

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO



ESTUDIO ESPECIAL DE GRADUACIÓN

PLAN DE MANTENIMIENTO PARA UN CENTRO DE
ALMACENAMIENTO Y COMERCIALIZACIÓN DE GAS LICUADO
DE PETRÓLEO.

POR

INGENIERO INDUSTRIAL
CARLOS MAURICIO CAMPOS DURÁN

ALCONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO

Guatemala, mayo de 2010.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I:	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II:	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III:	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV:	Br. Luis Pedro Ortíz de León
VOCAL V:	Agr. José Alfredo Ortíz Herincx
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXÁMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR:	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR:	Ing. Hugo Leonel Ramírez Ortíz
EXAMINADOR:	Ing. Jorge Luis Puertas Jerez
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PLAN DE MANTENIMIENTO PARA UN CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y COMERCIALIZACIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Posgrado con fecha 29 mayo de 2010.

Ingeniero Industrial
Carlos Mauricio Campos Durán

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS Por sus bendiciones.

GUATEMALA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE POSTGRADO

Por procurar la excelencia académica y científica como aporte a la sociedad

MI FAMILIA

Por el apoyo brindado

Y EN ESPECIAL A MI ESPOSA E HIJA

Como un legado

AGRADECIMIENTOS

A: Los catedráticos de la maestría por brindarme la oportunidad de poner al servicio el conocimiento adquirido y desarrollar mi trabajo de graduación con toda su colaboración y apoyo.

A los señores Romeo Rosales Ruiz y al gerente regional de ventas y encargado de la planta de gas propano “Gas Metropolitano, S. A.” Romeo Alberto Rosales de Paz por su colaboración, paciencia en el tiempo prestado hacia mi persona y valiosos aportes y enseñanzas desinteresadas.



Facultad de Ingeniería

Como Coordinador de la Maestría en Ingeniería de Mantenimiento y revisor del trabajo de graduación titulado: **PLAN DE MANTENIMIENTO PARA UN CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y COMERCIALIZACIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO**, presentado por el Ingeniero Industrial Carlos Mauricio Campos Durán, apruebo el presente y recomiendo la autorización del mismo .

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Hugo Leonel Ramírez Ortiz".

Més. Hugo Leonel Ramírez Ortiz
Coordinador Maestría en Ingeniería de Mantenimiento
Escuela de Estudios de Postgrado

Guatemala, mayo de 2010

/zpcm



Facultad de Ingeniería

El Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen y dar el visto bueno del revisor y la aprobación del área de Lingüística del trabajo de tesis titulado: **PLAN DE MANTENIMIENTO PARA UN CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y COMERCIALIZACIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO**, presentado por el Ingeniero Industrial Carlos Mauricio Campos Durán, apruebo el presente y recomiendo la autorización del mismo .

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Mcs. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Director
Escuela de Estudios de Postgrado



Guatemala, mayo de 2010

/zpcm



Facultad de Ingeniería

Como Revisor de la Maestría en Ingeniería de Mantenimiento del trabajo de tesis titulado: **PLAN DE MANTENIMIENTO PARA UN CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y COMERCIALIZACIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO**, presentado por el Ingeniero Industrial Carlos Mauricio Campos Durán, apruebo el presente trabajo de tesis y recomiendo la autorización del mismo .

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Mcs. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Director
Escuela de Estudios de Postgrado



Guatemala, mayo de 2010

/zpcm



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Postgrado, al trabajo de graduación de la Maestría en Ingeniería en Mantenimiento: **PLAN DE MANTENIMIENTO PARA UN CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y COMERCIALIZACIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO**, presentado por el Ingeniero Industrial Carlos Mauricio Campos Durán, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A handwritten signature in black ink, enclosed within a hand-drawn oval shape.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, mayo de 2010

ÍNDICE GENERAL

INDICE DE ILUSTRACIONES	VI
INDICE DE TABLAS	VIII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XII
INTRODUCCIÓN	XIII
1 ASPECTOS GENERALES	
1.1 Generalidades	1
1.2 Planteamiento del problema	1
1.3 Objetivos	2
1.3.1 General	2
1.3.2 Específicos	2
1.4 Hipótesis	2
1.5 Justificación	3
1.6 Alcances del tema	3
1.7 Proceso de recepción del producto	3
1.8 Permanencia y despacho del producto	4
2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
2.1 Legislación aplicable	5
2.2 Clasificación legal de las áreas de almacenamiento de GLP	6

3 FUNDAMENTO O MARCO TEÓRICO

3.1 Los GLP	7
3.2 Características físicas y químicas	7
3.2.1 Inflamabilidad y combustión	8
3.2.2 Corrosión	8
3.2.3 Toxicidad	8
3.2.4 Olor	9
3.2.5 Contaminación	9
3.2.6 Grado de llenado	9
3.3 Valores característicos básicos de los GLP comerciales	10
3.4 Consideraciones con el GLP y sus características	11
3.5 Centro de almacenamiento de GLP	12
3.5.1 Almacenamiento de GLP mediante depósitos fijos	13
3.5.2 Elementos mínimos a incorporar a los depósitos	15
3.5.3 Criterio de selección de los depósitos	15
3.5.4 Distancias de seguridad en estaciones de GLP	16
3.5.5 Diseño constructivo del centro de almacenamiento de GLP	17
3.5.6 Tablas de distancias de seguridad	19
3.5.7 Cerramiento	21
3.5.8 Muros o pantallas	23
3.5.9 Emplazamiento	26
3.5.10 Accesibilidad de los dispositivos del depósito. Escaleras	27
3.5.11 Cálculo de la plataforma o solera	28
3.5.11.1 Dimensiones de la plataforma	30
3.5.11.2 Cálculo de los espárragos de sujeción	30
3.5.12 Depósitos de GLP en patios	31
3.5.12.1 Primera condición	31
3.5.12.2 Segunda condición	33

3.5.13	Canalizaciones del centro de almacenamiento	34
3.5.14	Uniones de tuberías	35
3.5.15	Dispositivos de maniobra y control de los depósitos	37
3.5.15.1	Llaves	38
3.5.15.1.1	Tipos de llaves	39
3.5.15.2	Válvulas	41
3.5.15.2.1	Válvulas antiretorno (retención)	42
3.5.15.2.2	Válvula de exceso de flujo (limitador de caudal)	43
3.5.16	Accesorios de los depósitos fijos de GLP	44
3.5.17	Dispositivos de llenado	46
3.5.17.1	Boca de carga directa y a distancia	46
3.5.17.1.1	Conexiones de la boca de carga	48
3.5.17.1.2	Boca de carga a distancia	49
3.5.17.1.2.1	Requisitos a cumplir por la boca de carga a distancia	50
3.5.18	Para operar vaciado	51
3.5.19	Indicador de nivel	52
3.5.19.1	Nivel de flotador	52
3.5.19.2	Indicador de nivel rotativo	53
3.5.20	Indicador de máximo de llenado (punto alto)	55
3.5.21	Control de presión. Manómetros	58
3.5.22	Válvula de seguridad por alivio de presión (VAS)	59
3.5.22.1	Tabla con valores de la descarga que ha de tener la válvula de seguridad para depósitos de hasta 60 m ³	62
3.5.23	Toma de fase gaseosa	65
3.5.24	Toma de fase líquida	67
3.5.25	Dispositivo de drenaje	69
3.5.26	Válvula de compensación de fase de vapor	71
3.5.27	Multiválvulas	72

3.6 Protección de las instalaciones	72
3.6.1 Pararrayos	72
3.6.2 Toma a tierra	74
3.6.3 Protección contra la corrosión	74
3.6.3.1 Protección pasiva	75
3.6.3.2 Protección activa	76
3.6.4 Sistema de protección activa por corriente galvánica	77
3.6.5 Sistema de protección activa por inyección de corriente	77
3.6.6 Protección contra incendios	78
3.6.6.1 Materia extintora	83
3.6.6.2 Suministro de agua	85
3.6.6.3 Elementos complementarios	87
3.6.7 Medidas para reducir el riesgo de fuga, incendio, explosión	88
3.6.8 Extinción de incendios	88
3.6.9 Emergencias	90
3.6.10 Consignas de seguridad	91
3.6.11 Causas posibles de que el gas no salga del depósito	92
4 INVESTIGACIÓN PROPUESTA	
4.1 Operaciones	93
4.1.1 Manual de procedimientos	93
4.1.2 Transporte	94
4.1.3 Odorización	94
4.1.4 Procedimientos de emergencia	94
4.1.5 Venteos de emergencia	95
4.2 Mantenimiento	96
4.2.1 Generalidades	96
4.2.2 Mantenimiento de tanques	96
4.2.3 Manual de mantenimiento	97

4.2.4 Registro de mantenimiento	97
4.2.5 Controles periódicos	97
4.2.5.1 Decenales	97
4.2.5.2 Bianuales	98
4.2.5.3 Anuales	99
4.2.5.4 Semestrales	99
4.2.5.5 Mensuales	100
4.2.5.6 Periodicidad variable	100
4.2.6 Limpieza y cuidado de planta	101
4.2.7 Posibles averías y soluciones en instalaciones	101
4.2.7.1 Conexiones de la boca de carga	101
4.2.7.2 Nivel de flotador	102
4.2.7.3 Indicador de nivel rotativo	103
4.2.7.4 Indicador de máximo de llenado (punto alto)	103
4.2.8 Recomendaciones para el montaje de las válvulas	104
4.3 Documentación	105
4.3.1 Legajo técnico	105
4.4 Estimación económica al implementar	106
4.5 Discusión de resultados	106
CONCLUSIONES	107
RECOMENDACIONES	109
BIBLIOGRAFÍA	121
ANEXOS	123

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

No.	Título	Página
1	Centro de Almacenamiento	12
2	Depósitos aéreos, enterrados y semienterrados	13
3	Estación de GLP formada por las distancias D_o y D_p	17
4	Forma de medir las distancias de seguridad	21
5	Cerramiento. Distancia según referencia 2	22
6	Cerca de un centro de almacenamiento de GLP	22
7	Determinación de las dimensiones del muro para un deposito de superficie	24
8	Recomendación europea	25
9	Distancia entre el depósito (drenaje) y el suelo	26
10	Emplazamiento paralelo. Distancia entre depósitos aéreos	27
11	Colocación de escaleras en los depósitos aéreos	28
12	Primera opción para poder ubicar depósitos en patios	32
13	Segunda opción para poder ubicar depósitos en patios	34
14	Apoyos soportes para las conducciones sobre el suelo	36
15	Armaflex	37
16	Llave de asiento	39
17	Llave de bola	40
18	Llave de mariposa	41
19	Válvula antiretorno	43
20	Válvula exceso de flujo	44
21	Accesorios de los depósitos fijo de GLP	46
22	Boca de carga y adaptador para llenado	48

23	Boca de carga desplazada aprovechable para vaciado del depósito	50
24	Tabla con lista de materiales	51
25	Indicador de nivel tipo flotador	53
26	Indicador de nivel rotativo	54
27	Indicador de máximo llenado	55
28	Calculo de longitud de sonda en indicadores rotativos	57
29	Manómetro metálico	58
30	Válvula de seguridad por alivio de presión (VAS). Modelo externo, Modelo interno	63
31	Colector de seguridad para VAS	65
32	Toma de fase gaseosa incorporada en la multiválvula	67
33	Toma de fase líquida (chek-lok)	68
34	Toma de fase líquida	70
35	Pararrayos	73
36	Protección activa	76
37	Extintores	85
38	Protección mediante cortina de agua	87
39	Colocación del indicador de nivel magnético	103

ÍNDICE DE TABLAS

No.	Título	Página
1	Proporciones en volumen de propano y butano en el GLP	7
2	Valores característicos básicos de los GLP comerciales	10
3	Tabla distancias de seguridad	19
4	Dimensiones de plataforma	30
5	Longitud de sonda para indicadores de máximo llenado	56
6	Caudales en función de la superficie para válvulas de alivio de presión	61
7	Valores de descarga para válvulas de seguridad	62
8	Número de extintores en relación al volumen de tanques de GLP	83
9	Suministros mínimos para redes de agua	85
10	Distancias mínimas de seguridad según capacidad de tanques	125

GLOSARIO

ACRÓNIMO	En lingüística moderna, un acrónimo (del griego akros, 'extremo' y ónoma, 'nombre') puede ser una sigla que se lee como una palabra o un vocablo formado al unir parte de dos palabras.
ANTIHIELO	Que se opone a la formación de hielo.
ARMAFLEX	Aislamiento flexible elastomerito original para los sistemas mecánicos y del aire de tramitación.
ARQUETA	Una arqueta es un pequeño depósito utilizado para recibir, enlazar y distribuir canalizaciones subterráneas; suelen estar enterradas y tienen una tapa superior para evitar accidentes y poder limpiar su interior de impurezas.
AUTOMOCIÓN	Los automóviles se impulsan generalmente mediante un motor de combustión interna alimentado por combustible que puede ser gasolina, gasóleo (diesel), gas natural vehicular, gas licuado del petróleo, etanol o metanol que se mezcla con un comburente, normalmente el oxígeno del aire, para formar el fluido activo que es quemado en la cámara de combustión.
BORNA	Es un dispositivo de conexión eléctrico.

CASQUETES	Un casquete esférico, en geometría, es la parte una de esfera cortada por un plano. Si dicho plano pasa por el centro de la esfera, lógicamente, la altura del casquete es igual al radio de la esfera, y el casquete esférico será una hemiesfera (semiesfera).
CLAPETA	Uno de los componentes de las válvulas de retención.
ESTADO	La materia se nos presenta en muchas fases o estados, todos con propiedades y características diferentes, y aunque los más conocidos y observables son tres: fase Sólida, fase Líquida, fase Gaseosa; otros estados son observables en condiciones extremas de presión y temperatura. En física y química se observa que, para cualquier cuerpo o estado material, modificando las condiciones de temperatura y/o presión.
ETIL MERCAPTANO	También llamado ETANOTIOL es un líquido que se agrega al GLP para darle ese olor característico para la detección de fugas, su composición química es C_2H_5SH . Posee las siguientes características: Aspecto y color líquido incoloro, Olor Acre, Presión de vapor 589 kPa a 20°C, Densidad relativa de vapor (aire=1): 2.14, Solubilidad en agua: 0.68 g/ 100 ml a 20°C, Punto de ebullición: 35°C, Punto de fusión: -144.4°C y Peso molecular: 62.13.

GENERATRIZ	Es la línea curva que al mover forma el recipiente esférico u elipsoide.
INERTIZADO	Gran volumen de gas para una operación especial.
IZAJE	Sinónimo de levante, que es la acción de elevar algo de una superficie.
PURGA	Acción de extraer algo no deseado de un recipiente.
RETIMBRADO	Sinónimo de revalidado.
TARA	El peso del recipiente donde se contiene o transporta una mercancía.
YACIMIENTO	Un yacimiento o campo petrolífero es una zona con abundancia de pozos de los que se extrae petróleo del subsuelo.

RESUMEN

El presente estudio trata sobre lo que son los GLP, propiedades y consideraciones en su manejo, como debe estar conformada una instalación dedicada al depósito de este tipo de producto, así como también las rutinas para el mantenimiento funcional de las mismas.

Describe las instalaciones y equipo necesario a utilizar en caso de alguna emergencia derivada de la inflamabilidad del producto.

El trabajo es una guía con experiencias que se han ido adquiriendo conforme el tiempo en el manejo del GLP en una empresa dedicada a la importación y venta del mismo, enriquecida con aportes bibliográficos de cómo se maneja este tipo de producto en otros países y la legislación vigente a nivel nacional.

INTRODUCCIÓN

El presente es un estudio realizado sobre empresas dedicadas al almacenamiento y comercialización de gas licuado de petróleo –GLP- en el país. El cual trata de establecer como esta constituida un área que se dedica a este propósito, las leyes y normas aplicables en el país con relación a esta actividad y las medidas de mantenimiento a las instalaciones y equipos utilizados.

Está elaborado con base datos bibliográficos, la experiencia y colaboración prestada por parte del personal de este tipo de instalaciones e instituciones que se le relacionan a esta actividad.

La delimitación del estudio es bastante amplia ya que las consideraciones en el mismo tratan de que sean de aplicabilidad a todas los centros donde se almacene GLP en el país.

1. ASPECTOS GENERALES

1.1 GENERALIDADES

Como es conocido por todos, en la actualidad los países son muy dependientes energéticamente del petróleo y de sus derivados, siendo uno de éstos el gas licuado de petróleo –GLP-, el cual tiene aplicaciones tanto en la industria como en el hogar, siendo en este último caso generalmente utilizado en la cocina y para calentar agua en zonas con clima frío.

En el país, a pesar que existen yacimientos petroleros no se cuenta con la tecnología e industrias que se dediquen a la elaboración del GLP por lo que el mismo es importado desde otros países. Por ello existen en el país empresas que se dedican a la importación del GLP las cuales ingresan el producto ya sea por mar en buques tanqueros o por tierra en camiones cisternas.

El presente trabajo esta elaborado para ser aplicado a uno de esos centros el cual se encuentra ubicado en el nor-orientado del país, para ser más específico en la aldea la Ruidosa, municipio de Morales departamento de Izabal.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El GLP es un combustible muy inflamable, por lo que a sus áreas de almacenamiento y equipo se les debe prestar especial cuidado para el buen mantenimiento y funcionamiento. También obliga a que su manipulación sea de manera muy cuidadosa para evitar accidentes lamentables en la empresa.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 GENERAL

Desarrollar un plan de mantenimiento para un centro de almacenamiento y comercialización de gas licuado de petróleo –GLP- en la “Planta de Gas Metropolitano, S.A.”, ubicada en aldea La Ruidosa, Morales, Izabal.

1.3.2 ESPECÍFICOS

1. Establecer rutinas de mantenimiento a aplicar.
2. Conocer las propiedades físicas y químicas del GLP.
3. Determinar como esta conformada un centro de almacenamiento de GLP.
4. Elaborar una guía bibliográfica sobre mantenimiento para instalaciones dedicadas al almacenamiento y despacho del GLP.

1.4 HIPÓTESIS

El Gas Licuado de Petróleo es un producto que por sus propiedades físicas y químicas requiere de mucha atención y cuidados en las instalaciones y equipos utilizados para su almacenamiento y manejo. Por lo que el mantenimiento a las instalaciones y equipos necesita de rutinas preestablecidas de acuerdo a cada uno de los componentes y sus especificaciones de fabricación, por los que el mantenimiento a aplicar deberá ser de tipo preventivo.

1.5 JUSTIFICACIÓN

La elaboración del presente trabajo se debe a que en el país no existe una ley específica que brinde los lineamientos de manera precisa para el mantenimiento en las empresas que manejan GLP, contando nada más con una pobre participación en el proceso de regulación por parte del Estado, el cual en su reglamentación trata el GLP de manera generalizada entre los productos derivados del petróleo en la ley y reglamento para la comercialización de los hidrocarburos, brindando una escasa supervisión a empresas de este tipo a través del Ministerio de Energía y Minas, con relación a otros países del mundo.

1.6 ALCANCES DEL TEMA

El alcance del tema es amplio pues los puntos desarrollados en este trabajo pueden ser de aplicación en cualquier empresa que se dedique al almacenamiento a granel y comercialización de GLP, en el país.

1.7 PROCESO DE RECEPCIÓN DEL PRODUCTO

Para el caso de la planta en estudio el GLP llega por tierra en uno o varios camiones cisterna, que servirán de abastecedor a la misma para que de allí luego se efectúen ventas ya sea a granel o al menudeo.

Lo primero que se hace es la medición inicial, que determina cuanto producto se encuentra en los recipientes, tanto que recibirán como los que proveerán el producto, luego se procede a la conexión de mangueras para proceder a la descarga y carga quedando el GLP almacenado. Luego de la descarga y carga se efectúan las mediciones finales, las cuales determinan nuevamente la cantidad de producto tanto en los recipientes que reciben como

en los que proveen el GLP. Posteriormente a las mediciones el mismo esta listo para su despacho hacia el interior del país por medio de cisternas o góndolas transportadoras para las ventas a granel o en cilindros mas pequeños de varios tamaños para el caso de las ventas al por menor.

1.8 PERMANENCIA Y DESPACHO DEL PRODUCTO

Como es de imaginar, el producto viene en grandes cantidades por lo que el mismo no es despachado en su totalidad hacia el interior del país sino que se van haciendo despachos según requerimiento de los clientes de acuerdo a sus necesidades de consumo. Debido a ello, el centro de almacenamiento por lo general siempre cuenta con saldo en sus instalaciones el cual debe manejarse con mucho cuidado ya que el producto es muy inflamable y considerando las cantidades que se manejan pueden poner en peligro las instalaciones y personal de la empresa.

Se debe tener un especial cuidado en el manejo de las presiones ya que como se sabe el GLP tiene parte líquida (cuando está bajo presión, dentro de los tanques de almacenamiento) y parte gaseosa tanto dentro como los tanques de almacenamiento como cuando está al aire libre, propiedad que hace que sea aún más peligroso su manejo por lo inflamable.

El mantenimiento a los tanques que lo almacenan debe ser muy cuidadoso ya que una fuga del producto puede representar un riesgo muy alto de incendio.

El GLP en su estado natural es inodoro pero como una medida para la detección de fugas de producto al mismo le agrega un sensibilizante llamado etil mercaptano, el cual le da un olor fuerte y fácil de reconocer que lo caracteriza, para el caso del GLP que entra al país a la planta en estudio este proceso ya viene efectuado, no así en el caso de los GLP's que entran con el fin de ser utilizados en la industria cosmética o de perfumería, por ejemplo.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 LEGILACIÓN APLICABLE

En el país no existe una ley específica que norme de una forma completa las actividades que involucren el manejo de los GLP, sin embargo, son de aplicabilidad las siguientes:

- Ley de comercialización de hidrocarburos decreto 109-97
- Reglamento a la ley de comercialización de hidrocarburos acuerdo gubernativo 522-99

En la que se establecen como aplicables las normas internacionales, siguientes:

ANSI: Instituto Nacional Americano de Normas (American National Standard Institute)

API: Instituto Americano del Petróleo (American Petroleum Institute)

ASME : Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (The American Society Of Mechanical Engineers)

ASTM : Sociedad Americana de Ensayos y Materiales (American Society For Testing and Materials)

COGUANOR: Comisión Guatemalteca de Normas

ICAITI : Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial

NFPA : Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (National FIRE Protection Association)

Siendo todas las anteriores mencionadas de una forma general y no de forma específica.

2.2 CLASIFICACIÓN LEGAL DE LAS ÁREAS DE ALMACENAMIENTO DE GLP

Según la legislación nacional vigente:

Se denomina Terminal a aquella instalación cuya capacidad de almacenamiento de GLP, sea mayor a ciento cincuenta y un mil cuatrocientos (151,400) litros equivalentes a cuarenta mil (40,000) galones y posee línea de recepción de producto. Se clasifican como Categoría B.

Se denomina Planta a aquella instalación cuya capacidad de almacenamiento de GLP, sea mayor a ciento cincuenta y un mil cuatrocientos (151,400) litros equivalentes a cuarenta mil (40,000) galones y no posee línea de recepción de producto. Se clasifican como Categoría B.

Se denomina Depósito a aquella instalación cuya capacidad de almacenamiento de GLP, sea menor o igual a ciento cincuenta y un mil cuatrocientos (151,400) litros equivalentes a cuarenta mil (40,000) galones. Se clasifican como Categoría A.

3. FUNDAMENTO O MARCO TEÓRICO

3.1 LOS GLP

GLP es el acrónimo de los gases licuados del petróleo butano y propano comerciales.

