$\beta > 0,50$	
café	$x > 0,545 - 0,35y$ $y > 0,19x + 0,257$ $x < 0,588 - 0,25y$ $y < 0,39x + 0,195$ $0,09 < \beta < 0,17$	
amarillo ocre	$y > 0,840 - 1,07x$ $y > 0,77x + 0,075$ $y < 0,823 - 0,94x$ $y < x + 0,006$ $0,30 < \beta < 0,45$	
violeta	$y < 0,17x + 0,223$ $y < 2,6x - 0,49$ $y > 0,25x + 0,185$ $y > 1x + 1,854$ $0,36 < \beta < 0,50$	
azul	$y < 0,550x$ $y < 0,64x + 0,118$ $y > 0,994 - 3x$ $y > 0,94x + 0,024$ $0,36 < \beta < 0,50$	
anaranjado	$y > 0,380$ $y > 0,204 + 0,362x$ $x < 0,669 - 0,294y$ $0,224 < \beta$	
gris	$\beta > 0,75$	

4.2.2.5 1.1 cuerpo y órganos de accionamiento de las válvulas pueden pintarse también con el color de identificación.

#### 4.3 Indicaciones de código

4.3.1 El fluido transportado por una tubería queda identificado por el color, en cuanto a la categoría y por el nombre del fluido (ver Tabla 1).

(Continúa)

4.3.1.1 Adicionalmente se podrá identificar el fluido mediante:

- a) fórmula química,
- b) número de identificación según la Tabla 3

4.3.1.2 El número de identificación de la Tabla 3 consta del número que indica la categoría de fluido además, específica con la segunda cifra la naturaleza exacta del fluido. La numeración a continuación del punto podrá ampliarse en caso de necesidad interna de cada usuario. Deberá, sin embargo, respetar los significados ya asignados a los números que se incluyen en la Tabla 3

TABLA 3. Números característicos para identificación de fluidos en tuberías.

NO.	CLASE DE FLUIDO
1	AGUA
1.0	Agua potable
1.1	Agua impura
1.3	Agua utilizable, agua limpia
1.4	Agua destilada
1.5	Agua a presión, cierre hidráulico
1.6	Agua de circuito
1.7	Agua pesada
1.8	Agua de mar
1.9	Agua residual *
1.10	Agua de condensación
2	VAPOR DE AGUA
2.0	Vapor de presión nominal hasta 140 kPa .
2.1	Vapor saturado de alta presión
2.2	Vapor recalentado de alta presión
2.3	Vapor de baja presión
2.4	Vapor sobrecalentado
2.5	Vapor de vacío (con presión absoluta)
2.6	Vapor en circuito
2.7	
2.8	
2.9	Vapor de descarga
3	AIRE Y OXIGENO
3.0	Aire fresco
3.1	Aire comprimido (indicar la presión)
3.2	Aire caliente
3.3	Aire purificado (acondicionado)
3.4	
3.5	
3.6	Aire de circulación, aire de barrido
3.7	Aire de conducción
3.8	oxígeno
3.9	Aire de escape

} con indicación de la presión y/o de la temperatura

(Continuación de Tabla 3)

NO.	CLASE DE FLUIDO
<b>4</b>	<b>GASES COMBUSTIBLES - INCLUSO GASES LICUADOS</b>
4.0	Gas de alumbrado
4.1	Acetileno
4.2	Hidrógeno y gases conteniendo H <sub>2</sub>
4.3	Hidrocarburos y sus derivados
4.4	Monóxido de carbono y gases conteniendo CO
4.5	Gases de mezcla (gases técnicos)
4.6	Gases Inorgánicos, NH <sub>3</sub> ; H <sub>2</sub> S
4.7	Gases calientes para fuerza motriz
4.8	Gas licuado de petróleo (GLP) (ver nota 1)
4.9	Gases de escape combustible
<b>5</b>	<b>GASES NO COMBUSTIBLES - INCLUSO GASES LICUADOS</b>
5.0	Nitrógeno y gases conteniendo nitrógeno
5.1	Gases inertes
5.2	Dióxido de carbono y gases conteniendo CO <sub>2</sub>
5.3	Dióxido de azufre y gases conteniendo SO <sub>2</sub>
5.4	Cloro y gases conteniendo cloro
5.5	Otros gases inorgánicos
5.6	Mezclas de gases
5.7	Derivados de hidrocarburos (halogenados y otros)
5.8	Gases de calefacción no combustibles
5.9	Gases de escape no combustible
<b>6</b>	<b>ACIDOS</b>
6.0	Acido sulfúrico
6.1	Acido clorhídrico
6.2	Acido nítrico
6.3	Otros ácidos inorgánicos
6.4	Ácidos orgánicos
6.5	Soluciones salinas ácidas
6.6	Soluciones oxidantes
6.7	
6.8	
6.9	Descarga de soluciones ácidas
<b>7</b>	<b>ALCALIS</b>
7.0	Sosa cáustica
7.1	Agua amoniacal
7.2	Potasa cáustica
7.3	Lechada de cal
7.4	Otros líquidos inorgánicos alcalinos
7.5	Líquidos orgánicos alcalinos
7.6	
7.7	
7.8	
7.9	Descarga de soluciones alcalinas

NOTA 1. GLP en estado gaseoso se identifica con el color amarillo; en estado líquido con el color blanco. El número característico es en todo caso el 4.8.

(Continúa)



(Continuación de Tabla 3)

No.	CLASE DE FLUIDO
<b>8</b>	<b>LIQUIDOS COMBUSTIBLES</b>
8.0	} (ver nota 2)
8.1	
8.2	
8.3	
8.1	
8.5	Grasas y aceites no comestibles
8.6	Otros líquidos orgánicos y pastas
8.7	Nitroglícetina
8.8	Otros líquidos; también metales líquidos
8.9	Grasas y aceites comestibles
	Combustibles de descarga
<b>9</b>	<b>LIQUIDOS NO COMBUSTIBLES</b>
9.0	Alimentos y bebidas líquidas
9.1	Soluciones acuosas
9.2	Otras soluciones
9.3	Maceraciones acuosas (malla remojada)
9.4	Otras maceraciones
9.5	Gelatina (cola)
9.6	Emulsiones y pastas
9.7	Otros líquidos
9.8	
9.9	Descarga no combustible
<b>0</b>	<b>VACIO</b>
0.0	Vacío industrial -- de presión atmosférica a 600 Pa
0.1	Vacío técnico -- de 600 Pa a 0,133 Pa
0.2	Alto vacío -- inferior a 0,133 Pa
0.3	
0.4	
0.5	
0.6	
0.7	
0.8	
0.9	Ruptura de vacío

NOTA 2. Números característicos reservados para líquidos inflamables cuya clasificación se establece en la Norma INEN 1 076.

#### 4.4 Indicaciones adicionales

4.4.1 En caso pertinente, deberán identificarse, además, las siguientes características del fluido transportado o de las tuberías:

- a) presión en pascuales,
- b) temperatura en grados centígrados,
- c) otros parámetros propios del fluido (acidez, concentración, densidad, etc.),

(Continúa)

- d) radiactividad, mediante el símbolo normalizado (ver INE N 439),
- e) peligro biológico, mediante el símbolo normalizado (ver INI-N 439),
- f) otros riesgos, mediante símbolos y colores de seguridad normalizados, (inflamabilidad, baja altura de la tubería, toxicidad, etc.) (ver INEN 439).

4.5 Aplicación de indicaciones de código e indicaciones adicionales

4.5.1 La señalización de las indicaciones de código según 4.3 y de las indicaciones adicionales según 1.4 se efectuarán, según convenga, de acuerdo a una de las modalidades siguientes:

- a) sobre la tubería,
- b) sobre placas rectangulares o cuadradas adosadas a la tubería, normalizadas por el INEN o modificadas según figura 1. (Ver Norma INI-N 8.38)



FIGURA 1. - Rótulos para la identificación de fluidos.

4.5.2 Las indicaciones escritas sobre la tubería o sobre las placas deben ser claramente legibles en idioma español, pintadas en color de contraste sobre el color de identificación de la tubería.

4.5.3 Los caracteres escritos deben corresponder con los normalizados en el Código INEN 2, Código de Práctica para Dibujo Técnico Mecánico.

4.5.4 Las indicaciones sobre la tubería tendrán las alturas mínimas de acuerdo al diámetro del tubo, según se establece en la Tabla 4.

TABLA 4. - Tamaño de la escritura según el diámetro de la tubería (mm)

Diámetro de tubería (mm)	Hasta						más de
	30	60	80	130	160	240	
Altura de la escritura (mm)	12,5	20	25	40	50	63	100

4.5.5 El tamaño de los rótulos, tanto rectangulares como cuadrados, así como de la escritura que debe utilizarse en los mismos, se escogerá de modo que se cumpla la condición establecida en la Norma INEN 439.

4.5.6 Las indicaciones mediante símbolos de seguridad, en especial la indicación de radiación ionizante y la indicación de peligro biológico se aplicarán como sigue:

(Continúa)

- a) para tuberías de diámetro menor a 50 mm, solamente mediante placas que lleven la señal de seguridad,
- b) para tuberías con diámetro desde 50 mm en adelante, mediante placas que lleven la señal de seguridad o por aplicación directa de la señal sobre la tubería.

4.5.7 En todo caso, la señal de seguridad debe colocarse inmediatamente a la zona con el color de identificación y no debe interferir con otras indicaciones, ya sea en placas o sobre la tubería.

4.5.8 Los símbolos de seguridad pueden incluirse en las placas que llevan las indicaciones escritas, no debiendo interferir con éstas.

4.5.9 Las indicaciones mediante colores de seguridad se aplicarán de tal modo que no interfieran con otras indicaciones ni con el color de identificación (indicación de tuberías a baja altura, por ejemplo).

#### 4.6 Dirección de flujo

4.6.1 La dirección de flujo se indicará mediante flechas pintadas con uno de los colores de contraste sobre la tubería, cuando el color de identificación y las indicaciones han sido aplicados sobre la tubería. En caso de utilizarse placas, se indicará la dirección de flujo por modificación del rectángulo básico, según la figura 1.

4.6.2 Para sistemas de circuito cerrado se indicarán el flujo y retorno, mediante las palabras *Flujo* y *Retorno* o mediante las abreviaciones F y R, respectivamente.