Los GLP son hidrocarburos combustibles que en estado normal se encuentran en estado (fase) gaseosa. Se obtienen del refinado del petróleo por destilación fraccionada, del mismo modo que se obtienen otros derivados del petróleo como la gasolina. Los GLP se almacenan en tanques y depósitos en estado (fase) líquida al someterlos a presión.

3.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

Los GLP más comunes son el butano y el propano comerciales. Son básicamente butano y propano y sus mezclas, como vemos en forma resumida en la tabla siguiente:

	Proporciones en volumen	
	Propano comercial	Butano comercial
Propano (C3)	mín. 80%	máx. 20%
Butano (C4)	máx. 20%	mín. 80%

Tabla1. Proporciones en volumen de propano y butano en el GLP.

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

3.2.1 INFLAMABILIDAD Y COMBUSTIÓN

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

Propano: entre el 2.2 y el 9.5% de propano

Butano: entre el 1.9 y el 8.5% de butano

Presiones de utilización más usuales de los GLP:

Propano comercial 37 y 50 mbar

Butano comercial 28 mbar

3.2.1 CORROSIÓN

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

3.2.2 TOXICIDAD

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

3.2.3 OLOR

Los GLP carecen de color y de olor natural, por lo que para poder detectar por el olfato las eventuales fugas que pudieran ocasionarse, se les añade antes de su distribución un odorizante peculiar a base de mercaptanos. El olor es percibido cuando todavía se encuentra la mezcla muy por debajo del límite inferior de inflamabilidad.

3.2.4 CONTAMINACIÓN

La energía GLP es el combustible ecológicamente más respetuoso con la naturaleza pues su combustión no contamina la atmósfera. Al estar estos gases exentos de azufre, plomo y sus óxidos, la combustión es limpia, no produce olores ni residuos (hollín, ni humos). Los productos de la combustión son solamente CO₂ y H₂O. Los GLP no se disuelven en el agua ni la contaminan por lo que se pueden utilizar en embarcaciones como carburantes y como combustible.

3.2.5 GRADO DE LLENADO

Los GLP en fase líquida se dilatan por la temperatura más que los recipientes que los contienen. Por lo tanto, estos no se han de llenar plenamente para así poder absorber el diferencial de dilatación pues de lo contrario se producirían excesos de presión no deseables. El grado de llenado máximo está establecido reglamentariamente en un 85%, considerando la masa en volumen a 20° C.

Los GLP en estado gaseoso pesan el doble que en el aire. Si se produjera una fuga, se expandiría tendiendo a depositarse en las partes bajas del local. Este es el motivo por el cual es aconsejable, y en otros países

obligatorio, la realización de un orificio en la parte inferior del local. En caso de una fuga y existiendo una correcta ventilación en el lugar, la corriente de aire que se origina es suficiente para no permitir la decantación de los GLP.

En otros países, donde existe reglamentación específica para los GLP, está prohibido situar envases de GLP en sótanos, escaleras y en lugares de tránsito.

Los GLP en estado líquido pesan la mitad que el agua. Si un envase de GLP contuviera también agua, esta quedaría en el fondo. Si el envase contuviera agua en vez de gas, pesaría un 30% más.

3.3 VALORES CARACTERÍSTICOS BÁSICOS DE LOS GLP COMERCIALES

Valores característicos	Propano comercial	Butano comercial
Tensión de vapor absoluta a 20° C	8.5 bar abs.	2.25 bar abs.
Temperatura de ebullición a presión atmosférica	-45° C	-0.5° C
Masa en volumen del gas a 20° C y presión atmosférica	2.095 kg/m ³	2.625 kg/m ³
Densidad en fase gas(respecto del aire)	1.62	2.03
Masa en volumen del líquido a 20°C	506 kg/m ³	580 kg/m ³
Densidad de fase líquida(respecto del agua)	0.506	0.580
Poder calorífico superior –Hs-	12000 kcal/kg	11900 kcal/kg
	25140 kcal/kg	31240 kcal/kg
Poder calorífico inferior –Hi-	10900 kcal/kg	10820 kcal/kg
	22835 kcal/kg	28400 kcal/kg
Presión atmosférica	1.01325 bar	
Masa en volumen del aire	1.293 kg/m ³	
Masa en volumen del agua	1000 kg/m ³	

Tabla 2. Valores característicos básicos de los GLP comerciales.

3.4 CONSIDERACIONES CON EL GLP Y SUS CARACTERÍSTICAS

1. La temperatura de ebullición nos indica que el Propano se vaporizará más rápido que el Butano. En general, las empresas llenan con más propano los recipientes iguales o mayores de 45 Kg. En el país los cilindros de uso doméstico son generalmente de 25, 35, 50, 75 y 100 Lb.

2. Su temperatura de auto ignición es relativamente baja, por lo que cualquier fuentes de ignición (radio, linterna, vehículo, celular, electricidad estática, etcétera) puede encenderlo si se encuentra dentro de los rangos de inflamabilidad. Si es absolutamente indispensable ingresar a un área con gas, esto debe hacerse con equipo completo de protección (ropa protectora completa y equipo de respiración autónoma) apoyados solo por equipos intrínsecamente seguros (certificados para atmósferas explosivas).

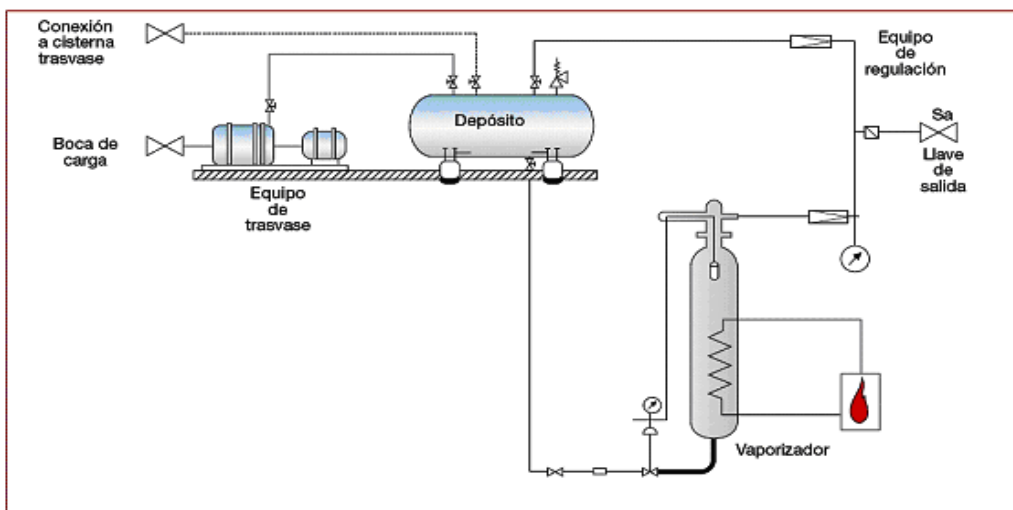
3. Una nube de GLP sólo arderá si se encuentra dentro de los Rangos de Inflamabilidad. Es importante recordar que los detectores de gas combustibles sólo indican la presencia de gas combustibles y no sirven para evaluar una posible explosión. Esto se hace con un instrumento que mida simultáneamente el % LEL (límite explosivo) y oxígeno.

4. Un cálculo teórico para considerar: un kilo de GLP tiene un volumen aproximado de 0.5 Mts^3 si consideramos que esto corresponde sólo al 5% de la mezcla ideal de "aire GLP" entonces la nube explosiva puede llegar a tener un volumen de 10 Mts^3 , sin embargo, como sabemos que el GLP es más pesado que el aire la superficie que puede llegar a cubrir esta mezcla explosiva es muy grande, y sólo calculamos esto para un kilo.

3.5 CENTRO DE ALMACENAMIENTO DE GLP

Un centro de almacenamiento se compone por el conjunto o parte de los siguientes elementos:

- Boca de carga
- Depósitos con sus válvulas de medida y de seguridad
- Equipo de trasvase (ET): compuesto por bombas o compresores para poder transvasar el GLP de un depósito a otro
- Equipo de vaporización (EV): compuesto de vaporizador y elementos complementarios para producir la vaporización forzada del GLP
- Equipo de regulación (ER): compuesto por el/los regulador(es) y el elemento de seguridad contra sobrepresión
- Equipo de seguridad (ES): dispositivos destinados a la protección de las personas y las cosas, como las válvulas de seguridad por alivio de presión, protección contra la corrosión, contra el fuego, etcétera
- Instalaciones complementarias: tales como carteles de prevención, vestimenta de protección, linternas, alarmas, explosímetros, etcétera
- Llave de salida



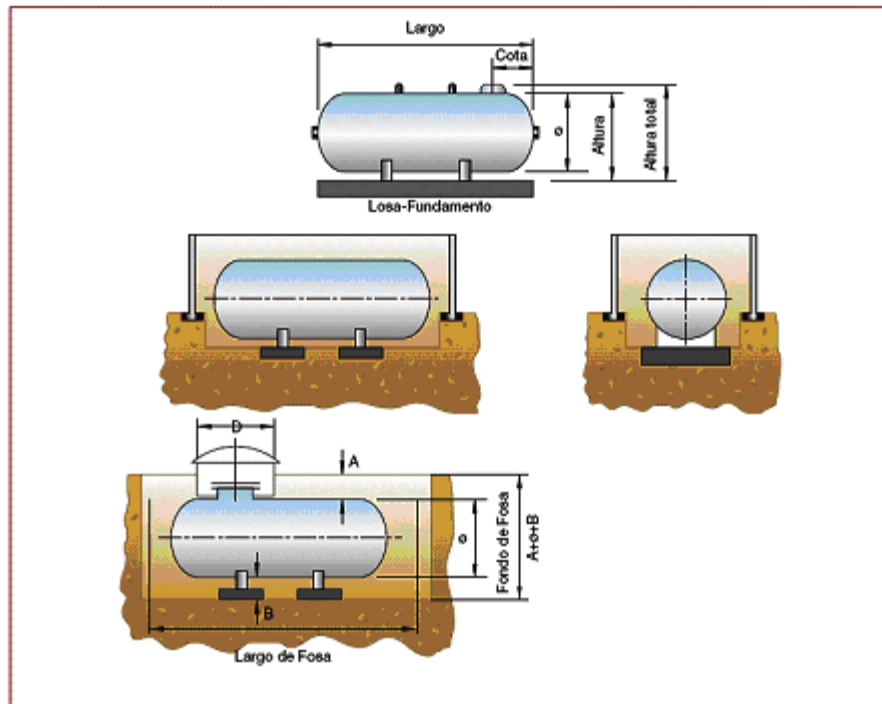
Fuente: López Sopeña, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP.1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 1. Centro de Almacenamiento

3.5.1 ALMACENAMIENTO DE GLP MEDIANTE DEPÓSITOS FIJOS

Los depósitos son recipientes destinados a contener los GLP en estado (fase) líquido, bajo presión, para su almacenamiento y consumo. Estos depósitos pueden ubicarse aéreos, enterrados o semienterrados.

- Depósitos de superficie o aéreos: son los situados al aire libre y cuya generatriz inferior queda a nivel del terreno. Son generalmente los utilizados en el país.
- Depósitos enterrados son los situados enteramente por debajo del terreno circundante. Su generatriz superior debe distar entre 30 y 50 cm del terreno. Una profundidad mayor dificultaría los trabajos de trasvase.
- Depósito semienterrado es el depósito no situado enteramente por debajo del terreno circundante pero que, cumpliendo una serie de requisitos, es considerado como si estuviera enterrado.



Fuente: López Sopena, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 2. Depósitos aéreos, semienterrados y enterrados.

Se consideran depósitos pequeños a los de volumen hasta los 20 m³ y grandes a los mayores.

El diseño de un depósito tiene en cuenta la presión máxima de trabajo correspondiente al GLP a contener. Dicha presión es la resultante de la temperatura de 60° C. Que es de unos 20 bar (se toma la del propano).

La presión de prueba del depósito es de 30% superior a dicha presión (26 bar).

Los depósitos cilíndricos se componen de una virola con sendos fondos en sus extremos que pueden ser casquetes semiesféricos o elípticos, a tener en cuenta al considerar las distancias de seguridad (Dp) desde las paredes del depósito.

Las superficies externas de los depósitos se han de proteger contra la corrosión mediante revestimiento adecuado. Los depósitos de superficie se entregan con pintura protectora en blanco y los destinados a ser enterrados, con recubrimiento protector contra la corrosión y con arqueta para contener los accesorios.

Según la reglamentación vigente a nivel internacional, los depósitos deberán llevar dos placas de datos:

- placa de diseño: con indicación de la presión de diseño y máxima de servicio, número de registro del depósito y fecha de la primera y sucesivas pruebas de presión (retimbrados).
- Placa de identificación: indicando fabricante, número de fabricación, volumen (m³), diámetro, superficie exterior, etcétera.

Una vez en funcionamiento, los depósitos han de quedar protegidos contra los agentes y acciones externas según sea la ubicación del depósito:

- los aéreos hasta 20 m³, cubiertos con una capota.
- Los enterrados, en arqueta con tapa.

En ambos casos, protegidos con cerradura o quedando en recinto cerrado.

3.5.2 ELEMENTOS MÍNIMOS A INCORPORAR A LOS DEPÓSITOS

- Boca de carga (puede ir desplazada por exigencias de distancia al aparcamiento o por existir equipo de trasvase)
- Indicadores de nivel, de lectura continua y otro para llenado máximo (punto alto)
- Manómetro de lectura directa
- Válvula de seguridad por alivio de presión
- Tomas de fase líquida y otra de fase gaseosa, con válvulas de exceso de flujo
- Drenaje
- Borna de toma de tierra

El grado máximo de llenado será de 85% en volumen, considerando la masa en volumen del gas a 20° C.

Cuando puedan existir grandes diferencias de temperatura en un mismo día, en verano o en invierno, se recomienda no pasar de 80% el grado de llenado. (pensar que en el propano, por cada grado que aumente su temperatura, el volumen aumenta un 0.324%).

3.5.3 CRITERIO DE SELECCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

Los depósitos aéreos presentan, respecto a los enterrados, una mayor facilidad de inspección, limpieza y mantenimiento, mientras que los enterrados resultan más estéticos y con mejor protección mecánica contra agentes externos y requieren menor espacio utilizado ya que las distancias de seguridad a mantener son menores.

Los depósitos enterrados requieren una obra civil más costosa que los aéreos (se ha de pensar en las pruebas de presión reglamentarias). Por otro lado, su vaporización se ve disminuida en zonas normales.

Los depósitos semienterrados se elegirán cuando exista impedimento justificado como terreno rocoso, terreno con pendientes pronunciadas o la capa freática sea alta.

3.5.4 DISTANCIAS DE SEGURIDAD EN ESTACIONES DE GLP

Estación de GLP es la superficie de terreno limitada por las distancias de seguridad.

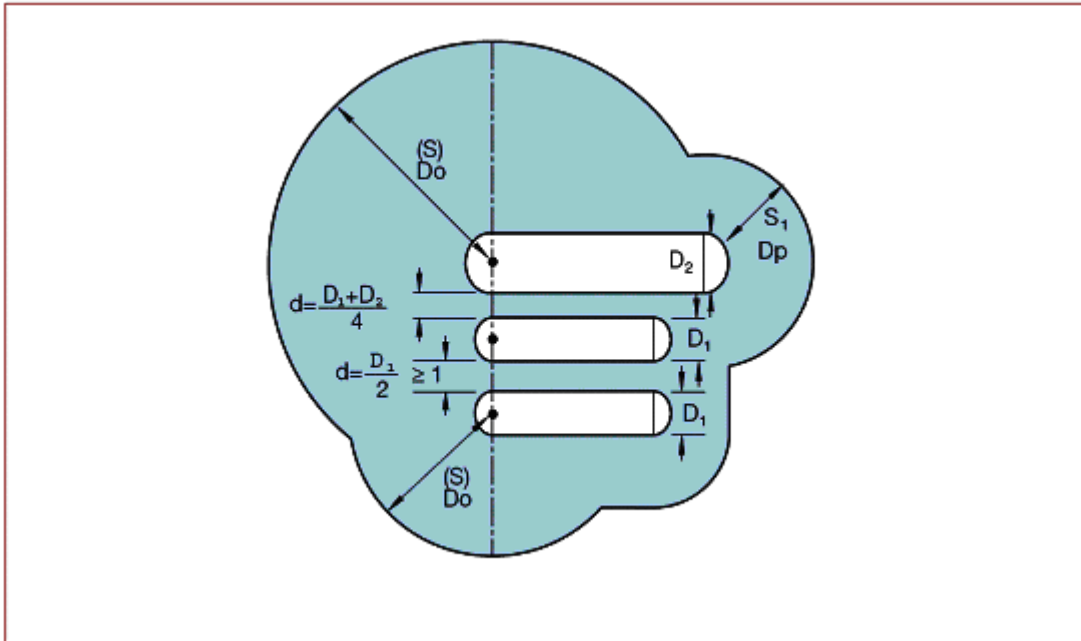
Las distancias de seguridad (D_o y D_p) son aquellas mínimas que se han de guardar entre el depósito y los diferentes puntos para el cual el almacenamiento de GLP pueden representar algún riesgo (inmuebles, vías, sótanos, alcantarillas, desagües, etcétera) o desde los que pueden provenir algún riesgo (límite de propiedad, “puntos calientes”, vías públicas, etcétera).

Según la normativa, a partir de las distancias de seguridad, los riesgos de que se formen mezclas explosivas dentro de los límites de inflamabilidad, son de menor consideración.

D_o = distancia medida desde los “orificios” del depósito.

D_p = distancia medida desde el perímetro del depósito.

Orificios son cualquier abertura de un depósito de GLP, no cerrada por medio de tapones roscados o bridas ciegas, por donde en su función normal, pueden dar lugar a una eventual salida de gas. Son orificios: las válvulas de seguridad y las bocas de carga situadas en el depósito (no alejadas). Se considerara la más alta.



Fuente: López Sopena, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 3. Estación de GLP formada por las distancias D_o y D_p .

3.5.5 DISEÑO CONSTRUCTIVO DEL CENTRO DE ALMACENAMIENTO DE GLP

Al proyectar el centro de almacenamiento se han de tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- deberá estar cubierto mediante una solera de hormigón con cuantía mínima de 150 Kg de cemento por m^3 , y de al menos de 10 cm de espesor.
- Los depósitos han de respetar las distancias de seguridad establecidas.
- Los depósitos cilíndricos se instalarán con su eje longitudinal sensiblemente horizontal, con ligera inclinación hacia el orificio de drenaje en los de superficie.
- La zona de ubicación de los depósitos será horizontal.
- Cuando se instalen varios depósitos en un mismo centro, ubicarlos de forma que no se pueda producir el sobrellenado de uno a costa de los

otros, utilizando válvulas de retención o colocándolos con la generatriz superior al mismo nivel.

- Aparcamiento del camión cisterna. La maniobra necesaria para salir del centro deberá resultar fácil. (el camión cisterna se deberá situar en posición de salida antes de comenzar la descarga).
- Si no se puede ubicar el depósito a una distancia del aparcamiento destinado a la cisterna, inferior a la longitud de las mangueras (unos 30 m), se deberá situar la boca de la carga a distancia. La longitud física de las mangueras alcanza los 40 m, pero la eficaz es unos metros menos.
- Para volúmenes grandes se recomienda dividir la capacidad entre depósitos de menor volumen, según características de instalación. Disponer de dos depósitos ofrece ventajas en su mantenimiento y suministro, lo que resulta imprescindible en instalaciones industriales.
- A igualdad de volumen, elegir los de menor diámetro para conseguir una mayor superficie mojada y una mayor vaporización.
- Cuando los depósitos, en función de su capacidad, lleven apoyos de hormigón en lugar de patas-con zapatas-, se intercalara entre el depósito y éstos apoyos juntas de neopreno para evitar un contacto directo.

5.5.6 TABLAS DE DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Instalación	Grupo	Volumen m ³	Distancia m	Referencias						
				1	2	3	4A	4B	5	6
Area	A0	<=5	Do				3	3	6	3
			Dp	0.6	1.25	0.6	2	2		3
	A1	<=10	Do				5	5	10	3
			Dp	0.6	1.25	0.6	3	3		3
	A2	<=20	Do				7.5	7.5	15	3
			Dp	1	1.25	1	5	5		3
	A3	<=100	Do				10	10	20	3
			Dp	1	3	5	7.5	7.5		3
	A4	<=500	Do				15	15	30	3
			Dp	1	5	5	10	10		3
	A5	<=2000	Do				30	30	60	3
			Dp	2	10	7.5	20	20		3
Resto	E0	<=5	Do	0.8	1.5	0.8	3	3	6	3
			Dp	0.8	2	1	4	4	8	3
			Do	0.8	3	2	5	5	10	3
			Dp	0.8	5	3	10	10	20	3

Tabla 3. Tabla distancias de seguridad

Referencia 1: Espacio libre alrededor de la proyección sobre todo el terreno del depósito. Quedará horizontal para facilitar el desplazamiento del equipo de extinción de incendios.

Referencia 2: Distancia al cerramiento. El recinto no podrá contener elementos ajenos al servicio.

Referencia 3: Distancia de muros o paredes ciegas.

Referencia 4A: Distancia a límite de propiedad, proyección de líneas aéreas de alta tensión.

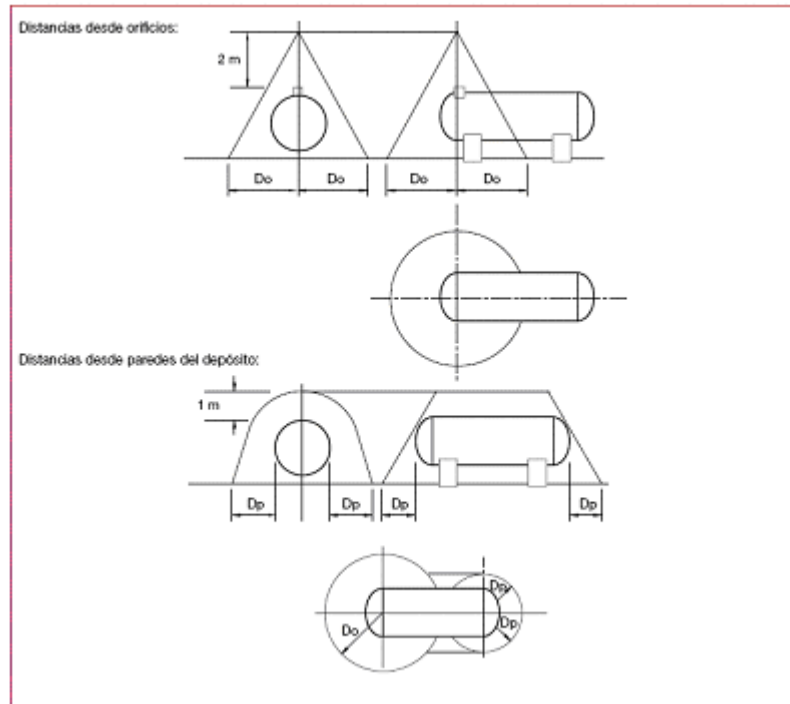
Referencia 4B: Distancias a aberturas de inmuebles, aberturas de sótanos, aberturas de alcantarillas, focos fijos de inflamación, motores fijos de explosión, vías públicas, férreas o fluviales navegables equipos eléctricos no protegidos, y desagües. Determina la estación GLP.

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

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

*Propuesta presentada oficialmente en el Congreso de Confederación Nacional de Asociaciones de Empresas de Fontanería, Gas, Calefacción, Climatización, Protección contra incendios, Electricidad y Afines –CONAIF- de 1994, en España.