4.7 Las tuberías destinadas a transportar agua, vapor u otros fluidos utilizados para la extinción de incendios, se identificarán en toda su longitud mediante el color rojo de seguridad, incluyendo accesorios y válvulas (ver INEN-139).

## APENDICE Z

### 1. NORMAS A CONSULTAR

- INEN 439 *Colores, señales y símbolos de seguridad.*
- INEN 838 *Agentes tensoactivos. Determinación del número abrasivo.*
- INEN 1 076 *Clasificación e identificación de sustancias peligrosas. Código de práctica para Dibujo Técnico Mecánico.*

### Z.2 BASES DE ESTUDIO

- SMS 741. *Markning av gas vatske och Ventilationsinstallationer.* Sveriges Standardiseringskommission. Estocolmo, 1975.
- BS 1710. *Identification of pipelines.* British Standards Institution. Londres, 1971
- IRAM 2507 *Colores de Seguridad para la identificación de cañerías y la demarcación de lugares de trabajo.* Gas del Estado - Buenos Aires - 1970.
- ISO R 508. *Identification color for pipes conveying fluids in liquid or gaseous condition in land installations and on board ships.* International Organization for Standardization. Ginebra, 1966.
- NORVEN 96-3 65. *Colores de identificación para tuberías que conduzcan fluidos.* Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, 1965.
- DIN 2403. *Kennzeichnung von Rohrleitungen nach dem Durchflussstoff.* Deutsches Institut für Normung. Berlin, 1965.
- ANSI A 13.1-1956. *Scheme for the identification of piping systems.* American National Standards Institute, Inc. Nueva York, 1956.

INEN

# INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

---

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 1 536:98

Segunda revisión

---

## PREVENCIÓN DE INCENDIOS. REQUISITOS DE SEGURIDAD EN PLANTAS DE ALMACENAMIENTO Y ENVASADO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP).

Primera Edición

FIRE PREVENTION. SAFETY REQUIREMENTS FOR STORAGE AND PACKING PLANTS OF LIQUEFIED PETROLEUM GAS (LPG).

First Edition

"ALMACÉN"

---

DESCRIPTORES: Seguridad, prevención, incendios, petróleo, gas licuado, almacenamiento, envasado, tanques.  
SG 03.06 411  
CDU: 614.84  
CIU: 3540  
ICS: 13.220

Norma Técnica  
Ecuatoriana  
Obligatoria

PREVENCIÓN DE INCENDIOS. REQUISITOS DE SEGURIDAD EN  
PLANTAS DE ALMACENAMIENTO Y ENVASADO DE GAS  
LICUADO DE PETRÓLEO (GLP).

NTE INEN  
1 536:98  
Segunda revisión  
1998-08

### 1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las plantas de almacenamiento y envasado de gas licuado de petróleo (GLP), con unidades de almacenamiento estacionarias, para salvaguardar la seguridad y reducir el riesgo de incendio y/o explosión.

### 2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica a todas las instalaciones de GLP, en tanques estacionarios de almacenamiento y/o plantas de envasado.

### 3. DEFINICIONES

3.1 Para los efectos de esta norma se adopta la siguiente definición:

3.1.1 *Área de peligro dentro de la planta.* Se considera como áreas de peligro: el patio de tanques, la sala de bombas y compresores, las estaciones para cargar y descargar el GLP y la plataforma de envasado, áreas de carga y descarga de cilindros y todas las instalaciones eléctricas del área.

### 4. REQUISITOS

#### 4.1 Requisitos específicos

4.1.1 Diseño y construcción de tanques de almacenamiento.

4.1.1.1 Los tanques empleados para almacenamiento de GLP deben fabricarse en conformidad con el código para recipientes a presión (ver nota 1). Los materiales, cálculo y diseño deberán estar de acuerdo con dicho código.

4.1.1.2 La presión de diseño que debe utilizarse no debe ser inferior a 1,25 veces el valor de la presión de vapor máxima del GLP a 38°C (ver NTE INEN G 76), pero, en ningún caso, debe diseñarse para presiones inferiores a 1,726 MPa (ver nota 2).

4.1.1.3 Los tanques de almacenamiento deben cumplir con las siguientes condiciones:

a) Los tanques deben diseñarse para ser auto-soportantes, sin requerir de cables tensores o soportes adicionales, tomando en cuenta para el diseño los esfuerzos que provengan del viento, fuerzas de origen sísmico y cargas hidrostáticas de ensayo.

b) La presión de diseño según 4.1.1.2 debe interpretarse como la presión en la parte más elevada del tanque, y debe tomarse en cuenta la presión adicional para secciones inferiores del tanque, debido al peso de la columna del líquido del producto.

NOTA 1. Utilícese el ASME Boiler and Pressure Vessel Code, hasta la promulgación del Código INEN para recipientes a presión.

NOTA 2. 1 MPa = 10,197 kgf/cm<sup>2</sup>

(Continúa)

DESCRIPTORES: Seguridad, prevención, incendios, petróleo, gas licuado, almacenamiento, envasado, tanques.

- c) La carga del viento se basará en el área de proyección vertical del tanque.
- d) El diseño sismo-resistente se efectuará de acuerdo al Código Ecuatoriano de la Construcción, donde fuere aplicable.
- e) En lo aplicable, lo establecido en las diversas leyes y reglamentos vigentes que trate sobre el tema.

**4.1.2 Marcado de los tanques**

4.1.2.1 Cada tanque debe marcarse en forma indeleble, legible y permanente, con la siguiente información:

- a) capacidad en  $m^3$ ,
- b) presión para la cual está diseñado, en MPa,
- c) Brea total de la superficie exterior del tanque en  $m^2$ ,
- d) espesor mínimo de la plancha del cuerpo y del casquete, en mm,
- e) norma de especificación del material del cuerpo y del casquete,
- f) norma técnica de construcción,
- g) fecha de construcción (año y mes),
- h) nombre o razón social del constructor,
- i) presión de prueba hidráulica,
- j) tara del tanque.

**4.1.3 Instalación de tanques sobre el nivel del terreno**

**4.1.3.1 Localización.**

- a) Los tanques deben localizarse de acuerdo a las tablas 1, 2 y 3.
- b) Las plantas de almacenamiento y crvasndo de GLP deben localizarse fuera de los límites urbanos de ciudades y poblaciones, y las distancias a los linderos próximos se mantendrán como establece la tabla 1, observando además las disposiciones de las autoridades competentes en el lugar de instalación (ver anexo A).
- c) Si las distancias mínimas establecidas en la tabla 1 no se pudiesen mantener para tanques de capacidad mayor a  $7,5 m^3$  por razones operativas de la planta, dichas distancias se podrán reducir a la mitad, pero debe proveerse de separación, mediante paredes cortafuego de altura mínima de 1.9 m herméticas al GLP. Las aberturas que se dispongan en dichas paredes, para comunicar las áreas adyacentes, deben proveerse de puertas cortafuego clasificadas para 3 horas de resistencia al fuego, que cumplan con los requisitos de la N T E I I E N 754.
- d) Respecto a distancias mínimas, desde el área de almacenamiento de GLP a las instalaciones internas, a más de lo establecido en la tabla 2, se aplicarán también las siguientes restricciones:
  - d. 1) La distancia mínima a materiales combustibles sólidos, sueltos o apilados así como a paja, hierba alta o material vegetal combustible, debe ser de 3 m.
  - d.2) La distancia mínima hacia tanques de combustibles líquidos que se encuentren separados del área de almacenamiento de GLP, mediante diques o áreas amuralladas (de resistencia al fuego de una hora), sor,? do 3 metros hasta el eje del dique o pared de separación.
  - d.3) La distarrcia horizontal mínima entro tanques de GLP (Área de almacenamiento) sobre el terreno, y tanques superficiales que contienen líquidos inflamables (punto de inflamación menor a  $94^{\circ}C$ ) debe ser de 6 m. Esta restricción no se aplica a tanques de GLP (o almacenamiento total) menores a  $0,5 m^3$ , instalados junto a tanques de suministro de petróleo o aceites pesados de capacidad total menor a  $2,5 m^3$ .

(Continúa)

d.4) De existir eventualmente almacenamiento de oxígeno o hidrógeno, se aplicarán distancias mínimas de la tabla 3. Las instalaciones deben ser previamente aprobadas por las autoridades competentes.

#### 4.1.3.2 Instalación

- a) Cada tanque se instalará sobre una base resistente a la carga consistente en el peso del tanque y el correspondiente a la presión máxima de la capacidad total de agua. La base se construirá en conformidad con las NTE INEN pertinentes y con el Código Ecuatoriano de la Construcción.
- b) Los soportes para los tanques serán de hormigón armado o de acero; las estructuras de acero deben protegerse contra el fuego con otros materiales que den una resistencia a la temperatura mínima de dos horas.
- c) Los tanques horizontales deben instalarse sobre soportes (montura) de manera que estos permitan la expansión y contracción del tanque y de las tuberías que se instalen para servicio de éste. Deben usarse en todo caso sólo dos soportes.
- d) Se deben proveer medios adecuados para evitar la corrosión de las partes del tanque en contacto con los soportes o con la base.

#### 4.1.4 Instalación de tanques subterráneos

##### 4.1.4.1 Localización

- a) Los tanques enterrados (total o parcialmente) de cualquier capacidad deben localizarse fuera de las edificaciones.
- b) Sobre los tanques enterrados no deben construirse edificaciones, carreteras, callas ni vías de acceso para vehículos.
- c) Los tanques deben localizarse de acuerdo a las tablas 1, 2 y 3.
- d) Si las distancias mínimas establecidas en la tabla no se pudiesen mantener por razones operativas de la planta, dichas distancias se podrán reducir a la mitad, siempre y cuando se protejan de manera adecuada las edificaciones, instalaciones o tanques exteriores contra el ingreso de GLP, mediante paredes con tapabombas herméticas u otros medios aprobados por el Cuerpo de Bomberos y la autoridad competente.

e) El piso alrededor del tanque debe mantenerse libre de materiales combustibles (incluso hierba alta), en una distancia mínima de 8 m desde la periferia del tanque.

f) Los tanques conectados a sistemas de tuberías de GLP de abastecimiento múltiple deben instalarse de modo que el nivel máximo de llenado de todos los tanques conectados presente el mismo plano. Esto reduce la posibilidad de sobrellenar tanques situados a menor nivel.