Se desglosa la referencia 4 en dos grupos (4A y 4B) porque el poder aplicar muros para reducir distancias de seguridad hasta el 50% se refiere exclusivamente al grupo 4B. Dichas distancias se encuentran en recuadros con fondo oscuro.



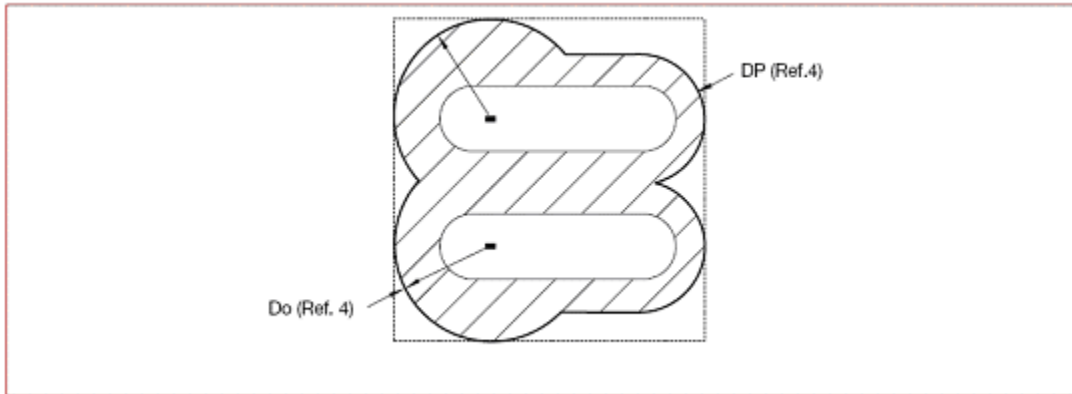
Fuente: López Sopeña, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 4. Forma de medir las distancias de seguridad.

3.5.7 CERRAMIENTO

Con el fin de impedir el acceso de personas ajenas al centro de almacenamiento (depósitos y equipos) este se ha de situar en un recinto delimitado, en los casos que así lo requiera la Normativa, por una cerca de 2 m de altura, como mínimo, metálica o de otro material incombustible que permita su ventilación el cerramiento se encontrará a una distancia mínima del depósito señalada por la referencia 2 del cuadro de distancias de seguridad.

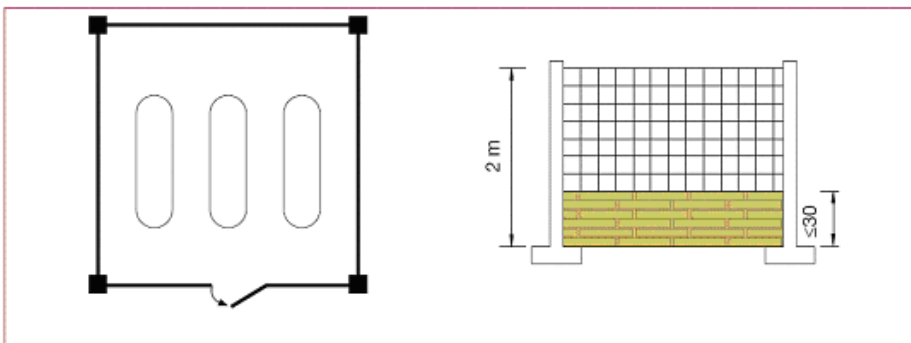
Cuando se utilicen muros o pantallas reglamentarias estos podrán hacer la función de cerramiento si no impiden la correcta ventilación, debiendo tener entonces una altura mínima de 2 m. El suplemento entre 1.5 m del muro y los 2 m de la cerca, puede ser de malla metálica.



Fuente: López Sopeña, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 5. Cerramiento. Distancia según referencia 2.

Se podrá prescindir de cerramiento cuando los depósitos sean aéreos, de hasta 5 m^3 o bien enterrados, de hasta 10 m^3 , en ambos casos sin equipo de trasvase o de vaporización y que no suministren a instalaciones que pertenezcan a lugares de pública concurrencia. En estos casos, la boca de carga, las llaves, equipos de regulación y los accesorios de los depósitos se encontrarán dentro de una arqueta o capota incombustible con su correspondiente cerradura (puede existir la boca de carga a distancia, en una arqueta bajo llave). Igualmente se podrá prescindir de cerramiento cuando la instalación de GLP se encuentra en el interior de plantas industriales de productos petrolíferos.



Fuente: López Sopeña, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 6. Cerca de un centro de almacenamiento de GLP.

El zócalo, cuando se construya, no podrá tener una altura superior a 30 cm. Las puertas abrirán hacia el exterior y los cierres serán de accionamiento rápido manipulables desde el interior sin necesidad de llaves.

3.5.8 MUROS O PANTALLAS

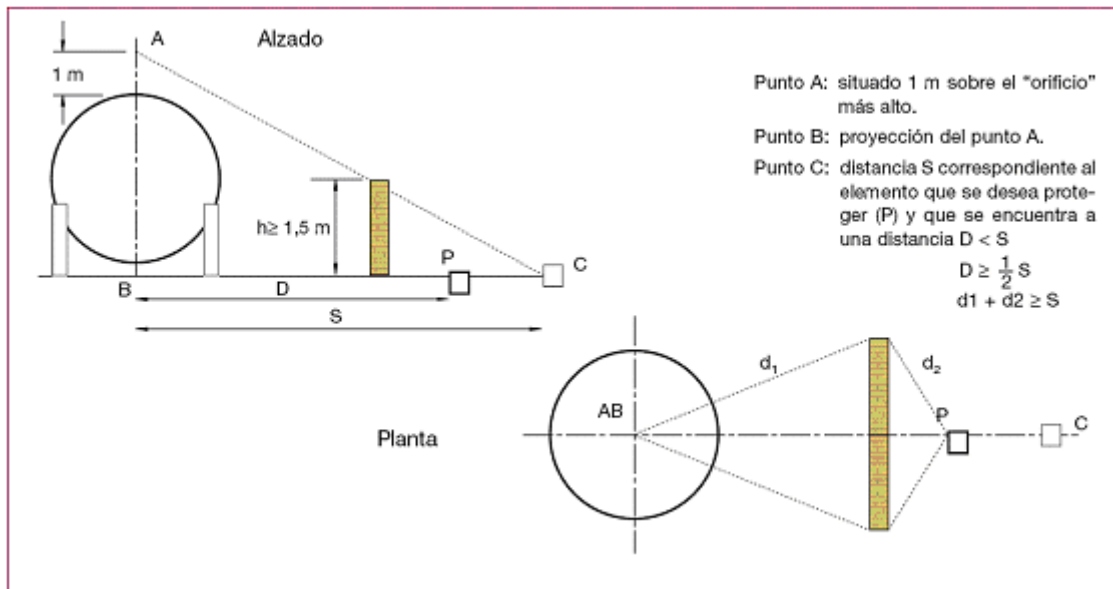
Los muros se pueden utilizar para reducir las distancias de seguridad (Do) desde los orificios, hasta el 50% puesto que suponen un freno al eventual derrame de gas fugado por los mismos. Han de ser rectos, incombustibles (RF-120)*, y sin abertura alguna (ciegos). La altura del muro, no inferior a 1.5 m, vendrá definida por el cateto AC del triángulo ABC formado en la figura. (ver figura 7).

No se permite mas de dos muros en una instalación.

En los depósitos aéreos, la reducción afecta a todas las distancias desde los orificios.

En los depósitos enterrados y semienterrados, afecta a las distancias de la referencia 5 (locales de pública concurrencia).

* RF = resistencia al fuego: grado de incombustibilidad de un material, medido según los criterios establecidos en la norma básica de edificación (NBE-CPI-82). Decir que la resistencia al fuego de un material es RF-120 significa que puede soportarlo durante 120 minutos sin quemarse o destruirse.



Fuente: López Sopeña, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

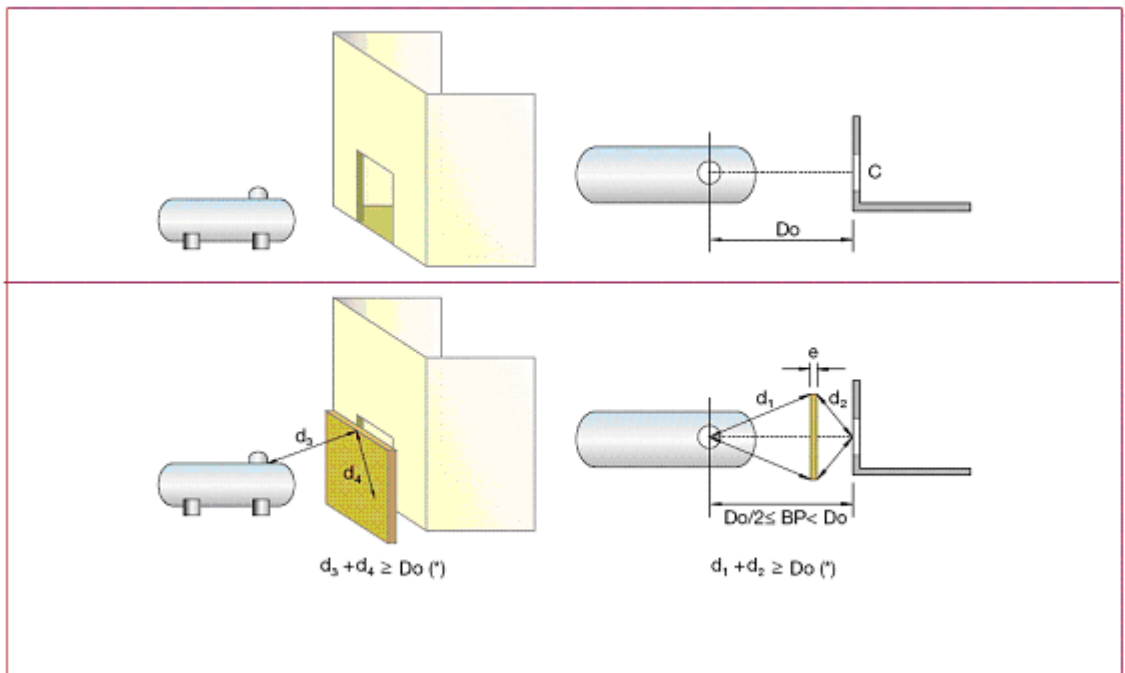
Figura 7. Determinación de las dimensiones del muro para un depósito de superficie.

P es el punto que pretendemos proteger y el punto C representa la distancia de seguridad necesaria.

S es la distancia de seguridad correspondiente al punto P a proteger, es decir de B a C. (es superior a la disponible D).

Se ha de cumplir: $D \geq \frac{1}{2} S$

Condiciones adicionales del muro: la altura mínima será de 1.5m y la longitud mínima será tal que se cumpla: $d_1 + d_2 \geq S$



Fuente: López Sopeña, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 8. Recomendación europea.

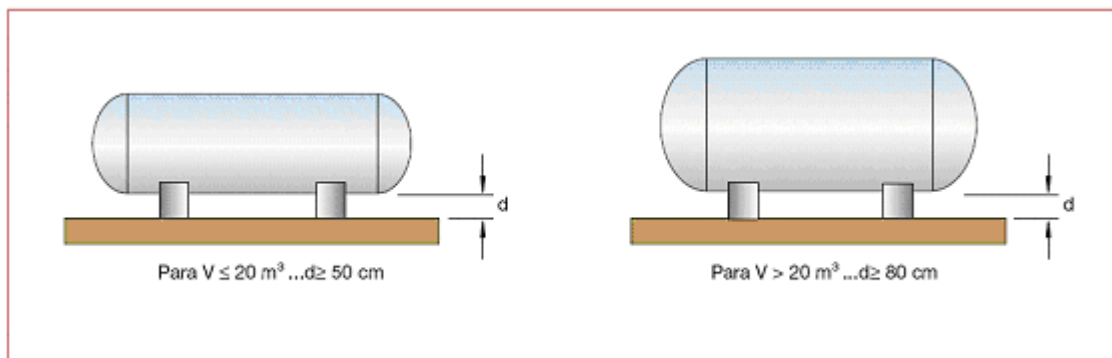
La recomendación europea contempla además, la condición de que la suma de distancias $d_3 + d_4$, camino a recorrer por el gas sobre el “muro” hasta el punto de riesgo, no sea inferior a la distancia “Do” tubulada correspondiente.

Ejemplo de aplicación en deposito de superficie. Supongamos que para poder colocar un depósito aéreo se ha de respetar una distancia “D”= 10 m a un elemento determinado “P”(límite de propiedad en A3) pero se dispone de una distancia “d”= 8 m insuficiente: “d”<”S”, siendo: $d \geq 1/2 D$.

Se situará el punto imaginario A a 1 m sobre el orificio más alto del depósito. Se situará el punto C a 10 m de la proyección del punto A sobre el suelo. Se unirán los puntos A y C. El muro deberá alcanzar dicha hipotenusa que marca su altura mínima. Recordar que alrededor de 1 m del depósito (referencia1) no debe existir construcción alguna.

3.5.9 EMPLAZAMIENTO

En caso de existir más de un depósito en el centro de almacenamiento, se emplazarán de forma que, en caso de desplazamiento de uno de ellos en el sentido de su eje longitudinal no encuentre cortada su trayectoria por otro depósito del mismo centro (emplazamiento paralelo).



Fuente: López Sopena, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

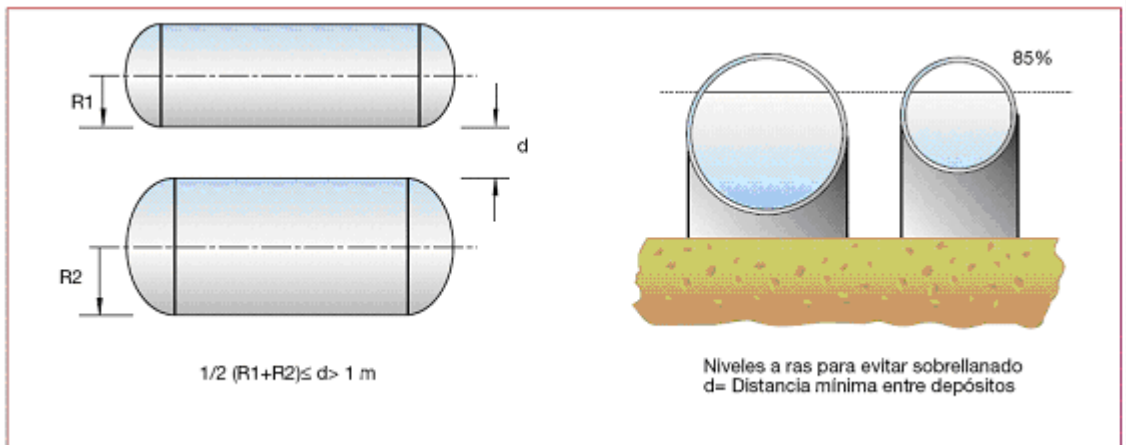
Figura 9. Distancia entre el depósito (drenaje) y el suelo.

Los apoyos del depósito soportarán la carga que se produce en la prueba hidráulica. Deben estar anclados de tal forma que permitan las dilataciones y concentraciones de esfuerzos que puedan producirse.

El drenaje de los depósitos de hasta 20 m³ no quedarán a una distancia inferior a 50 cm del suelo. Para volúmenes superiores, la distancia mínima será de 80 cm. El eje longitudinal del depósito se encontrará con la inclinación suficiente para facilitar el drenaje.

La distancia entre depósitos aéreos deberá ser al menos igual a la semisuma de sus respectivos radios R1 y R2 y como mínimo de 1 m.

Se conectarán a tierra con una resistencia menor de 20 ohms.



Fuente: López Sopena, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP.1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

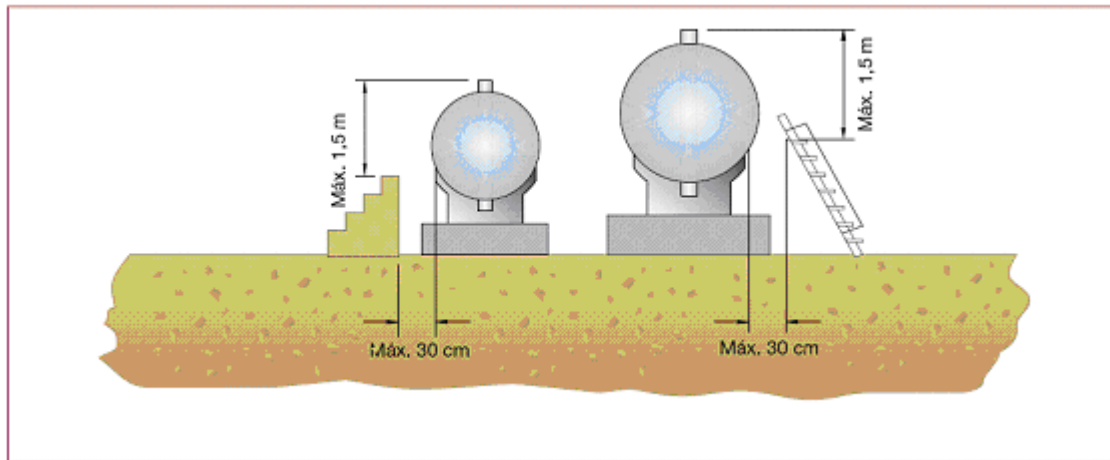
Figura 10. Emplazamiento paralelo. Distancia entre depósitos aéreos

3.5.10 ACCESIBILIDAD DE LOS DISPOSITIVOS DEL DEPÓSITO. ESCALERAS

Para facilitar el acceso a los “accesorios” del depósito (llenado, lectura, etc.), será obligatoria la resistencia de un altillo, escalera o escalones, ya sean, metálicos o de fábrica, con objeto de que la distancia entre el punto más alto del depósito y el escalón superior este situado como máximo a 1.5 m.

En los depósitos pequeños podrá ser uno o varios escalones de fábrica no distanciados del depósito mas de 30 cm.

En el caso de los depósitos grandes puede ser conveniente el acoplar una escalera metálica fija al terreno para que los accesorios sean de fácil acceso. Cuando exista arqueta sobre el depósito, colocar la escalera en el lateral opuesto a donde se encuentren las bisagras.



Fuente: López Sopena, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 11. Colocación de escaleras en los depósitos aéreos.

3.5.11 CÁLCULO DE LA PLATAFORMA O SOLERA

La solera para soportar al depósito y evitar la eventual flotación tendrá un espesor mínimo de 15 cm.

Para evitar la flotación de los depósitos, en el caso mas desfavorable de encontrarse estos vacíos, al descubiertos y sumergidos en agua, se han de anclar, mediante zunchos, pernos, etc. A una solera de hormigón armado de suficiente masa, que compensen dicho empuje ascendente de flotación. Evitar el contacto del depósito con otros cuerpos metálicos.

Sea un depósito de 10 m^3 de volumen de almacenamiento (V_a). Su diámetro es de 1.5 m y su longitud total de unos 6 m.

La superficie de la plataforma serán como mínimo la de la proyección vertical del depósito. En este caso $6 \times 1.5 \text{ m}$

Masa de agua desalojada: $M_a = V_a \times \text{densidad} = 10 \text{ m}^3 \times 1000\text{kg/m}^3 = 10000 \text{ kg}$

Tara (masa) del depósito: $T = 2180 \text{ kg}$

Empuje vertical ascendente resultante: $E = (M_a - T) \times \text{gravedad} = (10000 - 2180) \times \text{gravedad} = 7820 \times \text{gravedad}$

Siendo la gravedad = 9.81

Valores para la solera:

- Masa de la solera: $M_s = E / g = 7820 \times g / g = 7820 \text{ kg}$
- Volumen de la solera: para una masas de volumen del hormigón de densidad = $2400 \text{ kg} / \text{m}^3$, la solera deberá tener un volumen de:
 $V_s = M_s / \text{densidad} = 7820/2400 = 3.26 \text{ m}^3$
- Espesor de la solera: al ser el volumen $V = e \times 1.5 \times 6 = 3.26 \text{ m}^3$;
Despejando el espesor: $e = 3.26 / 9 = 0.362 \text{ m}$

Si tomamos el espesor de 0.4m, la masa de la solera será:

$$(6 \times 1.5 \times 0.4) \times 2400 = 8640 \text{ kg}$$

Que supera el empuje vertical ascendente por flotación calculado anteriormente ($7820 \times g \times \text{kg}$).

De forma directa se puede obtener el valor del espesor mediante la expresión:

$$e = 1000 \times V - T / 2400 \times A \times L;$$

Siendo:

e = espesor de la plataforma (m)

V= volumen del depósito (m^3)

T= tara (masa) del depósito (kg)

A= ancho de la plataforma (como mínimo, el diámetro del depósito) (m)

L= longitud de la plataforma (como mínimo, la longitud del deposito) (m)

Ejemplo de aplicación: en nuestro caso, al ser los datos en el orden descrito:

10 m^3 ; 2180 kg; 1.5 m y 6 m, el espesor resulta ser:

$$(10000 - 2180) / (2400 \times 1.5 \times 6) = 7820 / 21600 = 0.362 \text{ m}$$

para frenar el agrietamiento o quebrantamiento del hormigón, se pondrá un enmallado de 10 mm con una resistencia de $4100 \text{ kg} / \text{cm}^3$

Dimensiones de la solera definitiva: $6 \times 1.5 \times 0.4 \text{ m}$

A modo de orientación, las dimensiones de la plataforma, en función del volumen del depósito pueden ser las siguientes:

3.5.11.1 DIMENSIONES DE LA PLATAFORMA

Carga max. Kg	Espesor "e" m	Ancho "A" m	Largo "L" m
3400	0.2	1.6	3.0
5900	0.2	1.6	4.8
10600	0.3	2.0	5.5
15000	0.3	2.0	7.5

Tabla 4. Dimensiones de plataforma.

3.5.11.2 CÁLCULO DE LOS ESPÁRRAGOS DE SUJECIÓN

Si por cada apoyo del depósito se coloca un espárrago, cada uno soportará la cuarta parte del esfuerzo vertical.

Para el cálculo de los espárragos de sujeción se ha tenido en cuenta:

$$Tu = E / n = 7800 \times g / 4 = 1955 \times g \text{ por espárrago}$$

Siendo:

Tu = Tensión unitaria

E = esfuerzo vertical ascendente

n = número de espárragos

g = aceleración de la gravedad

Para un coeficiente de trabajo de Ct = 4100 x g del acero (tetracero, en kg/cm²), Resulta necesaria una sección de :

$$S = Tu / Ct = (1955 \times g) / (4100 \times g) = 0.476 \text{ cm}^2 \text{ por espárrago}$$

Para la que se precisa un diámetro:

$$D = (0.476 / \text{Pi})^{(1/2)} = 0.389 \text{ cm}$$

Se eligen espárragos de 1 cm de diámetro.

De forma rápida se pueden calcular el diámetro del espárrago mediante la fórmula siguiente:

$$D = ((1000 \times V - T)^{1/2}) / 226.98$$

Siendo:

D = diámetro del espárrago (cm)

V = volumen del depósito (m³)

T = tara del depósito (kg)

Ejemplo de aplicación: en nuestro caso, al ser los datos en el orden descrito : 10 m³; 2180 kg, el diámetro del espárrago resulta ser: 0.389 cm.

3.5.12 DEPÓSITOS DE GLP EN PATIOS

Las instalaciones de GLP podrán ubicarse en el interior de los patios si se cumplen las siguientes condiciones (el depósito quedará protegido contra eventuales choques):

- Los depósitos de superficie (aéreos) han de tener un volumen geométrico máximo de 20 m³ y los enterrados de 10 m³. (se proyecta ampliar los enterrados hasta 20 m³)

- El patio tendrá acceso apropiado a vehículos de suministros y socorro (empresa suministradora, bomberos, etc.).

- El área de la estación de GLP estará cubierta cumpliendo además uno de los conjuntos de condiciones siguientes:

3.5.12.1 PRIMERA CONDICIÓN

Implica cumplir las condiciones indicadas a continuación:

- El patio estará abierto totalmente a calles o zona exterior permanentemente ventilada y a nivel del suelo.

- Las aberturas entre edificios debe sumar, al menos un 1/6 del perímetro de patio, (considerando idealmente cerrado, por las rectas que unen las esquinas interiores de las partes abiertas) $D_e \geq P/6$.

- El patio podrá contener integra la estación de GLP y una franja alrededor de ella, de anchura mínima de 3 m.

- El área de la estación de GLP deberá estar descubierta.

Siendo:

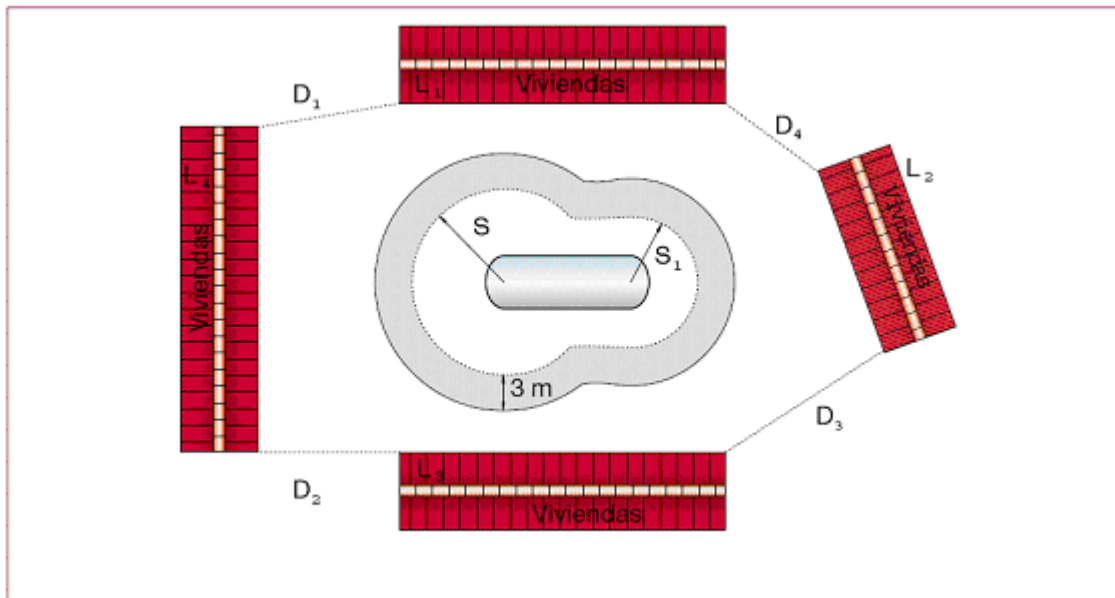
De las distancias entre las esquinas interiores de las partes abiertas:

$$D_e = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + \dots$$

Lf las longitudes de fachada de los edificios que forman el patio:

$$L_f = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + \dots$$

P el perímetro del patio formado por las distancias entre esquinas y por las longitudes de fachadas: $P = D_e + L_f$



Fuente: López Sopena, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPISA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 12. Primera opción para poder ubicar depósitos en patios.

3.5.12.2 SEGUNDA CONDICIÓN

Implica cumplir las condiciones indicadas a continuación:

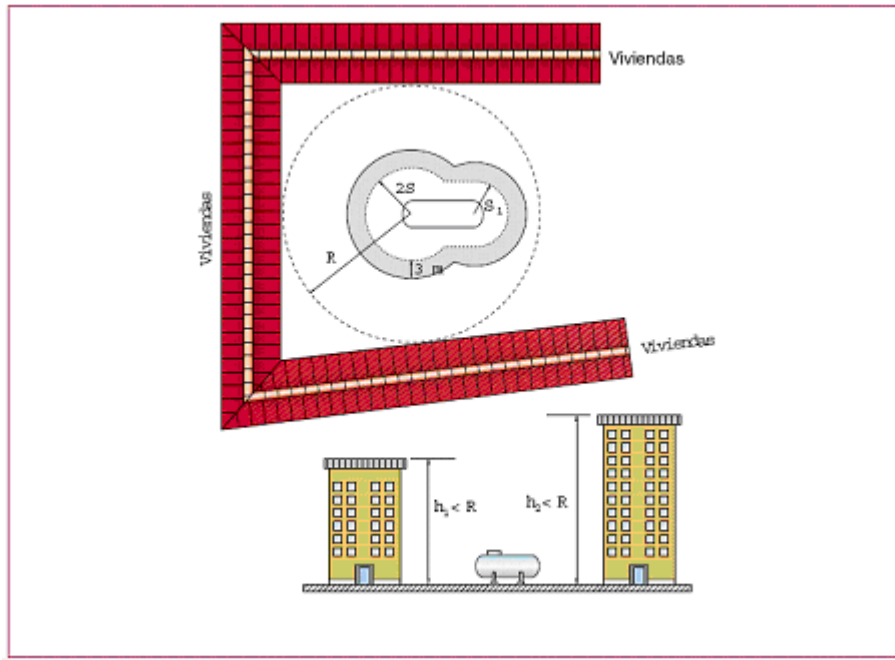
- Las edificaciones que forman el patio no tendrán altura mayor al radio del círculo mayor que pueda “inscribirse” en el patio que incluya los depósitos y equipos (más que la estación de GLP).

- Podrá contener íntegra la zona limitada por la estación de GLP (que en este caso se considerará con distancias doble de las señaladas por la referencia 4 del “cuadro de distancias de seguridad”).

- Podrá contener una franja libre alrededor de la zona anterior de al menos 3 m.

En los patios no se podrán utilizar muros o pantallas para reducir las distancias de seguridad.

Se admite más de un centro de almacenamiento en un patio siempre que sean independientes. El emplazamiento del depósito vendrá condicionado por las dimensiones del patio y por las aberturas libres entre bloques de vivienda, así como por las alturas que conforman dicho patio.



Fuente: López Sopeña, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura13. Segunda opción para poder ubicar depósitos en patios.

3.5.13 CANALIZACIONES DEL CENTRO DE ALMACENAMIENTO

Normas generales:

Los conductores desde el depósito hasta el equipo de regulación deberán cumplir con la ITC-MIG 5.2 del reglamento de redes y acometidas, en España.

Las conducciones de fase líquida tendrán presión de prueba de 26 bar, rigiéndose igualmente por la misma ITC (Instrucción Técnica Complementaria) que las de fase gaseosa.

Para todas ellas se obtendrá del fabricante un certificado de la partida.

Las conducciones para la fase líquida que pudieran quedar aisladas entre llaves de corte, dispondrán de una válvula de seguridad por alivio térmico o diferencial (bi-pass) automáticas que liberen cualquier exceso de presión.

Las conducciones que queden fuera de servicio se cerraran mediante tapón roscado, disco ciego o brida ciega.

Cuando las conducciones deban atravesar paredes o forjados, lo harán a través de pasamuros.

3.5.14 UNIONES DE TUBERIAS

Uniones fijas: se realizarán mediante soldeo a tope. Los accesorios tales como codos, tes, reducciones, etc. Serán normalizados y deberán ser al menos de la misma calidad y propiedades que la tubería.

Los soldadores serán calificados y el procedimiento de soldeo estará homologado. Referente a la calificación de soldaduras, se seguirá a lo dispuesto en la normas internacionales.

Uniones desmontables. Se podrá utilizar las siguientes:

- Las uniones mediante bridas se utilizarán únicamente para la conexión de cierto tipo de dispositivos tales como reguladores, llaves, válvulas, juntas aislantes y otros.

- Las uniones mediante roscas cónicas (rosca gas) se puede realizar únicamente para la conexión de elementos auxiliares tales como válvulas de purga, manómetros, etcétera. Siempre que el diámetro sea inferior a 40 mm.

- Racores con asiento plano a compresión

- Uniones metal-metal, tipo esfero-cónico, se utilizará solo en conexiones accidentales como pueda ser la de las mangueras.

No esta permitida la conexión de tuberías mediante bridas, estas solo se usarán para accesorios.

Las uniones roscadas tienen el uso limitado a diámetros inferiores a 50 mm, para accesorios y aparatos únicamente.

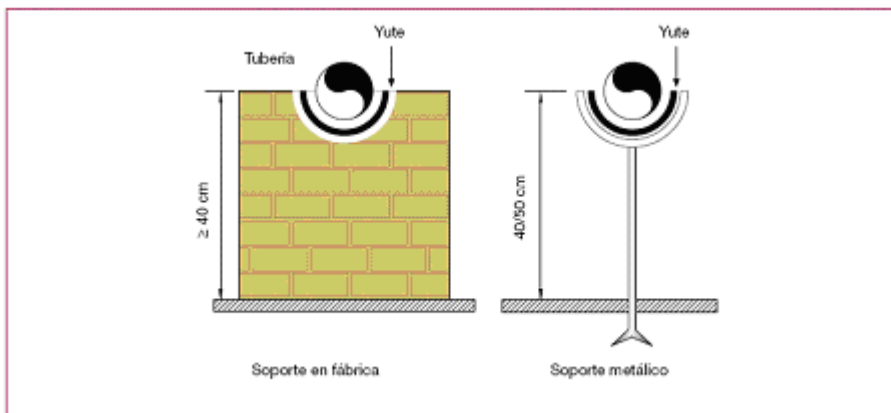
Las uniones se realizarán mediante soldadura a tope.

Tendido de canalizaciones: podrán ser aéreas, en canales registrables o enterradas pero nunca empotradas. Las que conexionen depósitos entre si o con equipos complementarios deberán ser aéreas, sean para fase líquida o gaseosa.

La distancia mínima de las conducciones al suelo será de 5 cm. Se montarán sobre apoyos convenientemente anclados, pudiendo ser metálicos o de fábrica.

Cuando las conducciones discurran adosadas a un muro, se mantendrán a una distancia de este de cómo mínimo 2 cm.

Se evitará el contacto entre la tubería y el anclaje intercalando neopreno (flexible) o teflón (rígido). Las alturas que deben guardar las mostramos en la figura siguiente.



Fuente: López Sopeña, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPISA-ELF-GAS, S.A. 2001

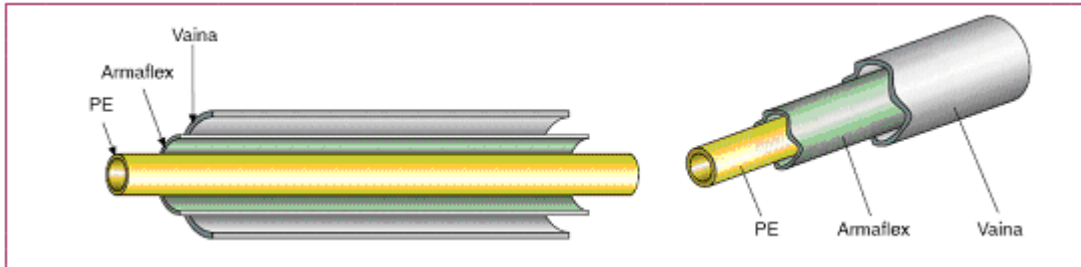
Figura 14. Apoyos soportes para las conducciones sobre el suelo.

Todas las conducciones se protegerán contra la corrosión.

Las tuberías destinadas a fase líquida se pintaran en color rojo y las destinadas a fase gas, en amarillo.

Conducciones enterradas: se conservará un plano donde se refleje la ubicación de las mismas. Cuando existan uniones que pudieran formar pares galvánicos, se intercalarán las correspondientes juntas aislantes.

Las conducciones envainadas llevarán un aislamiento interno que evite su mutuo contacto como es el armaflex.



Fuente: López Sopena, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 15. Armaflex.

Donde no se pueda asegurar una perfecta unión soldada, se utilizarán las uniones de enchufe y bordón mediante manguito, cuya soldadura no se puede radiografiar.

3.5.15 DISPOSITIVOS DE MANIOBRA Y CONTROL DE LOS DEPÓSITOS

Los depósitos de GLP requieren llaves, válvulas y dispositivos de control especiales para llevar a cabo cada operación.

Recordaremos las definiciones de llave y válvula:

LLAVE: dispositivo que realizan la función de apertura o cierre del flujo del fluido (gas o líquido) y que exige un intervención manual para actuar mediante volante, palanca. Se clasifica por su construcción (de asiento, de un cuarto de vuelta bola o esfera, de mariposa, de compuerta,...etcétera) o por su aplicación, de corte, de regulación, rompehielos, de mantenimiento, etcétera.

VÁLVULA: dispositivo de corte o regulación intercalado en una conducción o formando parte de un aparato que es accionado por alguna de las

características del propio fluido (por su presión, caudal o flujo, temperatura, sentido de desplazamiento, etcétera). Se incluyen los dispositivos de corte de accionamiento electromagnético y neumático. Las válvulas tienen una característica según la función específica que cumplan.

3.5.15.1 LLAVES

Las llaves además de resultar estancas (sin fuga al exterior), han de ser herméticas (no han de permitir el paso del fluido cuando se encuentre en posición cerrada), fundamentalmente para poder aislar un equipo para su reparación o sustitución y para aislar un servicio a una parte de la instalación.

Las llaves de un cuarto de vuelta son muy indicadas para las instalaciones de gas, precisamente por su facilidad y rapidez de manejo, pues con un sencillo movimiento pasan de una posición a otra, lo que las hace insustituibles en circunstancias de emergencia.

Las llaves deben llevar indicación de sus respectivas posiciones abierto o cerrado, o sentido de maniobra (abrir o cerrar).

La pérdida de carga que una llave ofrece al paso de fluido depende de la configuración de la válvula y del caudal, y deber ser facilitada por el fabricante de la misma, por ejemplo, en longitud equivalente.

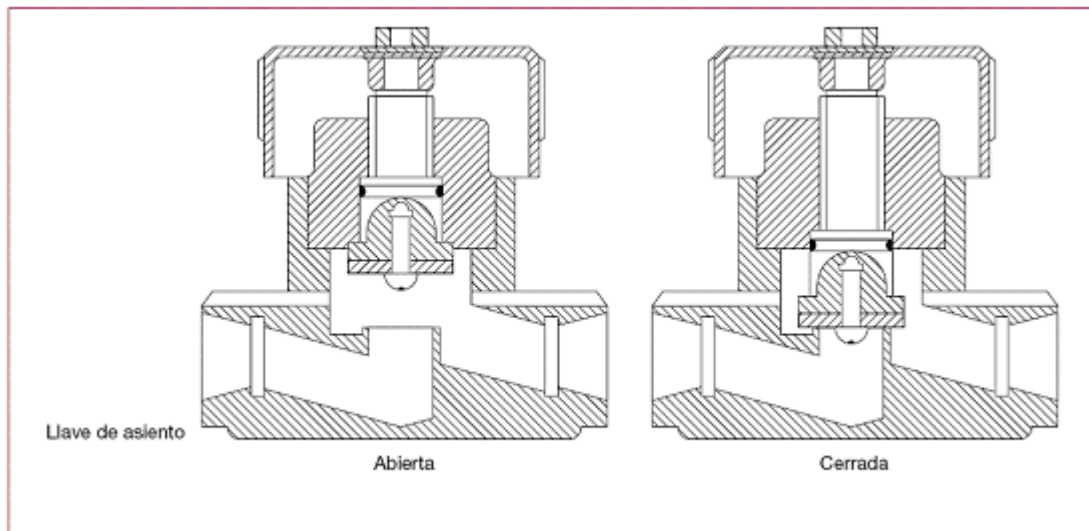
Se instalarán llaves delante de los reguladores, a la entrada de los aparatos y de los contadores y en todas las ramificaciones de la instalación.

Las partes fundamentales de una llave son el cuerpo con el asiento de cierre, el usillo con el obturador, las juntas entre usillo y cuerpo (empaquetadura), el volante o la palanca de accionamiento y las conexiones a la conducción que pueden ser roscadas, por bridas, por racores.

3.5.15.1.1 TIPOS DE LLAVES

- Llaves de asientos (antiguamente tipo globo): se trata de un usillo portador de un obturador que se desplaza verticalmente sobre el asiento de la llave, a modo de tapón. Se acciona mediante volante. El obturador acoplado “loco” en el usillo, al descender y entrar en contacto con el asiento, deja de girar evitándose así el desplazamiento sobre el asiento y consecuentemente el desgaste.

La pérdida de carga es elevada pues el fluido cambia de sentido a su paso. Se recomienda que el fluido entre de abajo a arriba.

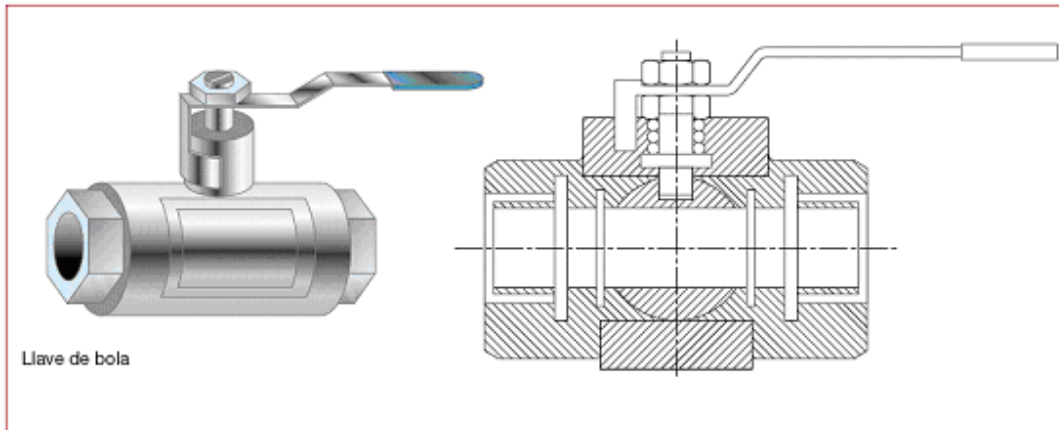


Fuente: López Sopena, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 16. Llave de asiento.

- Llaves de bola: funcionan como las de macho cónico con la salvedad de que el obturador es una bola o esfera. La hermeticidad se consigue utilizando juntas de PTFE (teflón). La pérdida de carga en posición abierta es reducida pues el fluido atraviesa sin cambio de sentido. En los modelos con reducción de sección de paso, la pérdida de carga equivalente puede considerarse de 1 m de

tubería. La palanca en posición abierta debe ser paralela al eje de la conducción que la contiene (en sentido del flujo). Se podrán precintarse en posición cerrada.

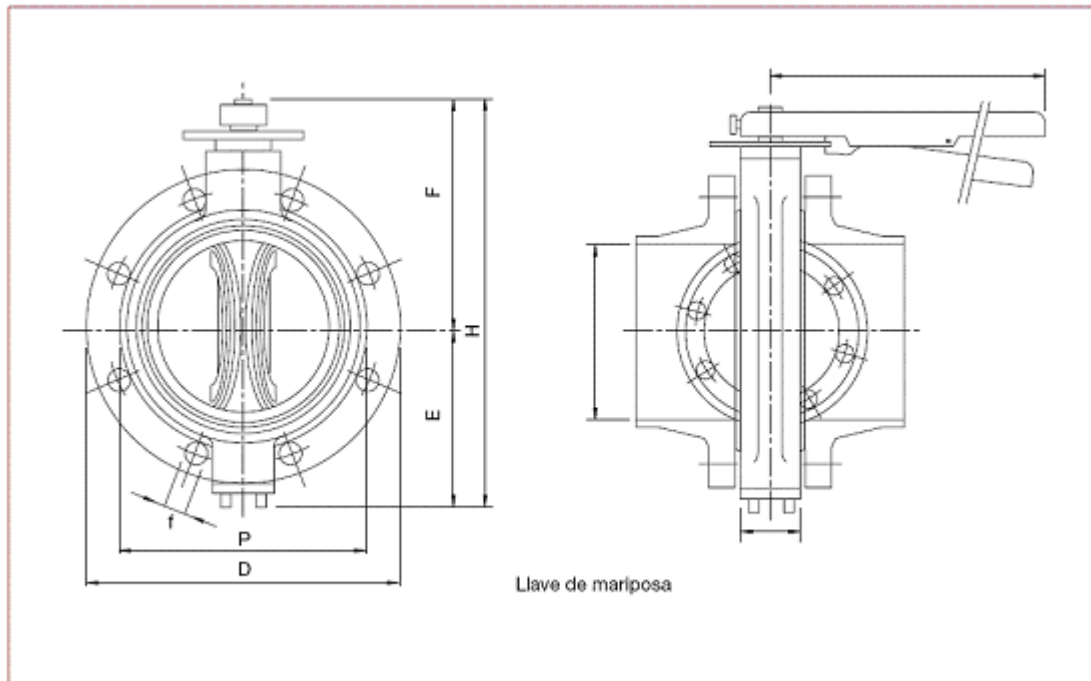


Fuente: López Sopeña, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 17. Llave de bola.

Las llaves de conducciones son de bola y si hacen la función de llave de acometida, llevan una prolongación telescópica que incluye la extensión de maniobra. Son metálicas con recubrimiento total de poliuretano.

- Llaves de mariposa: parecidas a la de compuerta pero en las que el obturador gira un cuarto de vuelta, sin desplazamiento, sobre su eje vertical, de forma que en la posición abierta, el fluido la baña en posición de perfil.



Fuente: López Sopeña, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 18. Llave de mariposa.

Cada fabricante da a sus modelos de llaves unas particularidades propias.

3.5.15.2 VÁLVULAS

Según su finalidad, llevan nombres apropiados que iremos viendo. En este tipo de instalaciones existen dos tipo de válvulas que suelen estar incorporadas en otras llaves por lo que consideraremos que se deben tratar previamente.

Nos referimos a las válvulas de retención y a las de exceso de flujo.

3.5.15.2.1 VÁLVULAS ANTIRETORNO (RETENCIÓN)

La válvula antiretorno permite el paso de fluido que la atraviesa, tanto en fase gaseosa como en líquida, en un solo sentido, cerrándolo automáticamente cuando el fluido intenta circular en sentido contrario.

Se compone de los siguientes elementos:

- Parte fija: un cuerpo que se intercala en el conducto de gas del que forma parte.

- Parte móvil: un eje porta obturador que se desliza por un cilindro ajustado. También puede consistir e un disco basculante, accionado por el flujo del gas.

- Un muelle que tiende a mantener el obturador (no el disco) de la válvula en posición cerrada. La fuerza de accionamiento es muy débil.

Mientras el gas no fluya, la válvula se encuentra en posición cerrada (se igualan las presiones a ambos lados de la misma, la de llenado y la del depósito) y es el muelle o la gravedad la que cierra el paso. Si el gas fluye en sentido correcto, el flujo vence la reducida resistencia del muelle o la gravedad que tiende a mantener el disco en contacto con el asiento y la válvula se abre sin dificultad.