##### 4.1.4.2 Instalación

- a) Los tanques enterrados deben instalarse de modo que la parte superior esté por lo menos a 300 mm debajo del terreno adyacente. Los parcialmente enterrados deben tener por lo menos 300 mm de la parte superior libre, para proveer drenaje suficiente sin deterioro.
- b) Las tomas del tanque no deben quedar cubiertas. De estar localizadas bajo el nivel del suelo, deben tener fácil acceso. Ninguna otra parte del tanque debe quedar expuesta.
- c) Los tanques deben asentarse sobre una base firme (se acepta suelo firme), rodeados de tierra o arena firmemente apisonada. Este relleno debe estar libre de rocas y otros materiales abrasivos. Se debe asegurar que no se produzcan inclinaciones ni rotaciones del tanque una vez cargado.



- d) Los tanques deben protegerse de la corrosión, de ser necesario mediante protección catódica.
- e) Se prohíbe las conexiones al fondo del tanque. Todas las conexiones deben hacerse en la toma principal o en la parte superior del mismo.
- f) El tanque debe estar anclado al suelo, de modo apropiado para protección contra eventuales inundaciones que podrían resultar en flotación del mismo, para lo cual debe proveerse el drenaje suficiente.
- g) Los dispositivos de servicio del tanque, como bombas, equipo de Carga o descarga, válvulas, etc., deben ser a prueba de explosión, protegidos mediante un cerramiento de malla de alambre o equivalente, de altura no menor a 1,8 m. Debe haber por lo menos dos puertas de emergencia para el área encerrada. Puede omitirse el cerramiento, si los dispositivos son de construcción blindada con posibilidad de controlar su operación mediante cerraduras.

#### 4.1.5 Tanques reinstalados

4.1.6.1 Los tanques (enterrados o sobre el terreno) que hayan estado fuera de servicio por más de un año, deben someterse a una inspección del INEN o por una entidad autorizada por el INEN, de acuerdo con los requisitos de inspección establecidos en la NIE INEN respectiva.

#### 4.1.6 Instalaciones de carga y descarga

4.1.6.1 Los puntos de conexión para Carga y descarga de los tanques deben situarse de modo que se cumpla lo establecido en la tabla 2.

4.1.6.2 Los tubos de llenado (boca tornas) no deben estar en el interior de edificios. Las distancias del punto de conexión al tanque y a otras instalaciones se guían por lo establecido en la tabla 2.

4.1.6.3 Las operaciones de trasvase se efectuarán en conformidad con la NIE INEN 1 637.

#### 4.1.7 Instalaciones de conducción y control de gas

4.1.7.1 Las tuberías, accesorios, válvulas, bombas y demás equipos que se requieren en el área de almacenamiento de GPL para la operación de los tanques o con cualquier otra finalidad, deben cumplir los requisitos de seguridad establecidos en la Norma NFPA 58, hasta cuando el INEN expida la norma nacional correspondiente.

#### 4.1.6 Instalaciones eléctricas y de iluminación

4.1.8.1 Las instalaciones de conducción eléctrica y las de iluminación, así como los motores generadores, transformadores y demás equipo eléctrico, deben cumplir con los requisitos establecidos en la Norma NFPA 58, hasta cuando el INEN expida la norma nacional correspondiente.

4.1.8.2 Todas las instalaciones de conducción eléctrica y de control de la planta, oficinas guardianías, alumbrado, etc., deben ser antichispa y antiexplosión, de acuerdo con las normas de seguridad de IEC para GLP, hasta que se cuente con normas ecuatorianas.

**TABLA 1. Distancias mínimas desde el área útil de almacenamiento de GLP a zonas externas de la planta (m).**

Capacidad total almacenada (m <sup>3</sup> )	TANQUES SOBRE EL TERRENO				TANQUES ENTERRADOS* a edificaciones próximas
	a edificaciones próximas	a calles, carreteras y vías férreas	a lugares de concentración pública	a subestaciones de energía eléctrica	
hasta 100	30	30	45	100	15
sobre 100 a 260	50	40	60	150	15
sobre 260 a 500	90	80	120	150	15
sobre 500 a 2 000	130	120	180	150	15
más de 2 000	150	140	210	150	15

\* Para tanques enterrados no se establecen distancias mínimas a otras instalaciones externas, pero deben ser determinadas por las autoridades competentes en cada caso particular.

**TABLA 2. Distancias mínimas desde el área útil de almacenamiento de GLP a otras áreas de la planta (m).**

Capacidad total almacenada (m <sup>3</sup> )	Distancia mínima entre tanques adyacentes	TANQUES SOBRE EL TERRENO						Caminos Internos	TANQUES ENTERRADOS - Distancias mínimas entre tanques conéguos***	FRAC. (CARGA D.F.R.C. A cada 100 bombas Área de envasado)
		A surtidores de GLP	A oficinas propias**	A sala de bombas y compresores						
hasta 100	1	10	15	10	25	15	R	1	6	
sobre 100 a 260	*	15	18	20	30	20	10	3	8	
sobre 260 a 500	*	15	20	20	30	20	10	3	10	
sobre 500 a 2000	*	20	25	30	30	25	15	3	12	
más de 2 000	*	25	30	30	35	30	15	3	15	

\* 0,25 veces la suma de los diámetros de tanques adyacentes.

\*\* Con instalaciones eléctricas contra explosión, obligatorias.

\*\*\* Para tanques enterrados no se establecen distancias mínimas a otras instalaciones externas, pero deben ser determinadas por las autoridades competentes en cada caso particular.

**1 AULA 3. Distancias mínimas del Área de almacenamiento de GLP a tanques de oxígeno o hidrógeno (m).**

Capacidad total almacenada (m <sup>3</sup> )	A tanques de oxígeno de capacidad hasta			A tanques de hidrógeno de capacidad hasta		
	11 m <sup>3</sup>	11 a 570 m <sup>3</sup>	más de 570 m <sup>3</sup>	11 m <sup>3</sup>	11 m <sup>3</sup> a 85 m <sup>3</sup>	más de 85 m <sup>3</sup>
hasta 4,5	ninguna	6	7,5			
más de 4,5	ninguna	6	15			
hasta 2				ninguna	3	7,5
más de 2				ninguna	7,5	15

(Continúa)

**4. 1. 9 Prevención de incendios**

**4. i .9.1 Fuentes de ignición**

- a) NO Se debe permitir llamas abiertas y otras fuentes de ignición en toda el área de peligro de la planta.
- b) Todas las plantas de almacenamiento y envasado de GLP requieren de pararrayos, ubicados de conformidad con los planos de construcción debidamente aprobados.
- c) Para prevenir la corrosión electrofítica, debe procederse a proveer a las instalaciones de la protección necesaria.
- d) Dentro de las áreas de peligro no deben permitirse las llamas abiertas, inclusive las operaciones de corte y soldadura, herramientas eléctricas portátiles y extensiones eléctricas capaces de producir chispas, a menos que los dispositivos hayan sido totalmente drenados de GLP y bajo condiciones controladas, con servicio para extinción de incendios a mano.
- e) Debe establecerse la prohibición de fumar, y la señalización adecuada se colocará en las entradas a cada área en particular, con señales y rótulos en conformidad con la N I E INEN 439.

**4. 1 .9.2 Equipo contra incendios**

- a) Para prevenir y combatir posibles flagelos, los lugares de almacenamiento y de envasado de GLP contarán con sistemas de agua a presión por red y anhídrido carbónico como agente ignífugo.
- b) Debe instalarse un número suficiente de hidrantes para combatir, desde cualquier ángulo, un eventual incendio.
- c) Las bombas de agua contra incendio contarán con dos fuentes independientes de alimentación de energía.
- d) La reserva mínima de agua destinada a combatir un posible flagelo, siempre que no haya alimentación externa, debe ajustarse a la tabla 4.
- e) Las tomas de agua deben reunir las siguientes características:
  - e. 1) Estar ubicadas a una distancia no mayor de 50 m una de otra, de tal forma que cubran con los chorros de sus mangueras el área de almacenamiento y/o envasado.

**TABLA 4. Reserva mínima de agua para incendios**

Capacidad de los tanques de GLP ( m <sup>3</sup> )		Reserva de agua ( m <sup>3</sup> )
de	hasta	
	100	25
101	200	100
201	300	200
301	500	250
501	700	300
701	900	350
901	1 100	400
1 101	1 300	450
1 301	1 500	500
1 501	2 000	600

(Continúa)

- e.2) Estar provistas de mangueras cuya longitud son de 10 a 20 m, equipadas convenientemente para su correcto funcionamiento en el momento que se requiera. Las mangueras estarán ubicadas en su cubículo correspondiente.
- f) Cada instalación debe planificarse aisladamente; los planos de la instalación contra incendios se confeccionarán de acuerdo a la NTE INEN 1469.
- g) Las tomas de agua para hidrantes, extintores y otros equipos de lucha contra incendios, deben señalarse de acuerdo a la NTE INEN 1470, así como las vías de escape en caso de emergencia, de acuerdo a la NTE INEN 439.
- h) Además, se debe disponer de extintores portátiles o montados sobre ruedas del tipo de polvo químico, localizados en lugares de fácil acceso.
- i) Es conveniente utilizar aislamiento resistente para recubrir el metal de los tanques contra el fuego.
- j) Las empresas que almacenan GLP debe contar con un plan de emergencia (contingencia).
- k) Las instalaciones que almacenen GLP deben disponer de una brigada de emergencia contra incendios, que puede estar formada por personal de la misma planta. La organización, entrenamiento, magnitud y equipo de dicha brigada deben establecerse conforme a las instrucciones impartidas por el Cuerpo de Bomberos local. Las brigadas deben efectuar prácticas por lo menos una vez al mes.
- l) Se debe disponer en cada planta de un programa de mantenimiento preventivo para todos los equipos y para los tanques, que debe observarse rigurosamente sobre todo en cuanto se refiere a fugas de GLP líquido o gaseoso. El programa de mantenimiento debe estar a cargo de personal calificado.
- m) De acuerdo al tipo de instalación deben llevarse a cabo las inspecciones necesarias para prevenir explosiones, por parte de la autoridad competente.
- n) Además, las instalaciones de tuberías y accesorios deben cumplir los requisitos de la Norma NFPA 58, hasta cuando el INEN expida la norma nacional correspondiente.