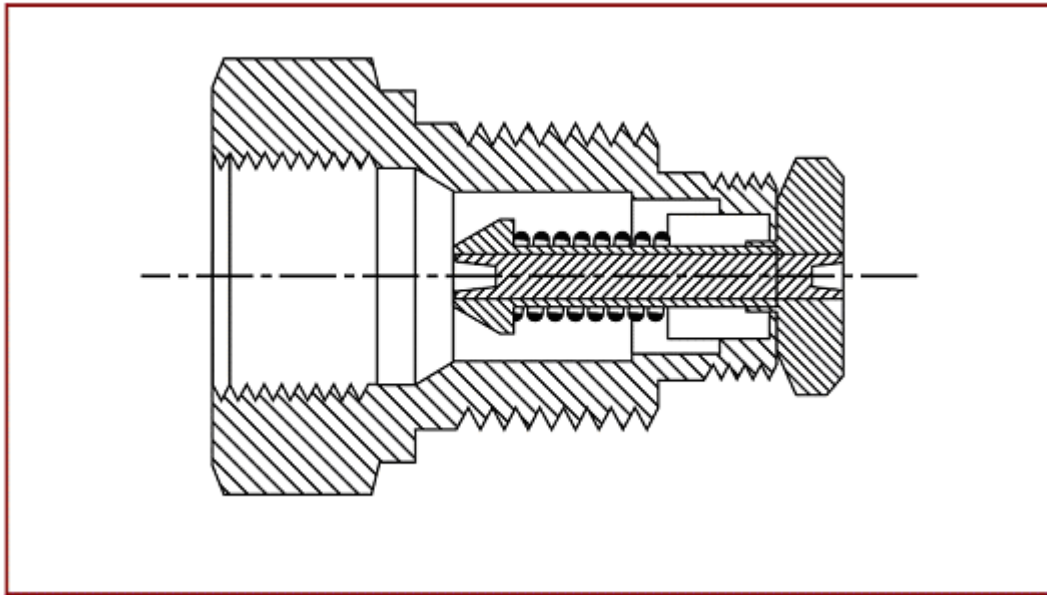
Las de clapeta no se pueden montar en conducciones verticales.

Observaciones:

- El cuerpo de la válvula antiretorno lleva marcado el sentido en que el gas ha de desplazarse para ayudar a su correcto montaje y evitar pueda instalarse en posición invertida.

- La pérdida de carga de la válvula es muy reducida.

Esta válvula se encuentra incluida entre otros accesorios, en la boca de trasvase, adaptador de llenado, visor, etcétera.



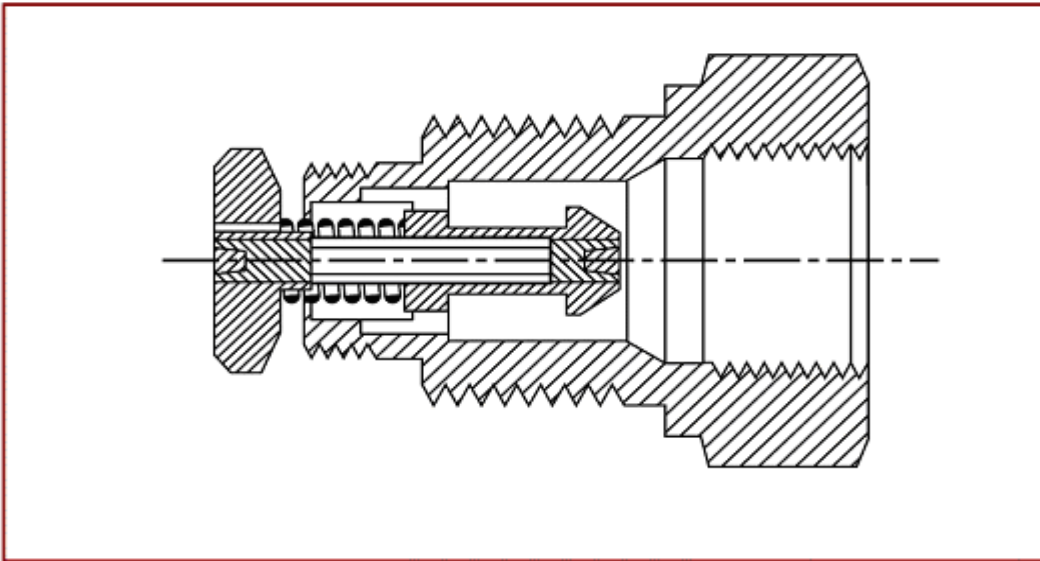
Fuente: López Sopeña, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 19. Válvula antiretorno.

3.5.15.2 VÁLVULA DE EXCESO DE FLUJO (LIMITADOR DE CAUDAL)

Se trata de una válvula parecida a la retención, en la que el muelle actúa en sentido contrario. Se mantiene abierta por la acción del muelle y se cierra cuando el flujo de gas, por excesivo, vence la reacción de dicho muelle.

El corte del paso del fluido puede ser debido a una eventual rotura de la conducción aguas debajo de la válvula. Una pequeña fuga de gas no la hace actuar.



Fuente: López Sopeña, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 20. Válvula exceso de flujo

Esta válvula se encuentra incluida entre otros accesorios en el dispositivo de toma de gas (en fase líquida o gaseosa).

La válvula de exceso de flujo lleva un pequeño taladro o un asiento no estanco del obturador (metal- metal) para permitir el rearme automático de la válvula, por lo tanto, no es de cierre total. El rearme se consigue al igualarse las presiones a ambos lados del obturador para lo cual se requiere cerrar la llave general aguas debajo de la misma.

El limitador de caudal permite el paso del gas en los dos sentidos, pero actúa en uno solo de ellos, el indicado por una flecha que lleva marcada.

Existen válvulas de exceso de flujo de diversos modelos: obturador de bola, de cono o de platillo.

3.5.16 ACCESORIOS DE LOS DEPÓSITOS FIJOS DE GLP

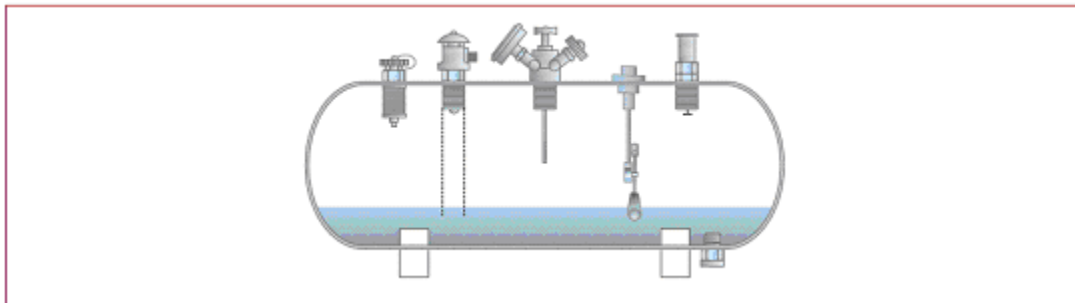
La reglamentación vigente para los depósitos fijo de GLP, señala como necesarios los siguientes accesorios (dentro del concepto “accesorios” se

incluyen las llaves, válvulas, instrumentos de medida, elementos de control, etcétera.)

- Boca de carga con doble válvula antirretorno.
 - Indicador de nivel, de medida continua y lectura directa (magnético y galga rotativa).
 - Indicador de nivel de máximo llenado, fase líquida (**).
 - Manómetro de lectura directa de la presión del gas contenido (**).
 - Válvula de seguridad por exceso de presión (VS), conectada a la fase gaseosa.
 - Toma de fase gaseosa, con válvula de exceso de flujo y con llave de corte manual(*)(**).
 - Toma de fase líquida, con válvula de exceso de flujo en el interior del depósito y con llave de corte manual(*).
- Si esta toma se encuentra en la generatriz superior del depósito, por ejemplo en los depósitos enterrados y semienterrados, llevará un tubo buzo para extraer la fase líquida.
- Borna con pica de toma de tierra.
 - Drenaje en un extremo de la generatriz inferior:
 - En los depósitos aéreos, con válvula de exceso de flujo y tapón roscado.
 - En los enterrados y semienterrados, cerrado mediante tapón roscado de acero.

(*)si esta toma no se utiliza normalmente, se podrá sustituir la llave de corte manual por un tapón roscado.

(**)suele ir agrupado con otros accesorios, formando la multiválvula.



Fuente: López Sopeña, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP.1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 21. Accesorios de los depósitos fijo de GLP

3.5.17 DISPOSITIVOS DE LLENADO

3.5.17.1 BOCA DE CARGA DIRECTA Y A DISTANCIA

Para el llenado del depósito se requiere un conjunto de accesorios específicos. Tiene como misión hacer posible la conexión de la manguera del equipo del camión cisterna de donde se transvasa el GLP en fase líquida y evitar que el gas pueda retroceder o salir del depósito realizando el corte rápido del flujo en caso de fugas durante la operación de llenado. Se conecta en la generatriz superior (los pequeños), o en la generatriz inferior, con tubo buzo (los grandes).

El llenado de un depósito se puede realizar siguiendo dos procedimientos:

- Traslase de fase líquida.
- Traslase de fase líquida y retorno de fase gaseosa.

El traslase de fase líquida se lleva a cabo conectando la manguera de la fase líquida entre camión cisterna (zona de fase líquida) y el depósito (zona de fase gaseosa), necesitando que el depósito disponga de la boca de carga.

El traslase de fase líquida con retorno de fase gaseosa se realiza como el anterior; añadiendo una segunda manguera que conecta la fase gaseosa de

la cisterna con la fase gaseosa del depósito necesitando que éste disponga, además, de una conexión para el equilibrio de presiones, normalmente incorporada en la multiválvula, tratándose de una simple válvula de retención.

La boca de la carga, también llamada válvula de llenado o de trasvase, he de incorporar un doble cierre:

- La superior, una válvula manual, tele mandada o de retención que ha de quedar en el exterior.

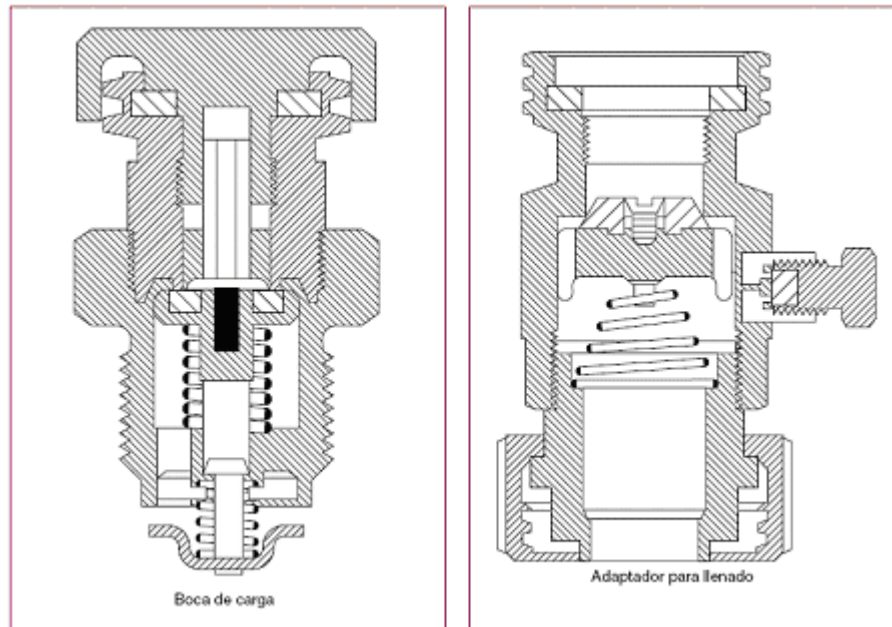
- La inferior, una válvula de retención, en el interior del depósito, para evitar la salida del gas, caso de rotura o seccionamiento de la válvula.

Tanto la válvula superior como la inferior, al ser de retención, se abren por la acción del flujo del gas, por lo que al cesar el trasvase, se cierran.

Las válvulas de retención se cierran automáticamente por la presión de un muelle y por la propia presión ejercida por el gas, cuando cesa la acción que las abrió.

La clapeta inferior provoca el efecto ducha en el llenado y puede ser basculante para así aumentar el caudal de trasvase (se reduce de este modo la pérdida de carga).

En las instalaciones con equipo de trasvase, las válvulas de retención incorporan un indicador de caudal.



Fuente: López Sopena, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 22. Boca de carga y adaptador para llenado.

3.5.17.1.1 CONEXIONES DE LA BOCA DE CARGA

La conexión de la boca de carga al depósito es mediante rosca gas (1 ¼” NPT, macho cónico). La conexión a la manguera es mediante rosca macho 1 ¾” ACME, específica para ese fin, para evitar la conexión equivocada de manguera correspondiente a otro fluido.

Cuando se quiera introducir otro fluido en el depósito, por ejemplo el agua, se habrá, de disponer del adaptador adecuado, conversión a racor Barcelona, para poder utilizar el agua de la instalación contra incendios.

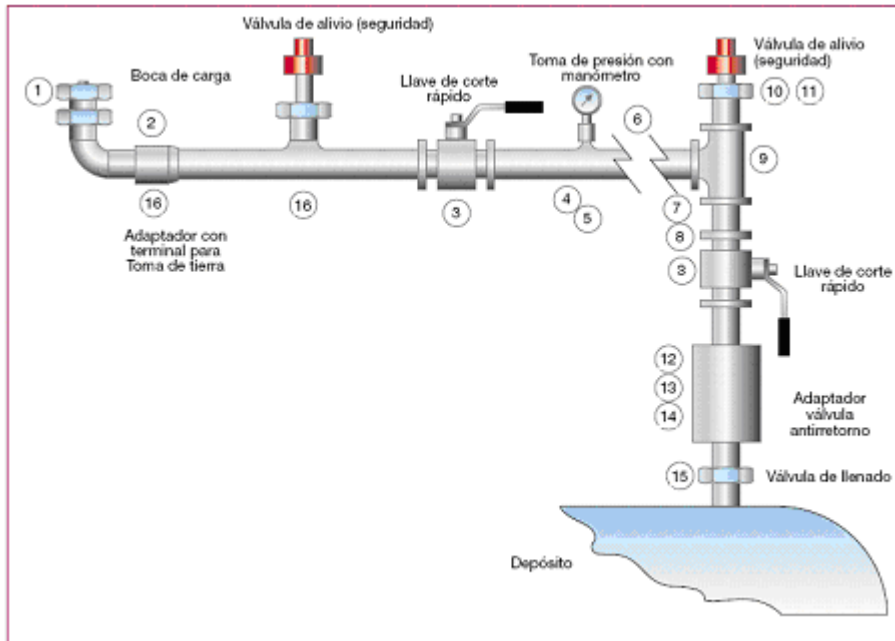
El caudal que puede atravesar la válvula en posición abierta dependerá de su sección de paso, de la naturaleza del gas así como de la diferencia de presión entre la entrada y la salida, la que a su vez depende de la presión suministrada por la bomba de trasvase.

3.5.17.1.2 BOCA DE CARGA A DISTANCIA

La boca de carga suele ir acoplada directamente en el depósito. En el caso de que el depósito se ubicara alejado del aparcamiento destinado para el camión cisterna, más de lo que la longitud de la manguera permita, se deberá instalarla al final de una conducción de acero conectada al depósito, llamándose en este segundo caso, boca de carga a distancia desplazada. La conducción rígida ha de ser de DN \geq 40mm y por conducir fase líquida, deberá sufrir una prueba de tensión (30 bar). Esta boca de carga podrá estar fuera del recinto de almacenamiento y en ese caso quedará suficientemente protegida.

En estos casos, el acoplamiento de la conducción rígida al depósito esta dotado de una válvula de retención, para impedir la salida de gas del depósito en caso de rotura accidental de la canalización de carga. Se dispondrá, además de un sistema de cierre consistente en una llave de corte rápido de accionamiento manual de $\frac{1}{4}$ de vuelta, tipo esfera.

La conducción que une la boca de carga a distancia con el depósito podrá ser utilizada para el vaciado accidental del depósito, para lo cual se la dotará de una derivación obturada mediante tapón ciego, próximo a la toma de fase líquida del depósito.



Fuente: López Sopena, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 23. Boca de carga desplazada aprovechable para vaciado del depósito.

3.5.17.2.1.2 REQUISITOS A CUMPLIR POR LA BOCA DE CARGA A DISTANCIA

- Estará ubicada dentro de los límites de la propiedad y en un lugar ventilado y accesible desde la zona comunitaria.
- Estar protegida por arqueta o armario con cerradura, incombustible y resistente a que pueda ser sometida, quedando bajo llave.
- Deberá estar dotada de una válvula de retención de doble dispositivo de cierren además de una válvula de corte rápido.
- Deberá diseñarse de forma que se haga posible, en caso de necesidad, el vaciado del depósito utilizando la conducción de acero para el llenado.

En el caso de que la boca de carga a distancia quedara en la vía pública, se deberá contar con la autorización de la autoridad local competente para llevar a cabo las operaciones de trasvase.

Cuando la boca de carga a distancia se encuentre fuera de la estación de GLP se deberá acotar una zona a su alrededor de 2 m durante el trasvase para impedir en esa zona actividades susceptibles de producir “puntos calientes”.

3.5.18 PARA OPERAR VACIADO

Se sustituye la válvula de seguridad (11) y adaptador (12) por el “conjunto de salida” formado por adaptador (17), manguera (18), llave (19) y adaptador chek-lok (20).

Se conectará el adaptador para apertura de boca de carga (21).

LISTA DE MATERIALES				
1	Boca de carga		DN 32 NPT macho	
2*	Adaptador-reducción		DN 32 NPT hembra; DN 40 NPT macho	en acero forjado
3	Llave de corte rápido	PN 40	DN 40 hembra	en acero
4	Casquillo.		DN 40 NPT macho	a soldar
5	Manómetro (&)	0-40 bar	baño de glicerina, con llave de corte y descompresión	
6	Tubería		DN 40	soldada en extremos
7	Brida	PN 40	DN 40	
8	Casquillo		DN 40 a soldar - DN 40 NPT macho	
9	“Te”		DN 40 NPT hembra	
10	Reducción		DN 40 NPT macho - DN 19 NPT hembra	
11	Válvula seguridad ext.		DN 19 NPT macho	
12	Adaptador		DN 40 NPT macho - DN 40 NPT macho	
13	Llave de corte rápido	PN 40	DN 40 hembra	en acero
14	Adaptador		DN 40 NPT macho - DN 32 NPT macho	
15	Válvula antirretorno		DN 32 NPT hembra - DN 32 NPT macho	interna
16	Terminal toma de tierra		Pica toma de tierra	cobre (preferible)
17	Adaptador		DN 40 NPT macho - ACME 1 3/4 " macho	
18	Manguera	PN 40	DN 25 Terminales: DN 19 NPT macho- ACME 1 3/4 hembra.	
19	Llave de corte rápido	PN 40	DN 19 NPT hembra	
20	Adaptador chek-lok		DN 19 NPT macho - DN 19 NPT macho	
21	Adaptador boca carga		ACME hembra 1 3/4" (tipo R.3119 A) para descarga	

(&) La incorporación de un manómetro permite comprobar la estanquidad de la conducción.
 (*) Si es necesario un codo, debe ser de expansión 2 1/2 "

Fuente: López Sopena, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP.1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 24. Tabla con lista de materiales.

3.5.19 INDICADOR DE NIVEL

Este dispositivo tiene como misión indicar el nivel que alcanza el líquido del depósito, o lo que es lo mismo, el grado de llenado del mismo, para:

- Indicar el contenido de gas en cada instante, advirtiendo de cuando se debe volver a llenar el depósito, como consecuencia del consumo realizado (reposar). Se ha de avisar a la empresa suministradora con la suficiente antelación, antes de rebasar el nivel de reserva, (de un 30 a un 20%), para evitar problemas por insuficiente vaporización de combustible.

-Advertir del contenido que va adquiriendo durante la repostado con el fin de no sobrepasar el máximo llenado (85%).

Existen dos tipos de indicadores de nivel: de flotador y rotativo.

3.5.19.1 NIVEL DE FLOTADOR

Este indicador consta básicamente de un flotador (boya), un contrapeso sobre el mismo eje, y un sistema de lectura exterior. La posición del flotador, siguiendo el nivel del líquido, se transmite a una aguja situada sobre un dial en donde se marca el grado de llenado en cada momento, en tantos por ciento en volumen.

El flotador se mantiene sobre la superficie del líquido equilibrado por el contrapeso. El giro del eje basculante se transmite mediante piñón corona (no olvidar engrasar al montarlo), al eje vertical y de este al cabezal donde se conecta el dial con escala de porcentaje, lo que hace que este último sea desmontable sin tener que vaciar el depósito previamente. El acoplamiento es magnético, de ahí el nombre de nivel magnético.

El cabezal se conecta al depósito mediante brida con pivote por lo que es desmontable, ventajoso en caso de eventual avería.

Las dimensiones del indicador han de ser la adecuada al diámetro del depósito con el fin de que la medición realizada sea acorde con el contenido real de gas.

Existe una cabeza electrónica con la que se puede transmitir a distancia las indicaciones sobre el contenido, ventajoso en depósitos de difícil acceso, como puede suceder en los depósitos situados en las azoteas. El conductor eléctrico deberá estar enmallado para evitar interferencias.



Fuente: López Sopena, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPISA-ELF-GAS, S.A. 2001

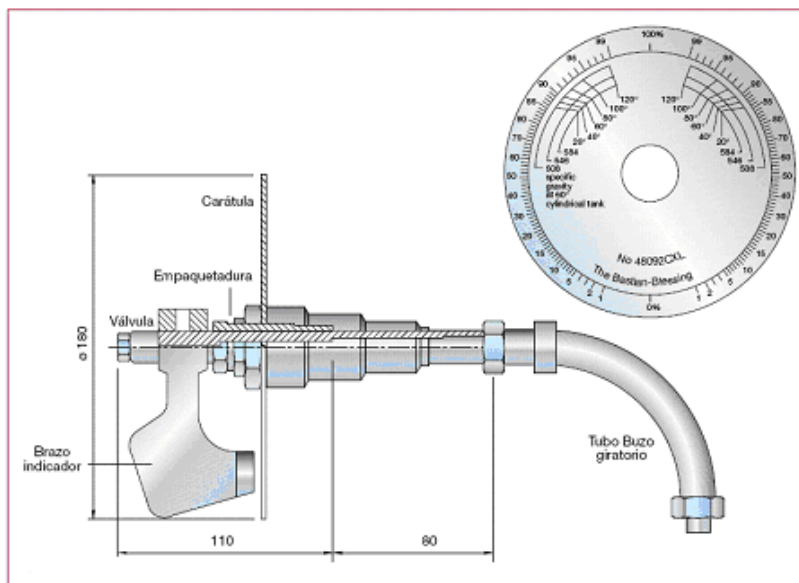
Figura 25. Indicador de nivel tipo flotador

3.5.19.2 INDICADOR DE NIVEL ROTATIVO

Consiste básicamente en un tubo buzo curvado que gira accionando manualmente desde el exterior. Su extremo interno está abierto mientras que el externo no termina en una válvula o llave, según modelo, de pequeña sección

situada en una maneta que incorpora una flecha indicadora deslizante sobre el dial de medición.

Al girar el conjunto, se abre la válvula citada. La medición se basa en situar el extremo libre del tubo, enrasando con la superficie libre de líquido. Si el orificio libre del tubo se encuentra en zona de vapor, saldrá este, mientras que si se encuentra por debajo del nivel, saldrá fase líquida.



Fuente: López Sopeña, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPSA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 26. Indicador de nivel rotativo.

El sistema se basa en la diferencia óptica entre una salida en fase gaseosa y otra en fase líquida. En esta última, además de producir ruido y desprende olor, que es común a los dos casos, la vaporización instantánea del líquido condensa el vapor de agua de la atmósfera, formando una nube blanca. Situada la flecha de la maneta en posición donde se aprecie el cambio entre salida en líquido y salida en gas, (la aparición de la nube), se realiza la lectura en el dial con la escala graduada en porcentaje de llenado. Terminada la lectura, al disponer el indicador de contrapeso, el tubo vuelve a su posición perpendicular y se cierra la llave o válvula.

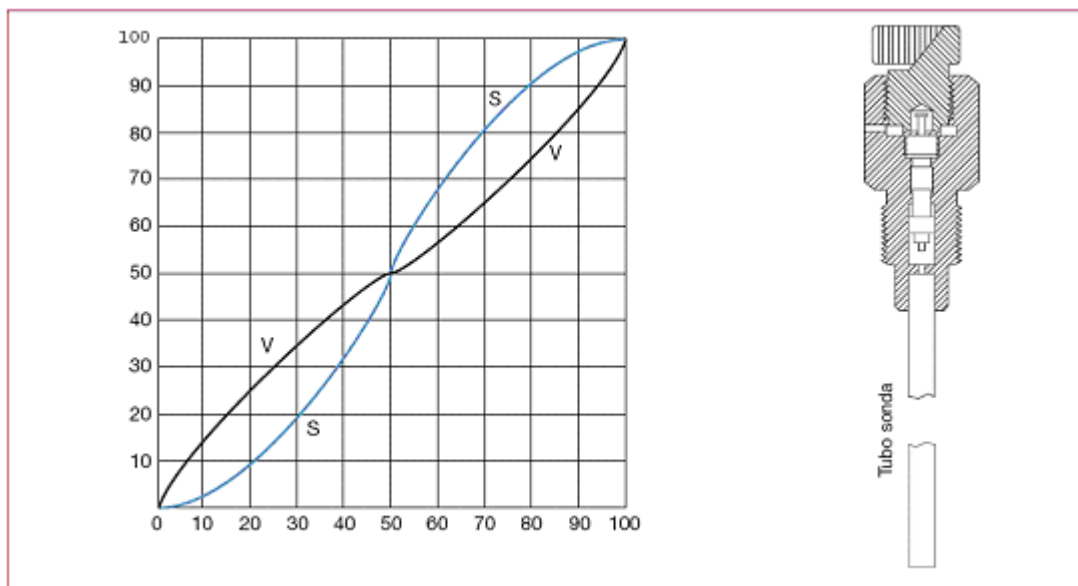
El dial incorpora unas curvas correctoras del porcentaje en función de la temperatura y de la masa de volumen del GLP con las que se puede calcular el porcentaje de masa.

Este indicador de nivel es utilizado en los depósitos grandes así como en los camiones y vagones cisternas.

3.5.20 INDICADOR DE MÁXIMO DE LLENADO (PUNTO ALTO)

En estas instalaciones es conveniente poder comprobar que el depósito no se ha sobrellenado por encima del 85%. Esto resulta imprescindible si el indicador de nivel se llega a estropear, por ejemplo, por formación de hielo en la transmisión o porque la boya tropezará, con el tubo buzo de la toma de fase líquida. para ello se dispone de un indicador de máximo nivel.

La indicación se basa en la diferencia que existe entre una salida a la atmósfera de gas en fase vapor y otra en fase líquida como ya se ha indicado en el indicador de nivel rotativo.



Fuente: López Sopena, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP.1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 27. Indicador de máximo llenado.

El indicador de máximo llenado consiste en un grifo (llave de salida a la atmósfera) con tubo sonda, de longitud hasta el nivel máximo calculado, que no debe ser sobrepasado

Durante el llenado. Este dispositivo suele ir integrado en una “multiválvula” en depósitos pequeños y junto con el manómetro, en los grandes.

El orificio de salida de gas al exterior es de pequeño diámetro 1.5 mm y su eje orientado de tal forma que se evite que el gas incida sobre las personas.

Cuando se prevea durante el llenado que se va a alcanzar el 85% de llenado, se abrirá este grifo por donde saldrá fase gaseosa. Las oleadas del líquido formadas por el propio chorro del GLP que se trasvasa, anuncian con intermitentes salidas de fase líquida (formación de nube), que se esta alcanzando el máximo nivel previsto, por lo que se ha de proceder a la interrupción del trasvase.

La longitud del tubo sonda depende del tamaño del depósito y del tipo de multiválvula donde vaya montado. El instalador deberá comprobar que la longitud del tubo capilar es la correcta. En el caso de que hubiera que cortarlo, la longitud que ha de tener se obtiene de la tabla siguiente:

Válvula	Longitud del tubo capilar (varilla)				
	D=1.2m	D=1.5m	D=1.75m	D=2.2m	D=2.45m
Omega GS 50	302	385	417		
Rego 2805 C		324	379	469	522
Rego 8101 COVT	281	343	398	488	541
Rego 7556 VR 12.0	318	380	435		
Clesse ECG H05	292	355	407		
GOK	303	365	417		
Valor de G	253	316	368	463	516

Tabla 5. Longitud de sonda para indicadores de máximo llenado.

La longitud del tubo sonda se calcula con la siguiente fórmula para el caso de indicadores no situados en multiválvula

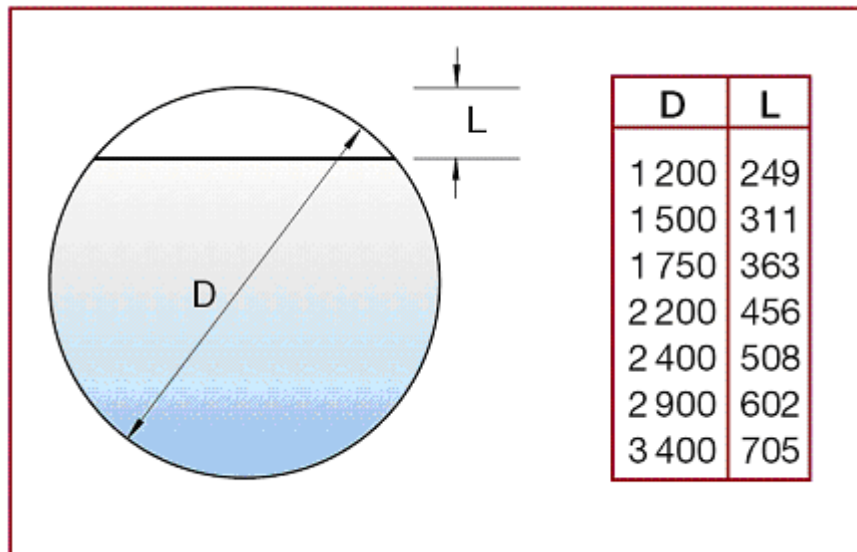
$$L = 0.207 \times D$$

Donde:

L es la longitud de la sonda en mm.

D es el diámetro interno del depósito en mm

...regla nemotécnica: la longitud es el valor del doble del diámetro (m), expresado en decímetros, mas un 10% del diámetro.



Fuente: López Sopena, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 28. Cálculo de longitud de sonda en indicadores rotativos.

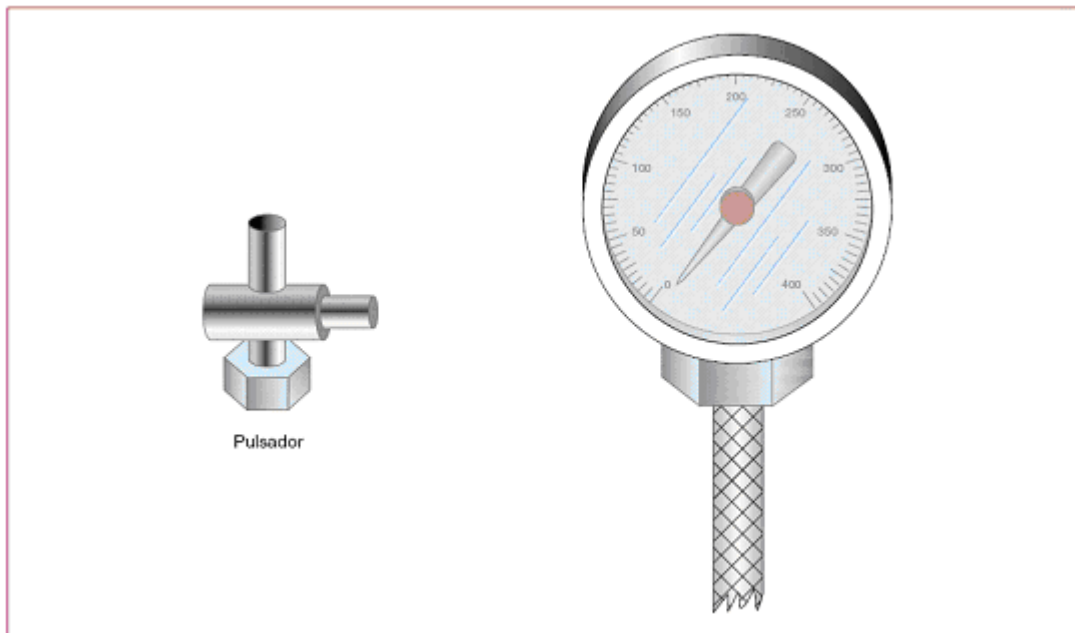
Ejemplo: A un depósito de $D = 1.2$ le corresponde una $L = 2.4 \text{ dm} + 0.12 \text{ dm} = 2.52 \text{ dm}$, exactamente 248 mm.

Si la sonda va situada en una multiválvula entonces deberá ser más larga, pues va alojada en un punto alejado unos 50 mm de la generatriz superior del depósito.

3.5.21 CONTROL DE PRESIÓN. MANÓMETROS

El manómetro es un instrumento de medida que indica la presión relativa existente en un recinto o conducto determinado.

Los manómetros utilizados en este tipo de instalaciones suelen ser de tubo metálico curvado y elástico. La presión del gas en el interior del tubo modifica la curvatura del mismo y al tener un extremo fijo (por donde entra el gas), y el otro cerrado, se desplaza por la propia deformación producida, efecto de la presión, actuando sobre la aguja que se mueve sobre el dial donde se encuentra la escala de presión. El valor de la deformación es proporcional a la presión sufrida.



Fuente: López Sopeña, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 29. Manómetro metálico

Al cesar de actuar la presión, el tubo recupera su forma original, volviendo a indicar la flecha el valor cero de la escala.

El diámetro de la esfera no será inferior a 63 mm y se han de conectar en contacto con la fase vapor o gaseosa.

Se utilizan igualmente los manómetros de membrana metálica elástica que trabajan bajo el mismo principio.

La presión directa del GLP en los depósitos se mide mediante manómetro conectado sin intercalar llave alguna (lectura continua). La escala de medición ha de abarcar, como mínimo el rango comprendido entre 0 y 40 bar. Normalmente se incorpora en la multiválvula y/o junto al indicador de punto alto.

En el resto de la instalación, la lectura de la presión no tiene que ser continua. Debido a que todos los manómetros elásticos tienen el inconveniente de que el elemento sensible se deforma con el tiempo, se les ha de someter a presión únicamente durante la medición. Los manómetros que han de quedar fijos en la instalación se han de montar intercalando la llave con el fin de poderlos desconectar, a la vez de que se permite la descompresión, dejando salir el fluido que contiene.

Para protegerlos de los movimientos bruscos producidos al someterlos a elevadas presiones (golpes de ariete), el mecanismo se aloja en baño de glicerina.

En los tramos en media presión, se instalan manómetros cuya escala alcance los 4 bar (para la prueba de presión, se deberá sustituir por otro que alcance los 10 bar).

3.5.22 VÁLVULA DE SEGURIDAD POR ALIVIO DE PRESIÓN (VAS)

Dentro del depósito puede aumentar la presión del gas debido a los siguientes motivos:

- Aumento de la temperatura del gas.

- Sobrellenado del depósito (al alcanzarse el 100% ya no es posible la condensación).

- Contener un hidrocarburo cuya tensión de vapor sea superior a la prevista (etano, eteno).

- Existir aire o gas inerte en la zona de fase vapor que, al elevarse su temperatura y no producirse la correspondiente condensación, origina un aumento de presión mayor de lo previsto. En estos casos se ha de purgar la fase gaseosa para eliminar el aire o gas inerte residual.

Los depósitos se construyen con una determinada resistencia mecánica que no se podrá sobrepasar por razones de seguridad. Esto obliga a incorporar unas válvulas que eviten se alcance presiones elevadas (por encima de 20 bar que es la presión máxima de servicio que corresponde al propano a una temperatura del orden de 50° C). Éstas válvulas se llaman de seguridad por alivio de presión.

La válvula de seguridad debe estar conectada a la fase gaseosa del depósito. Entra en funcionamiento automáticamente, esto es, da salida a cierta cantidad de gas al exterior, cuando la presión del depósito excede del vapor de timbre (20 bar), aliviando con ello la presión del interior del depósito.

El caudal de descarga de la válvula deberá ser lo suficiente para la presión en el interior del depósito no sobrepase el valor límite (un 5% en los depósitos de capacidad hasta 20 m³ y un 10% en los mayores, de la presión de apertura "P" de la misma) y como mínimo, el resultante de la siguiente función, que depende de la superficie del depósito.

$$A = 10.6552 \times S^{(0.82)} \text{ m}^3 \text{ (st) de aire / min.}$$

Donde:

A caudal de aire en m³ / min. estándar

S superficie total del depósito en m²

En base a la fórmula anterior se ha construido la tabla siguiente:

Superficie	Caudal aire	Superficie	Caudal aire	Superficie	Caudal aire	Superficie	Caudal aire
S (m ²)	A (m ³ /min)	S (m ²)	A (m ³ /min)	S (m ²)	A (m ³ /min)	S (m ²)	A (m ³ /min)
5	39.87	9	64.57	13	87.3	16.5	106.14*
5.5	43.12	9.5	67.5	13.5	90.04	17	108.77
6	46.31	10	70.40	14	92.76	17.5	111.39
6.5	49.45	10.5	73.27	14.5	95.47	18	113.99
7	52.54	11	76.12	15	98.16	18.5	116.58
7.5	55.6	11.5	78.95	15.5	100.84	19	119.16
8	58.63	12	81.75	16	103.50*	20	124.28
8.5	61.61	12.5	84.53				

Tabla 6. Caudales en función de la superficie para válvulas de alivio de presión.

Si el depósito es enterrado se puede considerar que el caudal es un 30% menor. En función del caudal obtenido colocaremos la válvula de seguridad que nos de un caudal mayor que el mínimo.

**3.5.22.1 TABLA CON VALORES DE LA DESCARGA QUE HA DE TENER LA
VÁLVULA DE SEGURIDAD PARA DEPÓSITOS DE HASTA 60 m³**

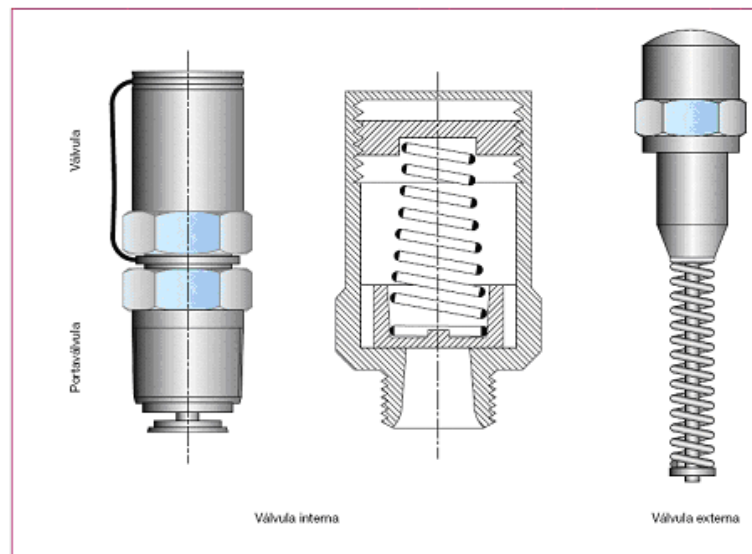
Diam. m.	Volumen m ³	Descarga VS m ³ /min		Diam. M.	Volumen m ³	Descarga VS m ³ /min	
		Aéreo	Enterrado			Aéreo	Enterrado
1.2	2.450	69.8	48.9	2.2	28.000	295.9	207.1
	2.670	74.4	52.1		29.600	308.9	216.2
	4.000	99.2	69.4		33.000	334.1	233.8
	4.440	107.7	75.4		36.200	359.3	251.3
	4.660	110.9	77.6		37.900	371.8	260.2
	4.880	115.0	80.5		39.500	383.8	268.6
	6.430	141.9	99.3		42.900	408.3	285.8
	6.650	145.8	102.1		46.200	432.1	302.5
	6.870	148.7	104.1		47.800	444.0	310.8
	7.090	152.2	106.5		49.500	455.9	319.1
8.334	122.3	122.3	52.800	479.2	335.4		
1.5	7.000	133.9	93.7	2.45	56.000	502.6	351.8
	10.000	173.8	121.7		57.700	513.8	359.6
	13.030	2111.3	147.9		59.400	525.3	367.7
	16.050	247.8	173.5		22.650	239.9	167.9
	19.070	282.8	198.0		24.900	256.5	179.5
	22.090	316.8	221.8		27.200	272.9	191.0
1.75	10.600	168.0	117.6	2.45	31.800	305.5	213.8
	15.180	243.6	170.5		36.300	337.0	235.9
	19.760	263.5	184.5		38.600	352.4	246.7
	24.350	308.5	216.0		40.900	367.8	257.4
	28.930	351.9	246.3		45.500	398.0	278.6
	33.510	391.9	274.3		49.950	427.8	299.4
	38.100	435.5	304.9		52.300	442.5	309.7
	23.000	256.5	179.5		54.600	457.5	320.2
26.300	282.8	197.9	59.100	486.4	340.5		

Tabla 7. Valores de descarga para válvulas de seguridad.

Toda válvula de seguridad llevara grabado en sitio visible el caudal mínimo de descarga. En la práctica lo expresan en m³/h de aire, para un diferencial de presión determinado.

Estas válvulas se conectan directamente a la zona de fase vapor ya que de esta forma, la salida del GLP produce vaporización en el interior del depósito, lo que ocasiona un enfriamiento benefactor al disminuir la presión del gas. Si la válvula de seguridad se conectara a la zona de fase líquida, además de no producirse enfriamiento en el interior del depósito, la cantidad de gas sería unas 250 veces mayor.

La normativa indica que la válvula de seguridad debe ser de sistema a resorte y estar tarada a 20 bar. La válvula consta fundamentalmente de un obturador con vástago guía que cierra la salida del gas por efecto de la acción de un muelle. Cuando la presión del gas es superior a la ejercida por el muelle, presión de tarado, este cede, permitiendo el desplazamiento del obturador y con ello la evacuación del GLP. Una vez aliviada la presión, el muelle se recupera cerrando de nuevo la salida del gas. La evacuación suele hacerse al exterior y en ciertos casos al depósito o a zona de aspiración de la bomba compresor.



Fuente: López Sopena, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 30. Válvula de seguridad por alivio de presión (VAS), modelos externo, modelo interno.

La presión de tarado de la válvula de seguridad puede ser ajustada tensando lo necesario el muelle que actúa sobre el obturador de la válvula.

Existen dos tipos de válvula de seguridad: la externa y la interna, según que su muelle se encuentre fuera o dentro del depósito, envase o conducción que contiene gas. En ambos casos, sus respectivos muelles trabajan a compresión.

En los depósitos pequeños, al no requerir de colector, se montan preferentemente las de tipo interno pues ofrecen la ventaja de que el muelle se encuentra, una vez montada, protegido de los agentes atmosféricos externos y además por encontrarse más protegida contra eventuales golpes.

La válvula de seguridad de tipo externo se montan preferentemente en tuberías al no ser posible utilizar las de tipo interno para este tipo de instalación.

Depósitos pequeños ($V \leq 20 \text{ m}^3$). Para este tipo de depósitos se usan válvulas individuales de tipo interno.

Depósitos grandes ($V \geq 20 \text{ m}^3$). Dispondrán de al menos dos válvulas de seguridad externas estándar, pudiendo ir acopladas en un colector de seguridad. Ello viene a compensar la falta en el mercado de válvula de mayor tamaño. En estos casos, el eventual fallo de una de ellas obliga a colocar una de reserva y de manera que al quitar la averiada, quede acoplada automáticamente la de reserva. Simultáneamente se impide que las restantes puedan ser desconectadas.

Tubería de fase líquida. Cuando pueda quedar líquido atrapado entre dos llaves o válvulas seguidas, sin expansión posible, es obligatorio disponer de una válvula de seguridad que alivie la dilatación del líquido. Es el caso concreto de la boca de carga.

La válvula debe llevar una caperuza para evitar se introduzcan en ellas sustancias extrañas. Al actuar la válvula, el tapón ha de saltar fácilmente y no resultar obstáculo en la proyección de la descarga.



Fuente: López Sopeña, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 31. Colector de seguridad para VAS.

Queda expresamente prohibido intercalar entre la válvula de seguridad y el depósito otra llave que la pueda inutilizar. Se admite, no obstante, montar una porta válvula tipo chek-lok (ver toma de fase líquida), sin exceso de flujo, pues ello permite desmontar la válvula de seguridad sin tener que vaciar previamente el depósito.

3.5.23 TOMA DE FASE GASEOSA

La toma de fase gaseosa se realiza mediante una llave de corte de tipo asiento de accionamiento manual, conectada directamente a la zona de fase de vapor del depósito. Esta llave ha de disponer de una válvula de exceso de caudal situada aguas arriba de la llave y suele ser interna para evitar deterioro y manipulación no deseada.

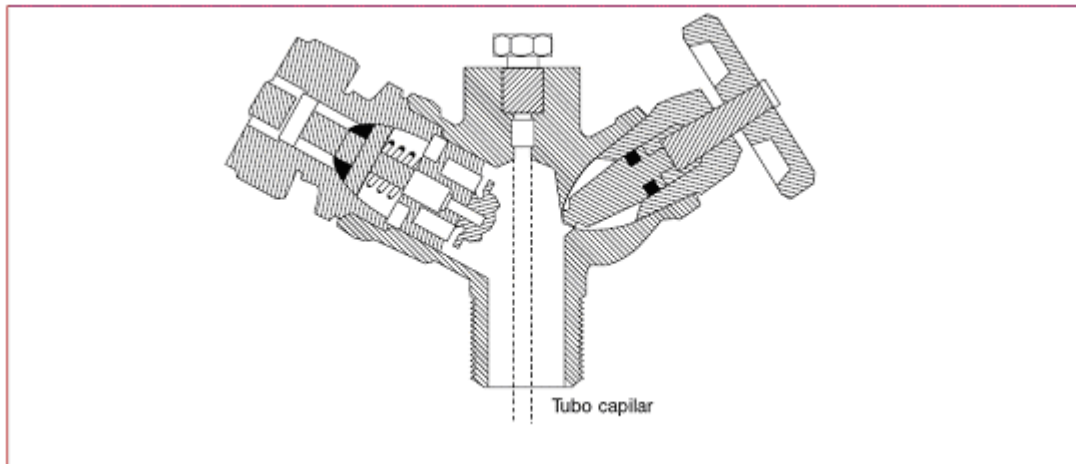
Normalmente, la llave de toma de fase gaseosa y la válvula de exceso de caudal se encuentran incorporadas en la multiválvula, donde se conectan, además, el indicador de punto alto de llenado y el manómetro (en depósitos pequeños ya que en los grandes se encuentran separados).

El limitador de caudal actúa también cuando se realiza una apertura brusca de la llave, principalmente en la puesta en gas de la instalación, cuando las conducciones al estar vacías, están despresionadas (la apertura inicial debe realizarse muy levemente).

Para probar el buen funcionamiento de la válvula de exceso de caudal, basta con abrir rápidamente la llave de tona. Si se oye el mecanismo y se comprueba que no sale gas por los aparatos de consumo, es que la válvula funciona correctamente.

Cuando solo se tome fase líquida del depósito, se podrá prescindir de la llave manual de la toma de fase gas, protegiendo el cierre con un tapón roscado o brida ciega.