**ANEXO A****PROCEDIMIENTO PARA UBICAR LAS PLANTAS DE ALMACENAMIENTO Y ENVASADO DE GLP****A. 1 Generalidades**

**A.1 .1** Para la ubicación de las plantas de almacenamiento y envasado de GLP, deben cumplirse los requisitos de distancias de seguridad establecidos en las tablas 1, 2 y 3.

**A . 2 Procedimiento**

**A.Z.1** Para decidir acerca de la ubicación de las plantas de GLP, el proyecto debe ponerse a consideración de las autoridades, según el procedimiento siguiente:

- a) Previamente a cualquier gestión formal de diseño de construcciones e instalaciones, el interesado (persona natural o jurídica) solicitará a la Autoridad de control correspondiente un informe preliminar por el que se o apruebe en principio la instalación de la planta y se especifiquen las condiciones de instalación.
- b) Una vez obtenido el dictamen favorable de la Autoridad de control, el interesado debe elaborar y presentar los planos de las construcciones e instalaciones correspondientes, aprobados por las autoridades competentes y acompañados de las especificaciones de rigor, para su aprobación oficial de acuerdo con la Ley y reglamentos pertinentes.
- c) La construcción de la planta, sin perjuicio de la supervisión por parte de la Autoridad de control, debe ser supervisada por las autoridades competentes.
- d) Una vez terminadas las obras de construcción e instalación, la Autoridad de control autorizará el funcionamiento de la planta, verificando el cumplimiento de los requisitos establecidos.
- e) La Autoridad de control realizará controles periódicos del funcionamiento de las plantas, para verificar que éste se efectúe en las condiciones de seguridad y operación aprobadas.
- f) A parte de las disposiciones anotadas en esta norma, las plantas de almacenamiento y envasado de GLP deben cumplir todas las disposiciones reglamentarias expedidas por la Autoridad de control al respecto.

## APÉNDICE Z

## Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 439:1984	<i>Colores, señales y símbolos de seguridad.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 676:1982	<i>Gas licuado de petróleo. Determinación de la presión de vapor.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 754:1987	<i>Prevención de incendios. Puertas cortafuego. Requisitos generales.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 469	<i>Símbolos para planos de detección, alarma y extinción de incendios.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 470	<i>Señales y símbolos para uso en la prevención y extinción de incendios.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 537:1987	<i>Prevención de incendios. Requisitos de seguridad para operaciones de trasvase de gas licuado de petróleo (GLP).</i>
ASME Boiler & Pressure vessel code:1995	<i>Section VIII. Division 1. Rules for construction of pressure vessels.</i>

## Z.2 BASES DE ESTUDIO

National standard NFPA 59 I.P. Gases at utility gas plants. National Fire Protection Association Inc. Quincy - MA. U.S.A. 1995.

National standard NFPA 58 Storage and handling of liquefied petroleum gases. National Fire Protection Association. Inc - Quincy MA. U.S.A. 1995.

Norma CEPE SI 006. Distancias mínimas de seguridad que deben contemplarse en la construcción de sistemas de almacenamiento, transporte y procesamiento de hidrocarburos, Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana. Quito, 1992.

Norma  
Ecuatoriana  
Obligatoria

PREVENCIÓN DE INCENDIOS. REQUISITOS  
DE SEGURIDAD PARA OPERACIONES DE TRASVASE  
DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP).

INEN 1537  
1987-05

## 1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos de seguridad para reducir el riesgo de incendio y/o explosión, en las operaciones de trasvase de gas licuado de petróleo.

## 2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica a transferencia de gas licuado de petróleo de un recipiente a otro, cuando esta operación implica hacer conexiones y desconexiones en el sistema de trasvase.

2.2 Esta norma no se aplica al trasvase de GLP a vehículos que utilizan este gas como combustible propulsor.

## 3. SIMBOLOGIA

3.1 En esta norma significa:

- $I_{Mmax}$  -- Índice gravimétrico de llenado.  
 $I_{Vmax}$  -- Índice volumétrico de llenado.  
 $\delta_g$  -- Densidad relativa del gas licuado a 15,6°C.  
 $F$  -- Factor de corrección del volumen a 15,6°C para temperatura (t).

3.2 Otros símbolos se aclaran en el texto de la norma.

## 4. REQUISITOS

4.1 Medidas de seguridad en las operaciones de trasvase

### 4.1.1 Personal involucrado

4.1.1.1 El personal que ejecuta las operaciones de trasvasado de GLP, así como el personal de los transportistas de autotanques de GLP debe estar calificado para estas tareas específicas y deberá tener conocimientos:

- a) Sobre los equipos y su manejo,
- b) Sobre las propiedades del GLP,

(Continúa)

- c) Sobre prevención de incendios,
- d) Sobre extinción de incendios en fase inicial,
- e) Sobre medidas de seguridad y primeros auxilios.

4.1.1.2 Al efectuarse el trasvase, por lo menos un operario calificado deberá permanecer constantemente vigilando la operación, desde el momento en que se hace la conexión, hasta que la transferencia se haya completado, cerrado las válvulas, y desconectado las mangueras o tuberías.

4.1.1.3 Se deberá tener especial precaución, al trasvasar GLP, de asegurarse que el gas corresponde al sistema y recipientes apropiados, y que éstos hayan sido debidamente autorizados por la autoridad competente.

#### 4.1.2 Recipientes que deben llenarse

4.1.2.1 Los recipientes se llenarán por primera vez, luego de someterlos a un proceso de mantenimiento correctivo solamente después de verificar que cumplen con los requisitos de diseño, fabricación, marcado, recertificación e inertización pertinentes.

4.1.2.2 Para los cilindros de acero o de aluminio destinados a GLP para uso doméstico, son aplicables las normas INEN 111, INEN 201 e INLN 327.

4.1.2.3 Otros recipientes estacionarios o portátiles y sus accesorios para GLP, deberán cumplir con las normas respectivas en cada caso particular, y su uso deberá estar certificado por el INEN y autorizado por la DNII.

4.1.2.4 Los recipientes autorizados para usar una sola vez, o aquellos que lleven la marca "recipiente desechable", no deben llenarse por segunda vez con GLP (ver nota 1). En caso de presentar dichos recipientes al envasador para reposición de la carga de gas, éste deberá retenerlos para su destrucción, mediante aplastamiento.

#### 4.1.3 Operación de sistemas de trasvase

4.1.3.1 La transferencia de GLP puede llevarse a cabo por diferencia de presiones, por gravedad o por el uso de bombas o compresores.

4.1.3.2 Los equipos utilizados, tales como bombas, compresores, tuberías, válvulas, mangueras, etc., deberán ser apropiados para servicios de GLP. La idoneidad de los componentes y dispositivos será demostrada por los responsables de la instalación, (conformidad con normas), (ver nota 2).

---

NOTA 1. Este tipo de recipiente no está normalizado por el INEN, y corresponde a regulaciones extranjeras, según las cuales los recipientes destinados a usarse una sola vez, llevarán las marcas "single trip", "non-refillable", o "disposable" (un viaje no reenvasable - desechable).

NOTA 7. Hasta la emisión de la Norma INEN, utilizar NFPA 58.

(Continúa)



4.1.3.3 Las mangueras equipadas con válvulas de cierre en el extremo de descarga (de modo que la manguera contenga normalmente líquido), deben protegerse contra excesos de presión hidrostática, mediante el uso de válvulas de alivio normalizadas (ver nota 3).

4.1.3.4 En instalaciones estacionarias de recipientes unitarios de capacidad igual o mayor a  $15 \text{ m}^3$ , o instalaciones de recipientes múltiples con capacidad total igual o mayor a  $15 \text{ m}^3$ , que utilicen una línea común de distribución y trasvase, se debe cumplir con los requisitos siguientes:

- a) Cuando se utilizan mangueras o tubos del tipo giratorio, de diámetro 38 mm o más para la transferencia del líquido, o cuando se usa manguera para vapor de diámetro 30 mm o más (excluyendo conectores flexibles en tales líneas de líquido o vapor), debe instalarse una válvula de cierre de emergencia en la tubería fija del sistema de trasvase, dentro de los seis metros contiguos al punto de conexión de la manguera o tubo giratorio (ver nota 3). Cuando el flujo se efectúa sólo en una dirección, se puede instalar una válvula de retención (check) en lugar de la válvula de emergencia, siempre que aquella se instale en la tubería fija (ya sea dentro de la manguera o del tubo giratorio). La válvula check debe tener el asiento de metal a metal, o un asiento primario de material resiliente, con asiento secundario de metal, no pivotado sobre materiales combustibles. Cuando una línea de gas licuado de petróleo, en estado líquido o gaseoso, tiene dos o más mangueras o tubos giratorios de los tamaños indicados, debe instalarse en cada brazo de tubería, ya sea una válvula de cierre de emergencia o una válvula de retención. Las válvulas de cierre de emergencia deben instalarse de modo que el elemento sensible a la temperatura dentro de la válvula (o cualquier elemento suplementario sensible a la temperatura) reaccione a máximo  $105^\circ\text{C}$ , y esté conectado, para accionar la válvula a máximo 1,5 m del extremo de la manguera o tubo giratorio que conecta al tubo donde se ha instalado la válvula.
- b) Las válvulas de retención o de emergencia especificadas arriba, deben instalarse en el sistema de trasvase, de modo que cualquier rotura resultante de esfuerzos mecánicos ocurra en la manguera o tubo giratorio, dejando la válvula intacta. Esto se puede conseguir por medio de anclajes de concreto o equivalentes, o por la utilización de accesorios diseñados para resistirse ante esfuerzos determinados.

4.1.5.3 Cuando se utiliza una manguera o tubo giratorio para cargar o descargar GLP de vagones cisterna de ferrocarril o autotanques, se debe instalar una válvula de cierre rápido en el extremo de la manguera o tubo giratorio que conecta al vagón cisterna o autotanque de GLP.

4.1.5.4 No deben usarse mangueras de trasvase de diámetro inferior menor a 12 mm, para hacer conexiones a recipientes individuales que se llenen con GLP en interiores de edificaciones.

4.1.5.5 Durante el tiempo en que los vehículos cisterna se hallen acoplados al sistema de trasvase, deberá observarse lo siguiente:

- a) se colocará rotulos con la siguiente advertencia a ambos extremos del vehículo:

ALTO TANQUERO CONECTADO

Los rótulos serán de color rojo de seguridad (ver INEN 439) con letras blancas de altura no menor a 150 mm (ver también la Norma INEN 878).

- b) El conductor está obligado a permanecer, en todo momento, junto al auto tanque, sujeto a las disposiciones de seguridad exigidas por las plantas en donde se efectúen estas operaciones. Además, deberá colaborar con el operador de la planta, en cuanto fuere menester, durante las operaciones de carga y descarga de GLP.
- c) Las vías de acceso a los lugares de carga o descarga de GLP deberán estar libres de obstáculos, de manera que permitan la fácil maniobrabilidad de los auto - tanques.
- d) Tanto los auto - tanques, como otro tipo de vehículos llevarán el correspondiente arrestallamas.
- e) No se permitirá la presencia de personas ajenas a la operación.
- f) No deberá encenderse fuego o efectuar trabajos que pudieren producir chispas.
- g) En las operaciones nocturnas se utilizarán linternas de seguridad, a falta de iluminación adecuada, a prueba de explosión.
- h) Deberán observarse además las medidas y disposiciones de seguridad propios de cada planta.

#### 4.2 Lugar de trasvase

4.2.1 *Generalidades.* El GLP debe trasvasarse a los recipientes, incluyendo aquellos montados en vehículos, sólo al aire libre, o dentro de estructuras diseñadas especialmente para este propósito:

- a) La estructura de la edificación deberá cumplir con los requisitos establecidos en la Norma INEN 1534.
- b) No se permite efectuar operaciones de trasvase sobre techos o terrazas.

#### 4.2.2 *Recipientes en instalaciones estacionarias*

4.2.2.1 Los recipientes colocados en exteriores en instalaciones estacionarias y equipados con accesorios para carga en el mismo recipiente (o inmediatamente adyacentes), pueden llenarse en el sitio donde se hallan instalados, siempre y cuando el vehículo que se utiliza para llevar el GLP, cumpla con los requisitos de la Norma INEN 1533.

4.2.2.2 Si la operación de trasvase se efectúa en el recipiente (o inmediatamente junto a él), deberá situarse el sitio de conexión de acuerdo al numeral 4.2.3.

### 4.2.3 Recipientes en instalaciones no estacionarias

4.2.3.1 A continuación se establecen los requisitos para el trasvase en recipientes portátiles, que no son parte de una instalación estacionaria, incluyéndose recipientes montados en vehículos (también los instalados en vehículos recreacionales), así como en equipos industriales y agrícolas.

4.2.3.2 El punto de trasvase, o cualquier parte de la instalación o de la estructura que aloja las operaciones de trasvase, deberá estar situado de acuerdo a la Tabla I, respecto a varios tipos de edificaciones, lugares habitados o frecuentados por el público.

TABLA I. Distancia entre el punto de trasvase y otros lugares

Lugar No.	DESCRIPCION	DISTANCIA MINIMA HORIZONTAL (M)
1	Edificios y lugares habitados con paredes con fuego (ver nota 4)	3
2	Edificios y lugares habitados sin paredes con fuego (ver nota 5)	10
3	Aberturas de edificios al mismo o a inferior nivel que el punto de trasvase	10
4	Lindero de predios adyacentes que pueden edificarse	10
5	Lugares de reunión pública, tales como plazas, campos deportivos, parques, etc.	10
6	Vías públicas con peatones	15
7	Carreteras y vías sin peatones	3
8	Carreteras en general	10
9	Recipientes distintos del que se llena (ver nota 5)	3

4.2.3.3 Si el GLP fuese ventilado a la atmósfera bajo las condiciones controladas que se especifican en el numeral 5.3 las distancias de la Tabla I deben duplicarse.

4.2.3.4 Si el punto de trasvase se aloja dentro de una estructura que cumpla con los requisitos del Anexo A.3 de la Norma INEN 1 534, las distancias de la Tabla I se pueden reducir en un 30%.

NOTA 4. Se incluyen como lugares habitados, las casas rodantes, remolques, vehículos recreacionales, casas desarmables, casetas, garitas, guardianías, barracas de construcción, lugares de acampar, etc.

NOTA 5. No se aplica a conexiones del tanque de almacenaje o unidades de entrega de capacidad 7,6 m<sup>3</sup> o menos, cuando se usan para llenar recipientes que no están en vehículos.

(Continúa)

#### 4.2.4 Vehículos cisterna

4.2.4.1 Los vehículos cisterna que descargan GLP en recipientes de almacenamiento, deben estar por lo menos a 3 m del recipiente, y parqueados de manera que las válvulas de cierre del vehículo y del recipiente, estén rápida y fácilmente accesibles al personal.

#### 4.3 Ventilación de GLP a la atmósfera

##### 4.3.1 Generalidades

4.3.1.1 El gas licuado de petróleo no debe ventilarse a la atmósfera excepto en los casos siguientes:

- a) Medición del nivel del líquido, de requerirse ventilación de vapores en el instrumento de medida.
- b) Ventilación de GLP entre válvulas de cierre, antes de desacoplar la conexión para trasvase del líquido y/o vapor. De requerirse, deberán instalarse válvulas de purga o drenaje.
- c) El GLP se ventilará en los casos anteriores, sólo dentro de los locales diseñados según se establece en 4.2.1.b.
- d) Ventilación del vapor de bombas para GLP, que utilice en talgas de ventilación como fuente de energía.

##### 4.4.2 Purga

4.4.2.1 La ventilación del gas de un recipiente, para purgalo, debe ejecutarse como sigue:

4.4.2.2 En interiores, los recipientes deben ventilarse solamente dentro de locales que cumplan con lo establecido en la Norma INEN 1534, con los siguientes requisitos adicionales:

- a) Debe proveerse de tuberías para llevar los productos de ventilación al exterior y a un sitio localizado por lo menos a un metro sobre el nivel más alto de las edificaciones aledañas, con un radio de 10 m.
- b) Debe ventilarse a la atmósfera sólo vapor, no líquido.
- c) Si se utilizan tuberías múltiples de ventilación, para purgar varios recipientes a la vez, cada conexión al múltiple debe equiparse con una válvula de retención.

4.4.2.3 En exteriores, la ventilación de los recipientes debe ejecutarse en condiciones que favorezcan la rápida dispersión de los productos. Debe tomarse en cuenta factores como: la distancia a edificaciones, terreno, dirección y velocidad del viento y la consideración de posibles fuentes de ignición, que no deben ser alcanzadas por productos de ventilación en concentraciones dentro del rango de inflamabilidad.

4.4.2.4 Si las condiciones son tales que la ventilación para purga no se puede efectuar hacia la atmósfera en condiciones seguras, se podrá quemar el GLP de purga, bajo condiciones controladas y precauciones para evitar incendios, y exclusivamente por personal especializado.

4.4.2.5 La purga queda prohibida en lugares donde el GLP implique contaminación ambiental, ya sea por sí solo o por combinación o mezcla con otras sustancias, resultando nocivo para humanos, animales y vegetación.

4.4.3 Ventilación de emergencia

4.4.3.1 La ventilación de GLP a la atmósfera se justifica en emergencias, para evitar desastres mayores, pero deberá efectuarla sólo personal calificado, que conozca el equipo y las propiedades del gas. Deberán tomarse todas las precauciones necesarias y posibles durante la emergencia, para contrarrestar incendios y evitar que se produzcan fuentes de ignición.

4.5 Máxima cantidad de gas permitida en recipientes de GLP

4.5.1 Índice gravimétrico de llenado

4.5.1.1 Para establecer la máxima cantidad de gas permitida en recipientes de GLP, se define el índice gravimétrico de llenado ( $I_{Mf}$ ) que es la relación de la masa de GLP contenida en un recipiente, a la masa de agua a 15,6 °C que el recipiente puede contener, expresada porcentualmente.

4.5.1.2 La Tabla 2 establece los valores máximos permitidos para el índice gravimétrico, dependiendo de la densidad relativa del gas licuado a 15,6 °C ( $\delta_g$ ), de la ubicación del recipiente (sobre o bajo el terreno) y de la capacidad del mismo.

Tabla 2. Valores máximos permitidos para el índice gravimétrico de llenado ( $I_{Mmax}$ )

Densidad relativa del gas licuado a 15,6 °C ( $\delta_g$ )		$I_{Mmax}$ (%)		
		Recipientes en la atmósfera capacidad (m <sup>3</sup> )		Recipientes subterráneos de cualquier capacidad
		hasta 4,5	más de 4,5	
0,496	0,503	41	44	45
hasta	0,510	42	45	46
hasta	0,519	43	46	47
hasta	0,527	44	47	48
hasta	0,536	45	48	49
hasta	0,544	46	49	50
hasta	0,552	47	50	51
hasta	0,560	48	51	52
hasta	0,568	49	52	53
hasta	0,576	50	53	54
hasta	0,584	51	54	55
hasta	0,592	52	55	56
hasta	0,600	53	56	57

(Continúa)

#### 4.5.2 *Índice volumétrico de llenado*

4.5.2.1 Análogamente a 1.5. 1. 1, para establecer la máxima cantidad de gas permitida en recipientes de GLP, mediante determinación volumétrica, se define el *índice volumétrico de llenado* ( $I_v$ ), que es la relación del volumen que ocupa dentro del recipiente el gas licuado de a 15,6° C (o corregido a otras temperaturas) al volumen total recipiente, expresada porcentualmente.

4.5.2.2 Las Tablas 3, 4 y 5, establecen los valores máximos permitidos del índice volumétrico de llenado ( $I_{vmax}$ ) para recipientes sobre el nivel del terreno con capacidad de agua de 0 a 4,5 m<sup>3</sup>; de 4,5 m<sup>3</sup> o más; y recipientes enterrados de cualquier capacidad, respectivamente. Cada una de las Tablas establece el índice ( $I_{vmax}$ ) en función de la temperatura del líquido (gas licuado) y de la densidad relativa del mismo.

4.5.2.3 Las cantidades de gas licuado establecidas en las Tablas 3, 4 y 5, son equivalentes a las prescritas en la Tabla 2 (ver Apéndice A), de modo que determinaciones gravimétricas o volumétricas efectuadas sobre una misma cantidad de gas licuado, son equivalentes.

#### 4.5.3 *Verificación de la cantidad de gas almacenada en recipientes de GLP*

4.5.3.1 El contenido de GLP, dentro de los recipientes, puede comprobarse por dos métodos: verificación de la masa (peso) o del volumen de gas licuado.