Cuando el llenado y la toma de fase gaseosa se realizan por debajo del depósito mediante correspondientes tubos buzos, cuyos extremos libres se encuentren cercanos, resulta posible que fase líquida pueda penetrar en el interior del tubo buzo de la toma de fase gaseosa y por lo tanto, al poner en funcionamiento los aparatos, haga que por su quemador salga fase líquida en un principio.



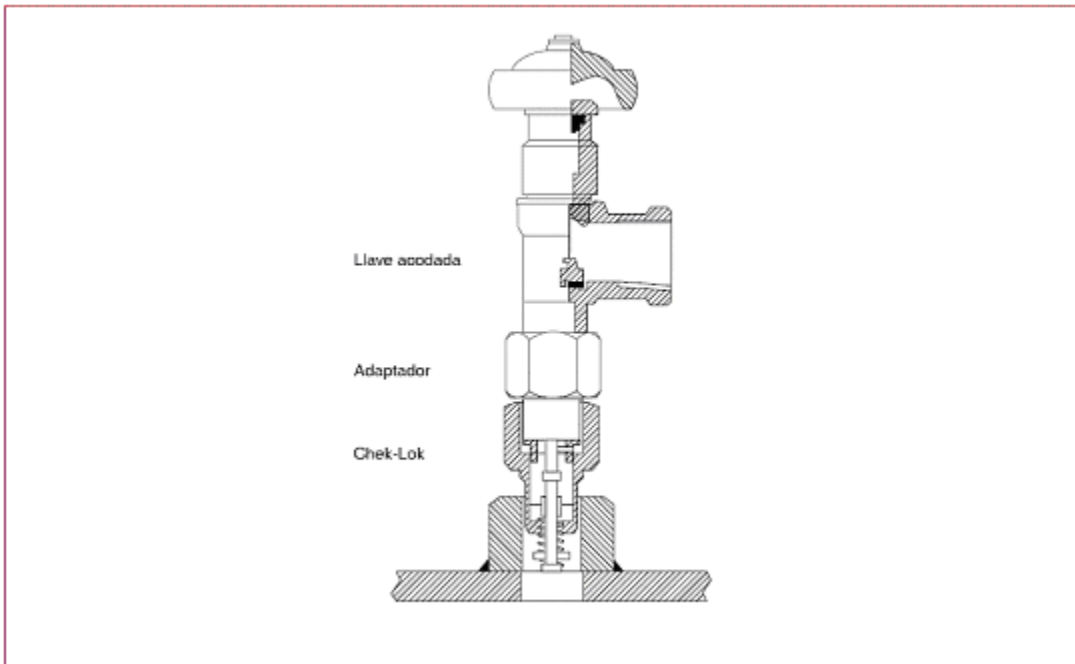
Fuente: López Sopeña, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 32. Toma de fase gaseosa incorporada en la multiválvula

3.5.24 TOMA DE FASE LÍQUIDA

La toma de fase líquida se realiza a través de una válvula de exceso de caudal y de una llave de corte. Es el resto de los casos, utilización de equipos de vaporización, trasvase entre depósitos o vaciados y para la toma de muestras de gas, se utiliza la chek-lok. La norma pide que la toma se realice mediante una válvula con doble sistema de cierre, siendo uno de ellos (la válvula) automático por exceso de flujo, situado en el interior del depósito, y el otro (la llave), de corte manual.

Este quipo toma el fluido de la parte inferior, ya sea por estar colocado sobre la generatriz inferior del depósito directamente (depósitos grandes aéreos), o por estar sobre la generatriz superior con un tubo buzo que lo conecta con la parte inferior. El tubo buzo no ha de llegar totalmente al fondo para no arrastrar los sedimentos hacia la utilización.



Fuente: López Sopeña, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 33. Toma de fase líquida (chek-lok).

La válvula y la llave pueden estar integrados en un mismo cuerpo de forma que ambos sistemas, manual y automático accionen el cierre. En la válvula de exceso de flujo, el cierre se producirá cuando la presión exterior sea inferior a la interior del depósito.

La llave manual se acopla a la de chek-lok directamente y en algunos modelos, intercalando un adaptador; en ambos casos abriendo el obturador de la chek-lok.

Caso de no utilizarse la toma de fase líquida, la llave manual ha de quedar precintada en posición cerrada, pudiendo faltar; en cuyo caso se cerrara la chek-lok mediante un tapón roscado de acero o brida ciega.

El acoplado y desacoplado de la llave se ha de realizar con sumo cuidado debido a que en la operación se escapa el gas al quedar en posición entreabierta. En estos casos, la llave se ha de encontrar en posición cerrada.

Se ha de cerciorar de que la chek-lok cierra correctamente, lo que no se lograría caso de existir suciedad en el asiento del obturador.

Una válvula chek-lok sin válvula de exceso de flujo puede utilizarse intercambiándola entre el depósito y una válvula de seguridad con el fin de poder desmontar esta sin tener que vacías el depósito previamente.

Características a tener en cuenta para seleccionar la chek-lok:

- Se trata de una válvula muy importante de la instalación debido a que una rotura de la conducción sería de consecuencias graves.

- Permite el paso de GLP en ambos sentidos.

- El asiento plano de la válvula es hermético en posición cerrada.

- Es de rearme automático.

- Al seleccionar la válvula, elegir la que suministre un caudal, dos veces superior al necesario en condiciones normales.

Acoplamiento de la llave de corte a la chek-lok:

1. Al desenroscar el tapón de la chek-lok se notara un escape de gas por el orificio de 1/8" en el tapón. No extraer dicho tapón hasta que se descompresione totalmente.

2. Cerrar la llave de corte que deberá llevar el adaptador acoplado si no lo tiene incorporado.

3. Acoplar el conjunto llave adaptador a la chek-lok. Durante la operación se abre la chek-lok dejando salir poco gas.

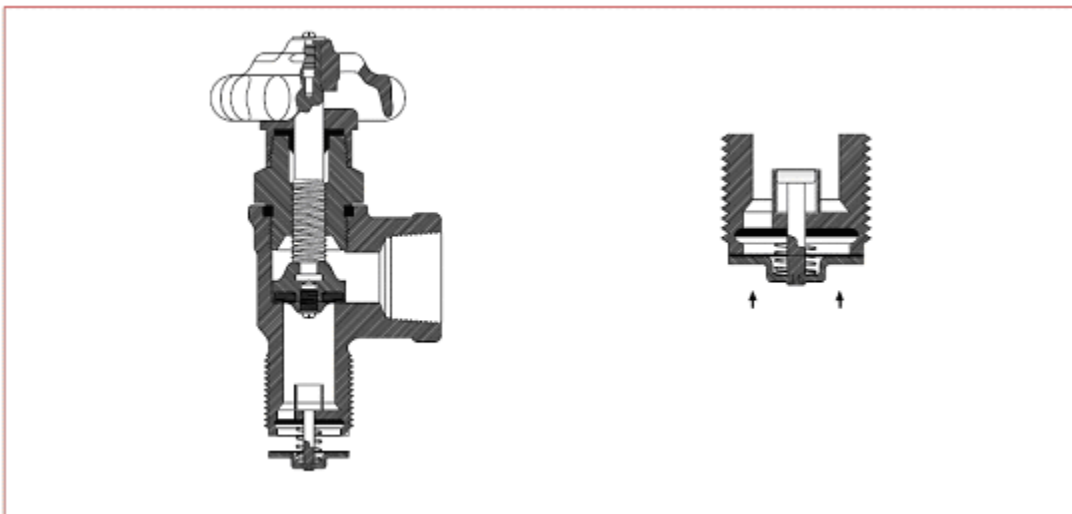
3.5.25 DISPOSITIVO DE DRENAJE

Este sistema tiene como cometido principal permitir el drenado (eliminación de los sedimentos y elementos extraños decantados) del depósito así como el agua utilizada para la prueba de resistencia mecánica. Los cuerpos

extraños y el agua son mas densos que el GLP y decantan en el fondo del depósito por lo que el dispositivo se ha de situar en su punto más bajo. Se le nombra equivocadamente “Purga”.

Depósitos de volumen inferior a 60 m³. en este tipo de depósitos, el sistema de purga más eficaz consta de una válvula chek-lok con una llave de corte si no la llevara incluida.

Depósitos de volumen superior a 60 m³. en este tipo de depósitos, además de la chek-lok y su llave de corte manual conectada a un decantador que dispondrá de válvula de seguridad y grifo antihielo.



Fuente: López Sopena, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 34. Toma de fase líquida

Este decantador estará bien anclado y se vaciará cuando se considere seguro y necesario. El drenaje del depósito se deberá realizar después de cada uno de los suministros. Se abrirá llave para que el gas pase del decantador, teniendo la precaución de que el grifo del mismo se encuentre cerrado. La maniobra será rápida con apertura parcial de la llave del decantador y cierre inmediato. A continuación se abrirá el grifo con las lógicas precauciones, tratando de recuperar el gas para evitar la contaminación.

Esta operación se repetirá siempre que se encuentren elementos ajenos al propano.

En los depósitos enterrados o semienterrados se instala en su generatriz superior una segunda válvula de salida de fase líquida (chek-lok) con tubo buzo hasta el fondo para hacer las veces de válvula de drenaje. En estos casos, dicha válvula se protegerá mediante un tapón roscado mientras no se utilice. El tubo buzo deberá llegar casi hasta el fondo para arrastrar la máxima cantidad de sedimentos posible.

Para un mejor resultado de la operación, el depósito se ha de colocar ligeramente inclinado hacia el lugar en que se encuentra el dispositivo de drenaje, para facilitar así su labor de sumidero, pero simultáneamente se ha de procurar que los sedimentos que pudieran existir en el fondo no lleguen a obstruirla.

El grifo corta-hielo es de bola , de $\frac{1}{4}$ de vuelta y su extremo libre irá cerrado por el tapón ciego. Permite eliminar la interrupción de la salida de fase líquida por efecto de la producción de hielo debido a la vaporización de la fase líquida en la atmósfera.

3.5.26 VÁLVULA DE COMPENSACIÓN DE FASE DE VAPOR

Consiste en una válvula antirretorno utilizada para poner en comunicación la zona de fase vapor de un depósito con la de otro depósito o cisterna durante el trasvase de gas, a fin de acelerar o hacer posible la operación.

Esta válvula es imprescindible cuando se realiza el trasiego mediante compresor en vez de una bomba.

En el trasvase utilizando la manguera de compensación de fases, la entrada de líquido en el depósito trae consigo la salida de vapor; el primero se factura al ser medido por el contador del equipo de trasvase pero el segundo no es deducido, luego solo será rentable la utilización de esta conexión cuando se

facture al cliente el gas trasvasado por el método de la doble pesada, (una antes y otra después de la operación).

3.5.27 MULTIVÁLVULAS

Se trata de un conjunto de válvulas formando un bloque que se conecta directamente al depósito mediante una sola conexión. Previstas para depósitos de hasta $V = 20 \text{ m}^3$. suele estar compuesta por:

- Toma de fase gaseosa con válvula de exceso de flujo
- Indicador de punto alto de llenado
- Conexión para manómetro (presión de almacenamiento) y excepcionalmente,
 - Por la válvula de compensación de fases gaseosas
 - Con boca de carga y la incorporación de un depósito que interrumpa el llenado al alcanzarse el nivel máximo
- Toma de fase líquida.

Al forma la multiválvula un solo se simplifica su montaje en el depósito, aunque la avería de un elemento componente obliga a la sustitución del conjunto.

La conexión al depósito suele ser de $\frac{3}{4}$ " NPT y la conexión de salida es POL.

La salida de gas se suele orientar paralelamente al eje longitudinal del depósito, en dirección al fondo más cercano.

3.6 PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES

3.6.1 PARARRAYOS

El sistema de protección contra el rayo. Normas generales de instalación.

El sistema se compone de un terminal aéreo de captación (pararrayos y mástiles), bajante a tierra (cable conductor), y toma de tierra.

El terminal aéreo debe superar como mínimo la máxima cota de la estructura a proteger.

El conductor bajante será en forma de cable, varilla, pletina o cinta, se tendera lo más vertical posible. La sección mínima en cobre electrolito será de 50 mm^2 .

La toma de tierra a base de placas de cobre electrolito o bronce, o electrodos, tendrá una resistencia ohmica lo mas baja posible. Se utilizará la arqueta normada internacionalmente.

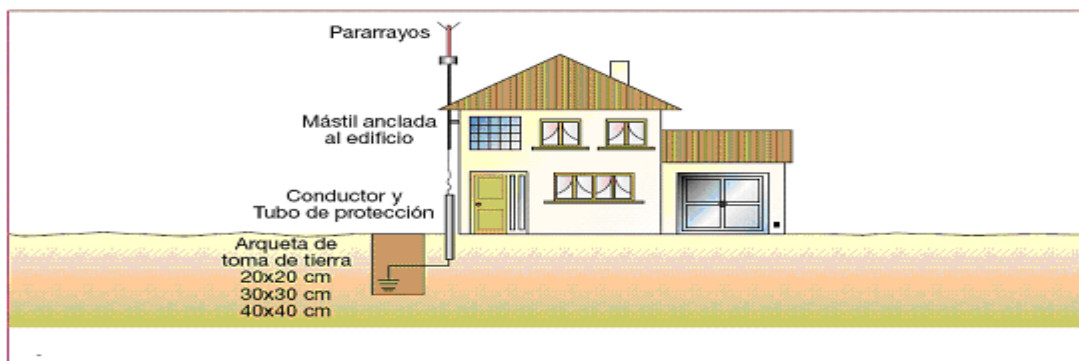
En el caso de existir varios pararrayos, se deberá buscar una equipotencialidad compensada.

El mantenimiento del sistema de protección debe consistir en una revisión periódica anual y también inmediatamente después de que se tenga constancia de haber recibido una descarga eléctrica atmosférica.

Se recomienda instalar un contador de rayos para controlar la caída de los mismos y con fines estadísticos.

Los materiales a utilizar deberán cumplir con normas internacionales.

Cada instalación deberá quedar avalada por un certificado de normalización, justificando el radio de acción.



Fuente: López Sopena, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 35. Pararrayos.

3.6.2 TOMA A TIERRA

Los depósitos y camiones cisternas durante el trasvase, tienen que estar al mismo potencial eléctrico para que no pueda saltar chispa eléctrica de uno a otro. Conectándolos entre si estando el depósito conectado a tierra, se impide dicho riesgo.

El camión cisterna debe llevar un cable que se conecte al borne de la pica de toma a tierra dispuesta para tal fin. Dicha borna deberá ser de cobre sin proteger. La toma de tierra no podrá tener mas de 20 ohmios de resistencia eléctrica usándose cable de conexión a tierra de 16 mm (equivalente a 4.5 mm de diámetro).

Para depósitos enterrados, por existir protección catódica, el depósito no se conectará a tierra, pero para el camión cisterna deberá existir una toma de tierra independiente y estar situada en arqueta normalizada visible, lo más cercana posible de la puerta del centro de almacenamiento.

3.6.3 PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN

El acero es un metal que sufre dos tipos básicos de corrosiones: la ocasionada por los agentes atmosféricos y la iónica. La primera debida principalmente por el oxígeno del aire y la humedad, y la segunda al formarse pares galvánicos cuando se encuentran enterrados. Estas son las que tienen en cuenta las instalaciones de gas.

La protección consiste en las operaciones que se realizan para evitar la corrosión. Se distingue entre protección pasiva y activa.

- Protección pasiva: consiste en la aplicación de diferentes recubrimientos (pinturas, cintas aislantes, recubrimientos plásticos, etc.) y el enterramiento del metal a proteger en un medio “inerte” como es la arena de río lavada o utilizando depósitos de doble pared.

- Protección activa: consiste en la conexión del metal a proteger con otro metal auxiliar originando o inyectando una corriente de sentido contrario a la que se originaría de forma natural, que ocasione solamente la corrosión del metal auxiliar (a modo de sacrificio). Se trata de la llamada protección catódica.

3.6.3.1 PROTECCIÓN PASIVA

Cuando los depósitos y conducciones de acero se encuentren enterrados o semienterrados deberán protegerse contra la corrosión externa mediante un revestimiento continuo a base de brea de hulla, betún de petróleo, materia plástica (epoxi) u otros materiales (metalizado), de forma que la resistencia eléctrica, adherencia al metal, impermeabilidad al aire y al agua, plasticidad y resistencia mecánica sean las adecuadas. Las tuberías aéreas se recubrirán con pintura antioxidante, bituminosa, con cinta aislante autoadherente.

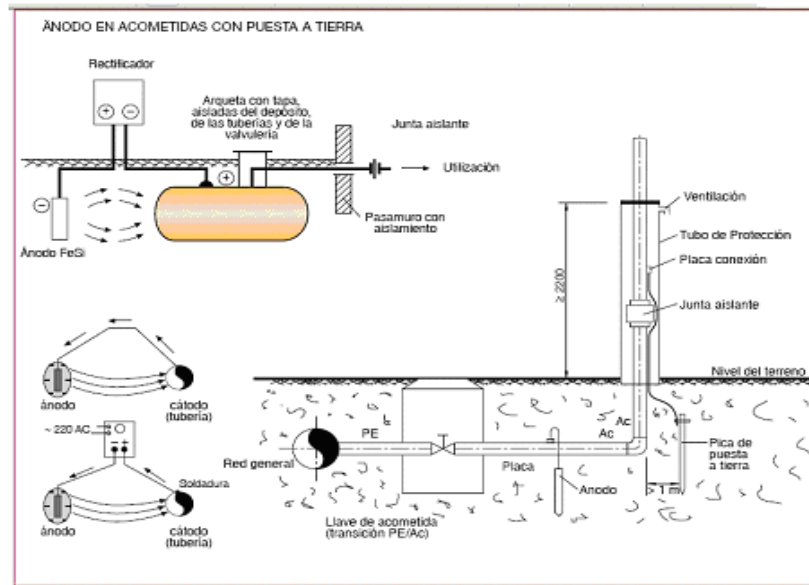
Los apoyos y zunchados se prepararán de forma que no puedan dañar al metal a proteger o a su protección, intercalando elementos aislantes.

Inmediatamente antes de ser enterrados los depósitos, se comprobará el buen estado del revestimiento, y las conducciones mediante un detector de rigidez dieléctrica por salto de chispa tarado a ≥ 15 kV.

Cuando los depósitos y conducciones de acero se encuentran enterrados, la protección pasiva, aunque este correctamente aplicada, consigue únicamente retardar los procesos de corrosión; por ello es necesario, como complemento para conseguir una protección eficaz, la utilización de un sistema activo. (salvo que un estudio de agresividad del terreno demuestre no ser necesario).

3.6.3.2 PROTECCIÓN ACTIVA

Al enterrar un cuerpo de acero (depósito, tubería) sin ningún tipo de protección, se verá afectado por la variación de las condiciones del terreno o del metal produciéndose una diferencia de potencial entre dos puntos que engendrará una corriente eléctrica continua a través del terreno, y esta corroerá (disolverá) el metal. Esto ocurre cuando las circunstancias son favorables (humedad, agresividad del terreno).



Fuente: López Sopena, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 36. Protección activa.

La zona por donde sale la corriente se llama anódica (polo positivo) y por donde entra es la catódica (polo negativo). El origen de estas corrientes es de muy diversas procedencias, como pueden ser corrientes estáticas, por agresividad del terreno o bien cuando se ponen en contacto dos metales diferentes.

La protección catódica se consigue de dos formas diferentes:

- conectando el metal a otro más electronegativo (ánodo) que el que se quiere proteger, por ejemplo magnesio (bolsa con polvos o ánodo). Se genera una corriente galvánica de protección.

- inyectando corriente continua externa, conectando el polo negativo(-) a la conducción a proteger y el positivo (+) a tierra a través de electrodo auxiliar.

La finalidad de la protección catódica es garantizar un potencial entre el depósito y el suelo que medido respecto al electrodo de referencia cobresulfato de cobre Cu / CuSO₄, sea igual o inferior a -0.85 V. En aquellos casos en que existan bacterias sulfatorreductoras y/o corrientes vagabundas, deberán adaptarse medidas especiales.

La corriente eléctrica continua pasa a través del electrolito (terreno), entre el elemento que le corresponde disolverse (ánodo) y otro metal (cátodo), en contacto con aquel. Con ello se invierte el sentido de la corriente, por lo que el elemento incorporado para a ser el ánodo y el elemento a proteger pasa a ser cátodo.

3.6.4 SISTEMA DE PROTECCIÓN ACTIVA POR CORRIENTE GALVÁNICA

El potencial de inmunidad, puede lograrse mediante la utilización de electrodos galvánicas, que están elaborados normalmente a base de zinc, magnesio, aluminio. Éstos electrodos se entierran alrededor del acero a proteger, conectados entre si mediante cables conductores enfundado, con la finalidad de que aquellos hagan la función de ánodos y sean los que se disuelvan, quedando de este modo protegido el acero. A estos ánodos se les llama de sacrificio por la labor que realizan.

3.6.5 SISTEMA DE PROTECCIÓN ACTIVA POR INYECCIÓN DE CORRIENTE

Corriente impuesta y no impresa, como dicen algunos. La protección por inyección de corriente se utiliza cuando la intensidad producida por el sistema galvánico resulta insuficiente o el electrolito (terreno) es de alta resistividad.

Esto sucede cuando se trata de proteger redes de distribución construidas en acero y de cierta importancia, generalmente con longitudes superiores a 3 km. En estos casos se debe incluir también la protección de los depósitos.

Este procedimiento consiste en poner en contacto eléctrico la estructura a proteger con la borna negativa de una fuente exterior de corriente continua (rectificador), y los ánodos auxiliares con la borna positiva. Se deben enterrar en el electrolito (terreno) en que se encuentre la estructura metálica, en sitio húmedo para que la resistencia sea menor.

Los ánodos auxiliares (los electrodos dispersores de corriente) mas comúnmente utilizados son: la chatarra de hierro, el ferrosilicio o el grafito.

Este sistema ofrece la ventaja de poderse variar la tensión y de diseñarse según la intensidad necesaria.

Los depósitos de doble pared, con cámara intermedia de separación, podrán, una vez autorizados, prescindir de la protección catódica, al haberse eliminado las causas de la corrosión.

3.6.6 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Previamente repasaremos algunas definiciones:

Punto caliente: es toda fuente de calor capaz de producir la combustión de una mezcla combustible.

Material inflamable: aquel que se enciende fácilmente.

Mezcla inflamable: la mezcla de gas y aire capaz de propagar una llama (ardiendo o explosionando) cuando se enciende.

Incendio: es la combustión incontrolada de un combustible que no esta destinado a arder.

Explosión: es la liberación brusca de una gran cantidad de energía encerrada en un volumen relativamente pequeño, la cual produce un

incremento violento y rápido de la presión con desprendimiento de calor, luz y gases.

Ambiente explosivo: es aquel cuya atmósfera esta constituida por una mezcla de aire y gas combustible en proporción tal que sea susceptible de inflamarse por la presencia de un punto caliente. Puede ser deflagración o detonación.

Deflagración: es la combustión iniciada por un punto que se transmite a una velocidad inferior a la del sonido. La gran producción de productos de la combustión (PDC) origina una onda expansiva rompedora seguida de un frente de ondas. Puede llegar a ser explosión.

Detonación: es la combustión que se inicia de forma generalizada en zonas que se encuentran a temperatura superior a la de inflamación. La velocidad de transmisión es superior a la del sonido (340 m / s). Los gases combustibles comerciales solo puede detonar si se encuentra en presencia de oxígeno puro.