4.5.3.2 La verificación de la masa se efectuará con dispositivos y procedimientos aprobados por el INEN para cada instalación en particular, y se aplicará, de ser practicable, a cualquier tipo de recipiente, de cualquier volumen. De referencia, se usará este método, para recipientes de capacidad inferior o igual a 90 kg de agua. Con este método se determina el índice gravimétrico de llenado, que debe ser inferior al valor máximo permitido para dicho índice ( $I_{Mmax}$ ).

4.5.3.3 La verificación volumétrica se aplicará para recipientes de capacidad mayor a 90 kg de agua, los mismos que estarán diseñados y equipados debidamente para la medición del volumen del líquido almacenado. La determinación volumétrica del contenido se aplica en general a recipientes estacionarios sobre o bajo el nivel del terreno y a los recipientes de los autotanques, así como los buques cisterna. Con este método, se determina el índice volumétrico de llenado, que debe ser inferior al valor máximo permitido para dicho índice ( $I_{vmax}$ ).

4.5.3.4 Dependiendo del tipo de instrumentación de que disponga el recipiente, se prescribe el valor máximo del índice volumétrico ( $I_{vmax}$ ) de acuerdo a lo siguiente:

- a) Para recipientes equipados con sondas de longitud de inmersión fija, así como los equipados con sondas de inmersión variable usadas sin corrección de temperatura (por no disponerse de instrumentos adecuados para medición de la temperatura), los índices volumétricos máximos ( $I_{vmax}$ ) serán los que correspondan a la temperatura de 4,4° C para recipientes sobre el nivel del terreno, y de 10° C para recipientes enterrados según se establece en las Tablas 3, 4 y 5, para la densidad relativa del gas licuado involucrado.
- b) Para recipientes equipados con termómetros instalados apropiadamente (ver Anexo A), y con sonda de longitud de inmersión variable, los índices volumétricos máximos ( $I_{vmax}$ ) serán los que correspondan a las Tablas 3, 4 y 5 a las temperaturas medidas del gas licuado, para la densidad respectiva del mismo.

(Continúa)



TABLE 4. Indices volumétricos de llenado ( $I_{vm\acute{a}x}$ ) para recipientes sobre el nivel del terreno, de capacidad mayor 4,5 m<sup>3</sup>

Temperatura del líquido °C (°F)	DENSIDAD RELATIVA ( $\delta_g$ )												
	0,496	0,504	0,511	0,520	0,528	0,537	0,545	0,553	0,561	0,569	0,577	0,585	0,593
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	0,503	0,510	0,519	0,527	0,536	0,544	0,552	0,560	0,568	0,576	0,584	0,592	0,600
- 45,6 (- 50)	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	83	84	85
- 42,8 (- 45)	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85
- 40 (- 40)	76	77	78	79	80	80	81	82	83	83	84	85	85
- 37,2 (- 35)	77	78	78	79	80	81	82	82	83	84	84	85	86
- 34,4 (- 30)	77	78	79	80	80	81	82	83	83	84	85	85	86
- 31,5 (- 25)	78	79	79	80	81	82	82	83	84	84	85	86	86
- 28,9 (- 20)	78	79	80	81	81	82	83	83	84	85	85	86	87
- 26,1 (- 15)	79	79	80	81	82	82	83	84	85	85	86	87	87
- 23,3 (- 10)	79	80	81	82	82	83	84	84	85	86	86	87	87
- 20,6 (- 5)	80	81	81	82	83	83	84	85	85	86	87	87	88
- 17,8 ( 0)	80	81	82	82	83	84	84	85	86	86	87	88	88
- 15 ( 5)	81	82	82	83	84	84	85	86	86	87	87	88	89
- 12,2 (10)	81	82	83	83	84	85	85	86	87	87	88	88	89
- 9,4 (15)	82	83	83	84	85	85	86	87	87	88	89	89	90
- 6,7 (20)	82	83	84	85	85	86	86	87	88	88	89	89	90
- 3,9 (25)	83	84	84	85	86	86	87	88	88	89	89	90	90
- 1,1 (30)	83	84	85	86	86	87	87	88	89	89	90	90	91
1,7 (35)	84	85	86	86	87	87	88	89	89	90	90	91	91
4,4 (40)	85	86	86	87	87	88	88	89	90	90	91	91	92
7,8 (45)	85	86	87	87	88	88	89	89	90	91	91	92	92
10 (50)	86	87	87	88	88	89	90	90	91	91	92	92	93
12,8 (55)	87	88	88	89	89	90	90	91	91	92	92	93	93
15,6 (60)	88	88	89	89	90	90	91	91	92	92	93	93	94
18,3 (65)	88	89	89	90	91	91	91	92	92	93	93	94	94
21,1 (70)	89	90	90	91	91	91	92	92	93	93	94	94	95
23,9 (75)	90	91	91	91	92	92	93	93	93	94	94	95	95
26,7 (80)	91	91	92	92	92	93	93	93	94	94	95	95	96
29,4 (85)	92	92	93	93	93	93	94	94	95	95	95	96	96
32,2 (90)	93	93	93	94	94	94	95	95	95	95	96	96	96
35 (95)	94	94	94	95	95	95	95	96	96	96	96	97	97
37,8 (100)	94	95	95	95	95	96	96	96	96	97	97	97	98
40,4 (105)	96	96	96	96	96	97	97	97	97	97	98	98	98
43 (110)	97	97	97	97	97	97	97	98	98	98	98	98	99
46 (115)	98	98	98	98	98	98	98	98	98	99	99	99	99



TABLA 5. Indices volumétricos de llenado ( $I_{vm\acute{a}x}$ ) para recipientes enterrados de cualquier capacidad

Temperatura del líquido °C (°F)	DENSIDAD RELATIVA ( $\delta g$ )													
	0.496	0.504	0.511	0.520	0.528	0.537	0.545	0.553	0.561	0.569	0.577	0.585	0.593	
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	
	0.503	0.510	0.519	0.527	0.536	0.544	0.552	0.560	0.568	0.576	0.584	0.592	0.600	
-45.6 (-50)	77	78	79	80	80	81	82	83	83	84	85	85	86	
-42.8 (-45)	77	78	79	80	81	82	82	83	84	85	85	86	87	
-40 (-40)	78	79	80	81	81	82	83	83	84	85	86	86	87	
-37.2 (-35)	78	79	80	81	82	82	83	84	85	85	86	87	87	
-34.4 (-30)	79	80	81	81	82	82	83	84	85	86	86	87	88	
-31.5 (-25)	79	80	81	82	83	83	84	85	85	86	87	87	88	
-28.9 (-20)	80	81	82	82	83	84	84	85	86	86	87	88	88	
-26.1 (-15)	80	81	82	83	84	84	85	86	86	87	87	88	89	
-23.3 (-10)	81	82	83	83	84	85	85	86	87	87	88	88	89	
-20.6 (-5)	81	82	83	84	84	85	86	86	87	88	88	89	89	
-17.8 (0)	82	83	84	84	85	85	86	87	87	88	89	89	90	
-15 (-5)	82	83	84	85	85	86	86	87	88	88	89	90	90	
-12.2 (10)	83	84	85	85	86	86	87	88	88	89	90	90	91	
-9.4 (15)	84	84	85	86	86	87	88	88	89	89	90	91	91	
-6.7 (20)	84	85	86	86	87	88	88	89	89	90	90	91	91	
-3.9 (25)	85	86	86	87	88	88	89	89	90	90	91	91	92	
-1.1 (30)	85	86	87	87	88	89	89	90	90	91	91	92	92	
1.7 (35)	86	87	87	88	88	89	90	90	91	91	92	92	93	
4.4 (40)	87	87	88	88	89	90	90	91	91	92	92	93	93	
7.8 (45)	87	88	89	89	90	90	91	91	92	92	93	93	94	
10.9 (50)	88	89	89	90	90	91	91	92	92	93	93	94	94	
12.8 (55)	89	89	90	91	91	92	92	92	93	93	94	94	95	
15.6 (60)	90	90	91	91	92	92	92	93	93	94	94	95	95	
18.3 (65)	90	91	91	92	92	93	93	94	94	94	95	95	96	
21.1 (70)	91	91	92	93	93	93	94	94	94	95	95	96	96	
23.9 (75)	92	93	93	93	94	94	94	95	95	95	96	96	97	
26.7 (80)	93	93	94	94	94	95	95	95	96	96	96	97	97	
29.4 (85)	94	94	95	95	95	95	96	96	96	97	97	97	98	
32.2 (90)	95	95	95	95	96	96	96	97	97	97	98	98	98	
35 (95)	96	96	96	96	97	97	97	97	98	98	98	98	99	
37.8 (100)	97	97	97	97	98	98	98	98	98	99	99	99	99	
40.1 (105)	98	98	98	98	98	98	99	99	99	99	99	99	99	

#### 4.6 Control de fuentes de ignición

4.6.1 Para el control de las fuentes de ignición en las operaciones de trasvase de GLP, se procederá en igual forma que la establecida en NI PA 58, hasta que se expida la norma INEN correspondiente.

#### 4.7 Prevención y control de incendios

4.7.1 Para la prevención y control de incendios en operaciones de trasvase deberán observarse los mismos requisitos establecidos para instalaciones de GLP según la Norma INEN 1536, numeral 4.9. Para vehículos cisterna o camiones que transportan GLP, involucrados en operaciones de trasvase, se aplican los requisitos pertinentes de protección contra incendios de la Norma INEN 1535.

## ANEXO A

## Cálculo de la cantidad de gas en recipientes de GLP

## A.1 Relación entre los índices gravimétrico y volumétrico

A.1.1 La equivalencia en el uso de los índices volumétricos de llenado con los índices gravimétricos que prescriben las cantidades máximas de gas licuado que puede contener un recipiente de GLP, se debe a que los índices volumétricos se obtienen mediante una fórmula en la que interviene el índice gravimétrico ( $I_{Mmax}$ ) y un factor de corrección  $F$  para la temperatura del gas licuado:

$$I_{vmax} = \frac{I_{Mmax}}{\delta_g \cdot F} \quad (\text{ver nota 1})$$

Los valores del factor de corrección  $F$  se establecen en la Tabla 6 para las temperaturas y densidades relativas indicadas. Se permite intercalar para temperaturas intermedias.

## A.2 Método de cálculo para determinar el volumen máximo de gas licuado que puede almacenarse en un recipiente a cualquier temperatura

A.2.1 La cantidad de gas licuado que está permitida se almacene en un recipiente, depende de la temperatura del líquido y del índice gravimétrico máximo, así como del tamaño del recipiente.

A.2.2 El índice gravimétrico depende de la capacidad del recipiente, de su localización sobre o bajo el terreno, y de la densidad relativa del gas licuado a 15,6°C. Los valores de los índices gravimétricos de llenado se dan en la Tabla 2. Ya que la temperatura del líquido es rara vez 15,6°C. exactamente, es necesario medir la temperatura efectiva del mismo, y luego obtener el factor de corrección  $F$  de la Tabla 6, para calcular mediante la fórmula del numeral A.1.1. La temperatura promedio del líquido se puede obtener por dos métodos. Un procedimiento consiste en medir la temperatura del líquido en el recipiente, cuando éste está casi lleno hasta su volumen máximo permitido. Esto se consigue introduciendo un termómetro en un recipiente instalado en el recipiente con este fin. El otro procedimiento se puede aplicar sólo si el recipiente está prácticamente vacío antes de proceder al llenado. En este caso, se mide la temperatura del líquido, insertando el termómetro en un recipiente apropiado colocado en la cañería, cerca de la boca toma del recipiente. La temperatura debe registrarse a intervalos regulares, y luego promediarse.

A.2.3 Conocido el índice gravimétrico de llenado ( $I_{Mmax}$ ), la densidad relativa del líquido a 15,6°C, el factor de corrección  $F$  de temperatura respectiva y la capacidad del recipiente, la cantidad de gas licuado almacenable se puede determinar por:

$$I_{vmax} = \frac{I_{Mmax}}{\delta_g \cdot F}$$

NOTA 1: La fórmula se obtiene algebraicamente a partir de

$$\delta_{gt} = \frac{M_{gl} / V_{gl}}{M_{H2O} / V_{H2O}} ; I_{Mmax} = \frac{M_{gl}}{M_{H2O}} ; I_{vmax} = \frac{V_{gl}}{V_{H2O}} ; \delta_{gt} = \delta_g \cdot F$$

(Continúa)

Donde:

- $V_{\text{vmax}}$  = CC el índice volumétrico del llenado, y corresponde a la cantidad, en porcentaje de la capacidad total del recipiente, que puede introducirse a la temperatura (t),
- $I_{\text{Mmax}}$  = índice gravimétrico, según la Tabla 2, (porcentaje)
- $\rho_g$  = densidad relativa del gas licuado a 15,6°C,
- F = factor de corrección, líquido a temperatura 15,6°C a la temperatura (t) efectiva. El factor de corrección se obtiene de la Tabla G, buscando la densidad a 15,6°C en la hilera superior de la tabla, y luego interceptado bajo esta columna, el valor de la temperatura que corresponda,
- t = temperatura en °C.

Luego de obtener  $V_{\text{vmax}}$  de la fórmula, la cantidad  $Q_t$  de gas licuado se obtiene dividiendo el valor de  $V_{\text{vmax}} / 100$ .

**Ejemplo 1:** Se tiene un recipiente de 10 000 m<sup>3</sup> de capacidad para ser llenado con propano de densidad relativa 0,508 a 15,6°C. Determinar la cantidad máxima de GLP permitida. De la Tabla 2 se obtiene para  $I_{\text{Mmax}}$  el valor 45% o la cantidad  $Q_{15,60}$  de GLP es:

$$Q_{15,60} = \frac{45 \times 10\,000 \text{ m}^3}{0,508 \times 100} = 8.860 \text{ m}^3$$

**Ejemplo 2:** si la temperatura del líquido es 27,8°C, la cantidad máxima permitida será:

$$Q_{27,80} = \frac{45 \times 10\,000 \text{ m}^3}{0,508 \times 0,963 \times 100} = 9.200 \text{ m}^3$$

TABLA 6. Factores de correccion.

DENSIDAD RELATIVA 15,6°C ( $\delta_q$ )

Temperatura F (°C)	Hexano				Isobutano				n-Butano				
	0,500	0,5079	0,510	0,520	0,530	0,540	0,550	0,560	0,5631	0,570	0,580	0,5844	0,590
FACTORES DE CORRECCION (F)													
-50 (-45,6)	1,160	1,155	1,153	1,146	1,149	1,143	1,127	1,122	1,120	1,116	1,111	1,108	1,106
-45 (-42,8)	1,154	1,149	1,146	1,140	1,143	1,137	1,122	1,117	1,115	1,111	1,106	1,104	1,101
-40 (-40)	1,147	1,142	1,139	1,134	1,137	1,132	1,117	1,112	1,110	1,106	1,101	1,099	1,097
35 (-37,2)	1,140	1,135	1,133	1,128	1,131	1,126	1,111	1,106	1,105	1,101	1,096	1,094	1,092
30 (-34,4)	1,134	1,129	1,127	1,122	1,125	1,120	1,105	1,100	1,099	1,095	1,090	1,088	1,086
-25 (-31,7)	1,127	1,122	1,120	1,115	1,118	1,113	1,105	1,100	1,099	1,095	1,090	1,088	1,086
-20 (-28,9)	1,120	1,115	1,113	1,108	1,111	1,106	1,095	1,090	1,089	1,085	1,080	1,078	1,076
-15 (-26,1)	1,112	1,107	1,105	1,100	1,103	1,098	1,085	1,080	1,079	1,075	1,070	1,068	1,066
-10 (-23,3)	1,105	1,100	1,098	1,093	1,096	1,091	1,075	1,070	1,069	1,065	1,060	1,058	1,056
5 (-20,6)	1,098	1,094	1,092	1,087	1,090	1,085	1,070	1,065	1,064	1,060	1,055	1,053	1,051
0 (-17,8)	1,092	1,088	1,086	1,081	1,084	1,079	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
2 (-16,7)	1,089	1,086	1,084	1,079	1,082	1,077	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
4 (-15,6)	1,086	1,083	1,081	1,076	1,079	1,074	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
6	1,084	1,080	1,078	1,073	1,076	1,071	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
0	1,081	1,078	1,076	1,071	1,074	1,069	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
10	1,078	1,075	1,073	1,068	1,071	1,066	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
17 (-11,1)	1,075	1,072	1,070	1,065	1,068	1,063	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
14 (-10,6)	1,072	1,070	1,068	1,063	1,066	1,061	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
16 (-8,9)	1,070	1,067	1,065	1,060	1,063	1,058	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
18 (-7,8)	1,067	1,065	1,063	1,058	1,061	1,056	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
20 (-6,3)	1,064	1,062	1,060	1,055	1,058	1,053	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
27 (-5,6)	1,061	1,059	1,057	1,052	1,055	1,050	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
24 (-4,4)	1,058	1,056	1,054	1,049	1,052	1,047	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
26 (-3,3)	1,055	1,053	1,051	1,046	1,049	1,044	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
20 (-2,2)	1,052	1,050	1,048	1,043	1,046	1,041	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
3n (-1,1)	1,049	1,047	1,045	1,040	1,043	1,038	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
32 (0)	1,046	1,044	1,042	1,037	1,040	1,035	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
34 (1,1)	1,043	1,041	1,039	1,034	1,037	1,032	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
36 (2,2)	1,039	1,037	1,035	1,030	1,033	1,028	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
30 (3,3)	1,036	1,034	1,032	1,027	1,030	1,025	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
40 (4,4)	1,033	1,031	1,029	1,024	1,027	1,022	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
42 (5,6)	1,030	1,028	1,026	1,021	1,024	1,019	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
44 (6,9)	1,027	1,025	1,023	1,018	1,021	1,016	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
46 (7,8)	1,024	1,022	1,020	1,015	1,018	1,013	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
40 (8,9)	1,020	1,019	1,017	1,012	1,015	1,010	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
50 (10,0)	1,017	1,016	1,014	1,009	1,012	1,007	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
52 (11,1)	1,014	1,013	1,011	1,006	1,009	1,004	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
54 (12,2)	1,010	1,010	1,009	1,004	1,007	1,002	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
56 (13,3)	1,007	1,007	1,006	1,001	1,004	0,999	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
58 (14,4)	1,004	1,004	1,003	0,998	1,001	0,996	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
60 (15,6)	1,000	1,000	1,000	0,995	0,998	0,993	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
62 (16,7)	0,997	0,997	0,997	0,992	0,995	0,990	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
64 (17,8)	0,994	0,994	0,994	0,989	0,992	0,987	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
66 (18,9)	0,990	0,990	0,990	0,985	0,988	0,983	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
68 (20,0)	0,986	0,986	0,986	0,981	0,984	0,979	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
70 (21,1)	0,983	0,983	0,983	0,978	0,981	0,976	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
72 (22,2)	0,979	0,979	0,979	0,974	0,977	0,972	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
74	0,976	0,976	0,976	0,971	0,974	0,969	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
76 (24,4)	0,972	0,972	0,972	0,967	0,970	0,965	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
78 (25,6)	0,969	0,969	0,969	0,964	0,967	0,962	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
80 (26,7)	0,965	0,965	0,965	0,960	0,963	0,958	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
82 (27,8)	0,961	0,961	0,961	0,956	0,959	0,954	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
84 (28,9)	0,957	0,957	0,957	0,952	0,955	0,950	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
86 (30,0)	0,954	0,954	0,954	0,949	0,952	0,947	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
88 (31,1)	0,950	0,950	0,950	0,945	0,948	0,943	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
90	0,946	0,946	0,946	0,941	0,944	0,939	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
92 (33,3)	0,942	0,942	0,942	0,937	0,940	0,935	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
94 (34,4)	0,938	0,938	0,938	0,933	0,936	0,931	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
96 (35,6)	0,935	0,935	0,935	0,930	0,933	0,928	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
98 (36,7)	0,931	0,931	0,931	0,926	0,929	0,924	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
100 (37,8)	0,927	0,927	0,927	0,922	0,925	0,920	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
105 (40,6)	0,917	0,917	0,917	0,912	0,915	0,910	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
110 (43,3)	0,907	0,907	0,907	0,902	0,905	0,900	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
115 (46,1)	0,897	0,897	0,897	0,892	0,895	0,890	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
120 (48,9)	0,887	0,887	0,887	0,882	0,885	0,880	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
125 (51,7)	0,876	0,876	0,876	0,871	0,874	0,869	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
130 (54,4)	0,865	0,865	0,865	0,860	0,863	0,858	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
135 (57,2)	0,854	0,854	0,854	0,849	0,852	0,847	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046
140 (60,0)	0,842	0,842	0,842	0,837	0,840	0,835	1,065	1,060	1,059	1,055	1,050	1,048	1,046

## APENDICE Z

## Z.1 NORMAS A CONSULTAR

INEN 111. *Cilindros de acero soldado para gas licuado de petróleo*

INEN 291. *Cilindros de aluminio soldados para gas licuado de petróleo*

INEN 321. *Revisión de cilindros para gas licuado de petróleo*

INEN 439. *Colores, señales y símbolos de seguridad*

INEN 878. *Rótulos y placas rectangulares y cuadradas. Dimensiones*

INEN 1 533. *Prevención de incendios. Requisitos para el transporte de gas licuado de petróleo (GLP) en carros cisterna (tanqueros)*

INEN 1 534. *Prevención de incendios. Requisitos para el almacenamiento de cilindros y recipientes portátiles de gas licuado de petróleo (GLP)*

INEN 1 535. *Prevención de incendios. Requisitos para el transporte y distribución de cilindros de gas licuado de petróleo (GLP) en vehículos automotores*

## Z.2 BASES DE ESTUDIO

ANSI / NFPA 58. *Standard for storage and handling of liquefied petroleum gases*. National Fire Protection Association. Quincy USA 1983.

ANSI / NFPA 59. *Standard for the storage and handling of liquefied petroleum gases at utility gas plants*. National Fire Protection Association. Quincy USA 1984.

Acuerdo Ministerial 1004. *Reglamento relativo al manejo y uso de gas licuado de petróleo*. Registro Oficial No. 84 de 21 de Septiembre de 1981.



# INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 2 261:99**

---

## **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**

Norma Técnica  
Ecuatoriana

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

**NTE INEN  
2 261:99**

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

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

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

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

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

*(Continúa)*

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



- 3.1.13 Remolque cisterna.** Vehículo provisto de un tanque montado permanentemente, cuyo peso total descansa sobre ruedas propias, sin que tenga medios propulsores autónomos.
- 3.1.14 Semi remolque cisterna.** Vehículo provisto de un tanque montado permanentemente, cuyo peso descansa parcialmente, sobre sus propias ruedas y parcialmente sobre el vehículo tractor.
- 3.1.15 Soldadura principal.** Aquella que sirve para unir las partes del tanque sometidas a la presión del gas.
- 3.1.16 Soldadura secundaria.** Aquella que sirve para unir al tanque los diferentes accesorios que no están sometidos a la presión del gas.
- 3.1.17 Tanque.** Recipiente para almacenar gases a baja presión.
- 3.1.18 Tanque fijo o estacionario.** Tanque que ha sido diseñado, construido para ser instalado en forma fija e inamovible.
- 3.1.19 Tanque móvil.** Tanque que ha sido diseñado y construido para ser instalado en un vehículo.
- 3.1.20 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 o las internacionales reconocidas por el INEN.
- 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 ESPECÍFICAS

- 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.
- 6.2 Pintura y señalización.** Los tanques para GLP deben pintarse del color blanco de acuerdo a lo especificado en la NTE INEN 440 y debe tener las siguientes señales:

(Continúa)

- a) Capacidad del tanque, en m<sup>3</sup>.
- b) Cantidad máxima permitirla, 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 o 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.

#### 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 lo establecido para el gas específico que va a contener considerando una temperatura no superior 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).
- 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 básicos para la autorización de circulación en todo el territorio ecuatoriano.

#### 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 a esta norma.

(Continúa)

7.1.3.3 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 antirretorno, 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 antirretorno 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) Estampado de un organismo certificador o norma de fabricación.

#### 7.1 .4.3 Otros accesorios requeridos para tanques desde 1 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 (°F).

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.

(Continúa)

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 l o más, debe localizarse según el anexo F.

#### 7.2 *Requisitos complementarios*

7.2.1 *Requisitos de 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 o 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.

7.2.2.1 Los accesorios del tanque, tuberías y equipos del vehículo cisterna, deben protegerse contra daños físicos y de otra índole.

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.

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 "LINEA 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.

*(Continúa)*

7.2.4.2 Todos los tanques que contengan gases a baja presión inodoros deben serialarse 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 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 está 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), 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 su adherencia (Ver NTE INEN 1 006); y 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)
- h) Para los tanques con estampe ASME se aceptará su REPORTE DE DATOS y se deben verificar los literales el 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 Cuando el tanque cumple con todos los requisitos establecidos en esta norma, luego de aceptar toda la documentación técnica requerida, el INEN debe emitir el certificado de conformidad con notaría.

(Continúa)

## 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 (1,5 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.

#### 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  $m^3$
- 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 internacionales.

#### 9.2.2 *Informe de resultados*

9.2.2.1 En el informe debe constar lo siguiente:

- a) identificación del iristrunerito;
- b) parámetros del ensayo y equipos utilizados. (Presión, tiempo de permanencia, temperatura, tipo de manómetro, etc.);
- c) capacidad del iristrunerito: flujo en  $m^3/hora$ , presión máxima, etc. Para iristrurrieritos 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  $m^3$ ;
- b) presión de diseño en MPa (psi);
- c) temperatura de diseño, en  $^{\circ}C$  ( $^{\circ}F$ );
- 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  $m^2$ ;
- 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					Casquetes				
Norma:					Norma:				
Composición química					Composición química				
% C	% Mn	% P	% S	% Si	% C	% Mn	% P	% S	% Si
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.		

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 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
Espeor	mín.	mín.	mín.	Espeor	mín.	mín.	mín.

Observaciones:

Inspeccionado por

\_\_\_\_\_  
 (Firma y nombre)

## ANEXO D

## INSPECCIÓN Y PRUEBAS FINALES

Fabricante:

Tipo de Tanque:

Tanque No.:

Certificado No.:

Fecha:

## 1. INSPECCIÓN DEL 7 ANQUE

1.1 Inspección visual 100 %:

1.2 Inspección radiográfica (Ver Anexo E):

## 2. CONTROL DE ABERTURAS (manjoles)

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)

**ANEXO E**

**INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA**

Fabricante: \_\_\_\_\_  
 Tipo de Tanque: \_\_\_\_\_ Tanque No. \_\_\_\_\_  
 Certificado No.: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**1. ESPECIFICACIONES**

Técnica: \_\_\_\_\_  
 Voltaje: \_\_\_\_\_ Intensidad: \_\_\_\_\_  
 Fuente: \_\_\_\_\_ Actividad: \_\_\_\_\_  
 Penetrámetro: \_\_\_\_\_  
 Película: \_\_\_\_\_ Dimensiones: -----

**2. SOLDADURAS LONGITUDINALES**

Eficiencia de la junta: . . . , . . . . .  
 Inspección . . . . . %  
 Número de radiografías tomadas:  
 Número de radiografías rechazadas:

**3. SOLDADURAS CIRCUNFERENCIALES**

Eficiencia de la junta: . . . . .  
 Número de radiografías tomadas:  
 Número de radiografías rechazadas:

**4. SOLDADURAS DE LOS CASQUETES (100 %)**

Eficiencia de la junta: . . . . .  
 Número de radiografías tomadas:  
 Número de radiografías rechazadas:

**5. RADIOGRAFÍAS RECHAZADAS**

Identificación	Causa del rechazo	Acción correctiva	Aprobación

6. ENSAYO REALIZADO POR:  
 \_\_\_\_\_  
 CERTIFICADO POR:  
 \_\_\_\_\_

7. OBSERVACIONES:

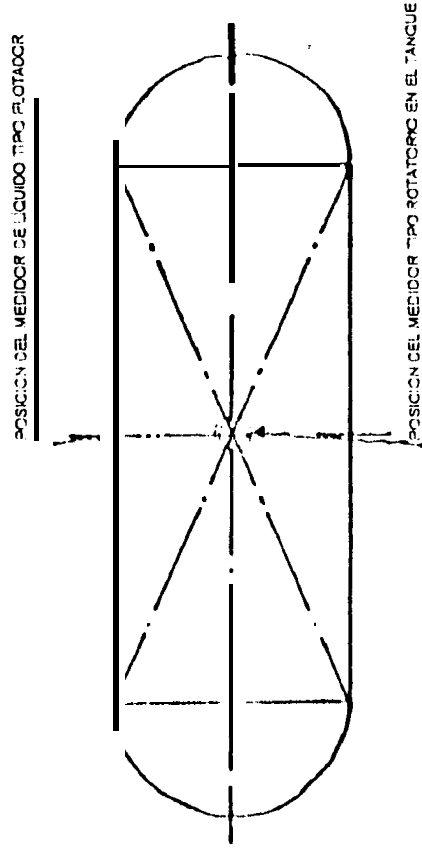
Inspeccionado por

(Firma y nombre)

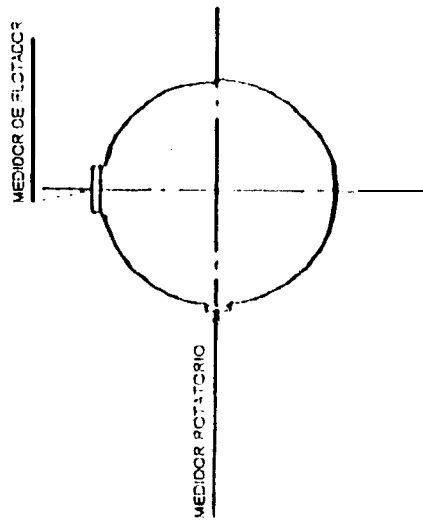
ANEXO F

UBICACION DE MEDIDOR ROTATORIO

VISTA FRONTAL



VISTA FRONTAL



(Continúa)

## APÉNDICE Z

## Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 109:1975	<i>Ensayo de tracción para el acero.</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 746:19	<i>Prevención de incendios. Requisitos para el control de electricidad estática.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 006:1996	<i>Pinturas y productos afines. Determinación de la adherencia mediante prueba de la cinta.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 10 1 2:1984	<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>
BSI BS 5355: 76	<i>Specification for Filling ratios and developed pressures for liquefiable and permanent gases. British Standards Institution. London 1976.</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>

## 2.2 BASES DE ESTUDIO

Boiler and Pressure vessel code - ASME. Section VII, Division 1 y 2 . American Society of Mechanical Engineers, 1995.