Bleve: acrónimo de “Boiling Liquid, Expanding Vapor Explosion”, es el fenómeno que ocurre por ejemplo con los GLP, cuando estos se transforman, de forma brusca en toda su masa, en fase gaseosa. La fricción originada por el brusco cambio de estado produce una deflagración y como consecuencia, un incendio. Es una explosión en la que por ser la velocidad de reacción superior a la del sonido, pasa a ser detonación.

Punto de inflamación: es la temperatura mínima a la cual un combustible puede llegar a reaccionar con el aire (de 400 a 450° C).

Límite inferior de inflamabilidad: concentración mínima de combustible que ha de existir en una mezcla gas aire, por debajo de la cual esta no arde. Se dice que la mezcla es pobre (2% aprox.).

Límite superior de inflamabilidad: concentración máxima de combustible en el aire por encima de la cual la mezcla es demasiado rica para arder. No se

produce combustión por exceso de combustible o defecto de combustible (10% aprox.).

Intervalo de inflamabilidad: de una mezcla inflamable a una temperatura dada, es el rango o campo comprendido entre los límites superior e inferior de la proporción de gas-aire, dentro de las cuales la mezcla es inflamable a esa temperatura.

Aire como comburente: esta compuesto por aproximadamente un 21% en volumen de oxígeno y el resto de nitrógeno principalmente. Si el aire se encuentra enrarecido, interviniendo el oxígeno en una proporción inferior al 15%, la combustión no llega a realizarse. Por el contrario, si el oxígeno interviene en una proporción superior al 21% señalado, la combustión se activa y la temperatura de la llama aumenta.

Clases de fuegos: los fuegos se clasifican internacionalmente en función de la naturaleza del combustible y de las condiciones en que se realiza, en las cinco clases: A para combustibles sólidos, B para los líquidos y gases (GLP), C para los equipos y sistemas eléctricos energizados, D para los metales reactivos (magnesio, sodio, potasio, titanio, cobre, etcétera); y K para combustibles de combustión espontánea.

Riesgos en la utilización de los GLP: los riesgos son debido a:

- las propias magnitudes físicas: temperatura, presión.
- su naturaleza: combustible, vaporización (producción de quemaduras al contacto con la fase líquida).
- su utilización imprudente o errónea.

Prevención contra incendios: es la toma anticipada de medidas adecuadas tendientes a reducir y en su caso anular, el riesgo de que se produzca un incendio o explosión. Consiste en dotar al centro de almacenamiento de los medios y sistemas que eviten una situación de emergencia. Si esta se produjera, deberá disponer de medios para combatirla eficazmente.

Los centros de almacenamiento de GLP han de estar dotados de medios para la prevención de incendios.

Los medios para la defensa contra incendios (DCI) estarán constituidos por:

- agentes extintores: materiales empleados para la extinción del incendio.

Los principales son de polvo químico seco (PQS) y el agua.

- elementos complementarios como son: equipos de respiración, mascarillas con filtro (caretas antigas), guantes, extintores, instalación de agua (cortinas de agua), carteles indicadores, linternas, mantas y trajes ignífugos, cascos de aproximación, alarmas, explosímetros, etcétera.

Se ha de tomar todas las medidas preventivas para evitar la formación de puntos calientes (chispas o llamas), como son:

- abstenerse de fumar.

- no realizar trabajos que puedan producir chispas, tales como soldar, afilar, etcétera.

- no golpear con objetos metálicos. Utilizar martillos de goma o cobre, que no producen chispa.

- no iniciar la operación de descarga de gas sin haber conectado previamente la toma de tierra del camión cisterna a la pica, para descarga de corrientes estáticas.

Las medidas mas frecuentes que se han de tomar cuando se realicen trabajos en instalaciones de gas, son:

- prohibición de fumar y de hacer fuego.

- utilizar equipo eléctrico antideflagrante.

- no producir chispas eléctricas al accionar interruptores.

- utilizar herramientas de material distinto al acero (bronce, por ejemplo), para evitar la producción de chispas.

- instalar los dispositivos adecuados a fin de evitar la electricidad estática que se pudiera crear en la maquinaria.

- proceder a descargar la electricidad estática de la maquinaria que la pudiera contener.

- realizar una vigilancia y control durante los trabajos en caliente (soldaduras, oxicorte, etcétera).

- evitar la formación de mezcla explosiva en los envases, tuberías, locales, etcétera.

- realizar pruebas de presión y ensayos de estanquidad de la instalación una vez terminados los trabajos.

- toda instalación de gas debe realizarse cumpliendo la normativa vigente.

- respetar las condiciones de ventilación establecidas.

- la localización de fugas detectadas, se realizará mediante espumantes o detectores adecuados.

- verificar las instalaciones antes de la puesta en funcionamiento.

- las fugas detectadas se subsanarán purgando previamente la instalación afectada después de haber interrumpido el suministro de gas. Se realizarán los trabajos con suficiente ventilación. Todo corte de suministro y la correspondiente reanudación, se realizará avisando previamente a los usuarios.

- caso de cerrar una llave equivocadamente, no volverla a abrir sin comprobar que todas las llaves aguas debajo de esa instalación se encuentren cerradas.

- los materiales a utilizar en la reparación han de ser de garantía. No utilizar las juntas de estanquidad por ser material soluble en GLP.

- en las juntas roscadas utilizar cintas o pasta homologada para completar la estanquidad.

- todo material que por corrosión produzca fuga de gas, deberá sustituirse y nunca parcharse.

- la reanudación del servicio de gas se realizará teniendo la seguridad de que todas las llaves aguas abajo están cerradas.

3.6.6.1 MATERIA EXTINTORA

La materia extintora a utilizar en las instalaciones para combatir los incendios producidos por los GLP, es el polvo químico seco (PQS): se trata de una mezcla de diferentes bicarbonatos (polvo muy fino) que se aplican impulsándolos con un gas inerte (nitrógeno) a presión. El PQS actúa por inhibición (cortando la reacción en cadena), por sofocación (el calor descompone los bicarbonatos produciendo CO₂) y por enfriamiento.

El PQS se suministra en extintores: botellas, resistentes a la presión del gas impulsor (nitrógeno a 15 o 20 bar), que contiene cantidades normalizadas de agente extintor (12, 25, 50 100 kg, etcétera). El nitrógeno a utilizar se debe encontrar en botella recargable, adosada al extintor, que solo se abre en el momento de la utilización.

Siempre que la capacidad de almacenamiento (no volumen de almacenamiento) sea mayor que 5 m³, al menos dos de los extintores serán de 12 kg de PQS.

Según la suma de volúmenes geométricos de los depósitos se deberá de disponer de :

Volumen m ³	Aéreo	Enterrado	Observaciones
Hasta 5	A0	E0	Al menos 2 extintores de 6 kg de PQS c/u
De 5 a 10	A1	E1	Al menos 2 extintores de 12 kg de PQS c/u
De 10 a 20	A2	E2	1 kg de PQS por cada 1 m3 de volumen
De 20 a 100	A3	E2	Geométrico con el mínimo de 2 extintores de 12 kg cada uno.
De 100 a 500	A4	E3	Al menos 100 kg de PQS, mas 1 kg por cada 10 m3 de volumen (Va)
De 500 a 2000	A5	No autorizado	Que sobrepasan los 100 m3 de volumen de almacenamiento

Tabla 8. Número de extintores en relación al volumen de tanques de GLP.

Ejemplo: para $V = 1640 \text{ m}^3$ se requiere por un lado 100 kg y por otro: $(1640 - 100) / 10 = 154 \text{ kg}$, lo que hace un total de 254 kg. Esta cantidad puede alcanzarse de diferentes formas (teniendo en cuenta que al menos 2 extintores han de ser de 12 kg):

$$3 \times 12 \text{ kg} + 9 \times 25 \text{ kg} = 261 \text{ kg}$$

$$5 \times 12 \text{ kg} + 8 \times 25 \text{ kg} = 260 \text{ kg}$$

$$5 \times 12 \text{ kg} + 6 \times 25 \text{ kg} + 1 \times 50 \text{ kg} = 260 \text{ kg}$$

El área del equipo de trasvase estará dotada de 2.5 kg de PQS por cada m^3/h de capacidad de trasvase (con un mínimo de 50 kg distribuidos, al menos, en dos extintores).

Ejemplo: un equipo de trasvase, capaz de trasvasar $10 \text{ m}^3 / \text{h}$ de GLP, necesita $2.5 \times 10 = 25 \text{ kg}$, y por lo tanto, 50 kg distribuidos en 2 x 25 kg.

Si existiera equipo vaporizador en caseta, se dispondrá al menos de un extintor de 12 kg (como dotación suplementaria).

Si el equipo de trasvase se encuentra en el interior de una caseta, los extintores se situarán fuera de ella.

Todos los extintores estarán ubicados en un lugar accesible y protegidos de la intemperie.

El personal encargado de la instalación deberá conocer el funcionamiento y manejo de extintores.

No se debe olvidar que el material de extinción utilizado deberá revisarse periódicamente conservándose en perfecto estado de servicio, exigiéndose el certificado correspondiente. El retimbrado corresponde hacerlo cada 5 años.

La vida útil de un extintor de capacidad inferior a 100 kg de PQS es de 20 años.



Fuente: López Sopena, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 37. Extintores

3.6.6.2 SUMINISTRO DE AGUA

A partir de los 20 m³ de volumen, los depósitos aéreos dispondrán de una red de agua y de los elementos precisos de acoplamiento rápido que permitan hacer llegar a cualquier punto de la estación de GLP a la presión de 5 bar, los siguientes caudales mínimo:

Almacenamiento aéreo	Caudal mínimo	Observaciones	Presión
A3 de 20 a 100 m ³	15 m ³ /h	Si no se dispone de agua deberá duplicarse el PQS (2 kg PQS por m ³)	5 bar
A4 de 100 a 500 m ³	30 m ³ /h	Con 2 tomas de agua (hidrantes) en puntos diferentes	5 bar
A5 de 500 a 2000 m ³	50 m ³ /h	Con 2 tomas de agua (hidrantes) en puntos diferentes	5 bar

Tabla 9. Suministros mínimos para redes de agua.

Queda establecido, por tanto, que los depósitos enterrados no requieren instalación de agua para ser autorizados.

Los depósitos aéreos de volumen unitario superior a 100 m³ (A4 y A5) dispondrán de un sistema de riego propio para enfriamiento (el accionamiento será a distancia, de forma automática), evitando así el aumento de la presión del gas en su interior.

El agua actúa por enfriamiento, sofocación (el vapor de agua formado desplaza al aire) y por inhibición (cortando la reacción en cadena).

Si se carece de suministro exterior de agua, se deberá disponer de depósitos de almacenamiento y medios propios de bombeo que permitan el funcionamiento de la red durante 1 hora con 30 min. a la presión y con los caudales establecidos.

Las mangueras y los racores de acoplamiento se ajustaran a la normativa UNE 23.

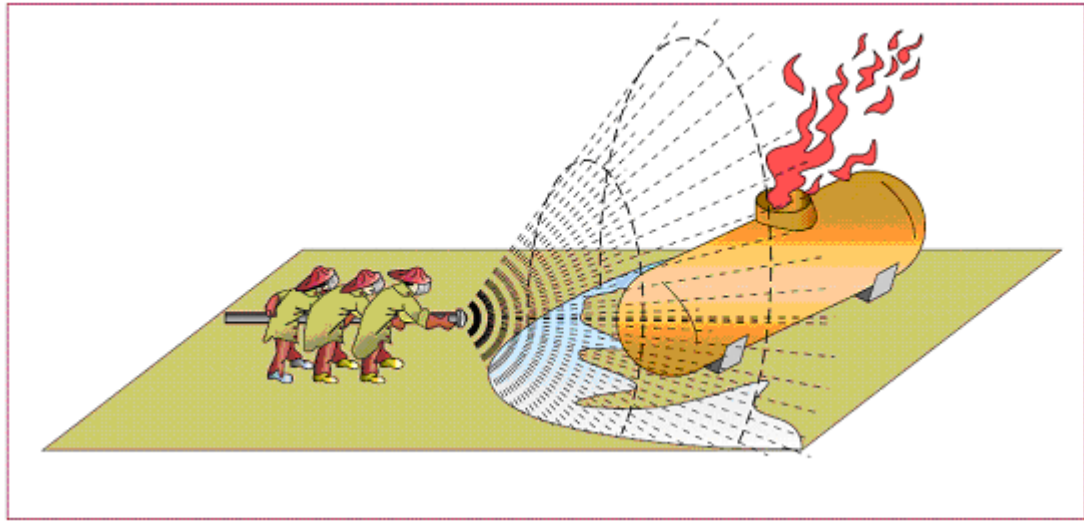
Las lanzas de agua, con acoplamiento rápido, serán de doble efecto (chorro y agua pulverizada).

Se recomienda eliminar la maleza que pueda crecer alrededor de los depósitos aéreos, ya que en verano se convertirían en fácil combustible.

Los desagües, que han de respetar las distancias de seguridad establecidas bajo referencias, se entienden tendrán sus sifones cebados para evitar que eventuales fugas de gas puedan penetrar en las canalizaciones subterráneas.

El agua pulverizada ofrece una gran protección térmica al actuante (tras ellas, se puede acercar a cerrar una llave que se encuentre próxima al fuego).

Además se utiliza para arrastrar nubes de GLP, barriéndolas de zonas peligrosas a la vez que las diluye.



Fuente: López Sopeña, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP. 1ª edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 38. Protección mediante cortina de agua

3.6.6.3 ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

Este tipo de elementos son accesorios de carácter preventivo o de apoyo a la extinción. En la estación se dispondrá de:

1. Carteles indicadores con el siguiente texto:

GAS INFLAMABLE

PROHIBIDO FUMAR O HACER FUEGO

Que se situarán en las inmediaciones y en cada uno de los lados del cerramiento, si existe, y las puertas de acceso.

2. Un par de guantes de cuero.

Para instalaciones de más de 100 m³ aéreos o enterrados llevarán, en el correspondiente armario, además:

3. Una linterna portátil y antideflagrante

4. Tres mantas ignífugas

5. Tres cascos con pantallas de aproximación al fuego

6. Tres caretas antigas

Para instalaciones de mas de 500 m³, dispondrán además de:

7. Un dispositivo de alarma acústico de acondicionamiento manual o automático manual.
8. Un explosímetro.

3.6.7 MEDIDAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE FUGA, INCENDIO, EXPLOSIÓN

- A. Se han de elegir los materiales adecuados protegidos si fuera necesario contra los agentes externos y contra la acción del terreno si se encuentran enterrados.
- B. Las uniones de los diferentes elementos constituidos de la instalación entre si han de realizarse de forma segura, duradera y permanente, asegurando la estanquidad y la hermeticidad en posición abierto o cerrado.
- C. El trazado de las conducciones y el montaje serán correctos.
- D. Se han de realizar trabajos de conservación de forma programada, regular y eficazmente.
- E. Se han de respetar las normas de seguridad para la prevención y la protección contra incendios.
 - a) Los equipos de lucha contra el fuego han de estar siempre dispuestos para su inmediata utilización.
 - b) El personal encargado de la instalación de GLP tendrá los conocimientos necesarios, los medios de protección personal reglamentarios y la instrucción y practica requerida.

3.6.8 EXTINCIÓN DE INCENDIOS

La extinción de un incendio clase C se realiza eliminando o reduciendo convenientemente al menos uno de los tres factores del triangulo del fuego (combustible, comburente, energía de activación) y evitando la reacción en cadena.

Para que una mezcla gas-aire deje de ser inflamable se ha de modificar la proporción en que intervienen con el fin de sacarlo de los límites de inflamabilidad. (reduciendo la proporción del combustible o aumentando la del comburente).

1. Eliminando el combustible, por ejemplo:

- Cerrando la llave de corte de gas.
- Introduciendo agua para convertir una fuga de fase líquida en otra que no suponga peligro la maniobra requerida.
- Introduciendo en el depósito gas inerte menos denso que el propano en fase gas. Este sistema es muy apropiado en la extinción de fuegos de la clase B y C.

No se extinguirán fuegos de la clase C sin antes estar seguro de poder cortar la fuga pues el gas podría formar mezcla explosiva lo que resultaría ser más peligroso de llegar a explotar.

Diluir el combustible para no alcanzar el límite inferior de inflamabilidad.

2. Eliminación o reducción de comburente (sofocación). Este sistema consiste en interponer un gas inerte o un elemento adecuado entre el combustible y el comburente (aire) a fin de impedir la reacción entre ambos. Por ejemplo, cubriendo el fuego con una manta, con un gas inerte o con polvo que cumpla la misma función.

3. Eliminación de la energía (enfriamiento), para reducir la temperatura de la reacción hasta un valor por debajo del punto de inflamación.

4. Interrumpiendo la reacción en cadena mediante catalizadores (inhibición).

Si un fuego de la clase C originó otros de las clases A (combustibles sólidos) y/o B (combustibles líquidos), se deberá extinguir primero estos últimos pues de hacerse al revés se reavivaría el C.

El gas líquido en contacto con la piel produce quemaduras ocasionadas al “robarle” se calor en la vaporización.

Cuando se produce un incendio de la mezcla en un punto distante de la fuga, la nube de gas actúa como mecha rápida que transmite la llama hasta el punto de fuga.

Para su correcta combustión, los GLP necesitan 12 m³ de aire por cada kilogramo de gas consumido.

Los GLP en fase líquida son menos pesados que el agua por lo que si en un depósito de almacenamiento existiera una fuga en zona bañada por la fase líquida (zona mojada), al introducir agua, esta llegará a ocupar la zona baja, llegando a sustituir la fuga de GLP por la de agua que lógicamente puede llegar a ser controlada más fácilmente y con mucho menor riesgo.

Los GLP en fase gaseosa son más pesados que el aire por lo que una fuga tenderá a esparcirse por las partes bajas del local o de la zona en que se produzca la fuga y lógicamente estará influenciada por las posibles corrientes de aire o viento que pudieran existir.

Los GLP en fase gaseosa son más pesados que el nitrógeno y que el anhídrido carbónico por lo que si en un depósito con fuga en fase gaseosa introducimos uno de estos gases, estos ocuparán la zona alta con lo que la fuga de gas se convierte en fuga de gas inerte que se puede controlar mucho más fácilmente.

Caso de una mala combustión, abrir las puertas y ventanas para producir una rápida ventilación y no utilizar el aparato hasta que una empresa de mantenimiento lo haya revisado.

Al aumentar la temperatura de los GLP se produce un aumento de presión y la consecuencia de ello es un incremento del caudal de fuga.

3.6.9 EMERGENCIAS

En todo caso, lo más importante que debe hacerse es proteger las vidas humanas. Por tanto, en todas las actuaciones que se lleven a cabo para salvar

los materiales y las instalaciones, no se expondrán a riesgos innecesarios a las personas que se ocupen del salvamento.

Existe, sin embargo, obligación moral de prestar la colaboración que este al alcance del sujeto que intervenga, cuando se trate de auxiliar a otras personas que se encuentren en peligro.

Se deberá disponer de una ficha con los teléfonos de todas aquellas personas que puedan participar de una manera u otra a fin de aminorar las consecuencias negativas de la avería o emergencia: mantenedor, encargado, distribuidor, bomberos, protección civil, etc.

La conexión de mangueras de agua más generalizada es la de tipo Barcelona.

3.6.10 CONSIGNAS DE SEGURIDAD

1. Generales:

- a. No colocar material combustible dentro de un radio de acción determinado, alrededor del depósito.
- b. No debe existir punto caliente en zona de seguridad a determinar (NO FUMAR).
- c. No dejar que las hierbas invadan el área del deposito, aunque no se han de utilizar herbicidas clorados.
- d. Durante las operaciones de llenado, seguir las instrucciones de la empresa suministradora.

2. En caso de fuga:

- a. Cerrar la llave general del depósito (en la multiválvula). Normalmente será la de la fase gaseosa.
- b. Eliminar cualquier punto caliente (fuego abierto, aparato a gas o eléctrico, automóviles, etc.).
- c. No accionar los interruptores eléctricos que se encuentren en la zona de fuga de gas.

- d. Desconectar el interruptor general si se encuentra fuera de la zona de peligro.

3. En caso de incendio:

- a. Cerrar la llave general del depósito (en la multiválvula). Normalmente será la de fase gaseosa.
- b. Regar el depósito para enfriarlo.
- c. Avisar al encargado de mantenimiento.

Caso de fuga de gas en la estación de GLP (actuar de inmediato). Puede ser a que no es estanco:

- El punto alto: apretarlo. Sustituir la junta si es de neopreno (negra). Accionarla a mano.

- La boca de carga: desbloquearla “pinchándola”, introduciendo una barra de bronce o madera con golpe seco. Ponerse guantes de protección. Si persiste la fuga, taponar la boca de carga con el tapón (a ser posible metálico) o con la válvula intermedia. No desmontarla jamás.

- El regulador: la fuga puede estar en el orificio de conexión con la atmósfera. Se deberá sustituir el regulador; o si la fuga es en las conexiones, sustituir las juntas, previo al cierre de la llave de salida de fase gas.

- El manómetro: al ser conexión directa al depósito, no se podrá desmontar en ningún momento. Si existiera fuga y esta fuere reducida, quizá baste con apretar la tuerca del racor de unión.

3.6.11 CAUSAS POSIBLES DE QUE EL GAS NO SALGA DEL DEPÓSITO

1. Puede ser debido a la congelación del regulador de primer escalón. Se deberá regar con agua corriente o caliente.
2. Puede ser debido a mal funcionamiento del regulador. Sustituirlo.

4. INVESTIGACIÓN PROPUESTA

4.1 OPERACIONES

4.1.1 MANUAL DE PROCEDIMIENTOS

Las empresas que se encargan del depósito de GLP deberá preparar y conservar en el lugar de operación y a disposición de las inspecciones de una autoridad de aplicación, un Manual de Procedimientos que cubra las operaciones necesarias para la puesta en marcha, la operación y la puesta fuera de servicio de la planta, así como los procedimientos de emergencia.

Este manual debe incluir los procedimientos a seguir para obtener operaciones seguras en todas las tareas necesarias para el correcto funcionamiento de la planta, basados en la normativa vigente a tal efecto.

Se recomienda ser revisado y actualizado, como mínimo, una vez al año y estará permanentemente a disposición del personal encargado de efectuar las maniobras.

Deberá indicar taxativamente todas y cada una de las operaciones para la recepción de producto, verificación de su calidad, condiciones de descarga, verificación de niveles máximos en tanques, cese de transferencia y desconexión.

Deberá indicar los parámetros a controlar en el sistema de vaporización y regulación, tales como presión, temperatura, etcétera.

También debe indicar las acciones correctivas a tomar en caso de que se excedan los límites prefijados. En tales acciones correctivas deberá minimizarse el venteo de producto.

Deberá contener indicaciones precisas para inertización, purgado y puesta fuera de servicio de un recipiente.

4.1.2 TRANSPORTE

Solamente podrán ingresar a la empresa o conectarse a sus instalaciones, camiones tanque con la correspondiente habilitación para el transporte de sustancias peligrosas, la inscripción en un registro y la certificación otorgada por una empresa auditora de seguridad.

4.1.3 ODORIZACIÓN

El GLP debe ser odorizado mediante el agregado de un agente de advertencia normalizado de tal índole que sea detectable por un olor característico. Si bien normalmente el odorizado se efectúa en las plantas de producción, el operador de la planta de GLP para sistemas de distribución por red instalada en la vía pública, es responsable de que el nivel de odorización del gas licuado inyectado a la red cumpla las normativas vigentes.

4.1.4 PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA

Emergencias operativas:

Cada planta debe preparar una lista de incidentes que podrían ocurrir como consecuencia de condiciones anormales de operación.

Esta lista debe ser actualizada anualmente o en oportunidad de agregar nuevo equipamiento y debe incluir, como mínimo, las acciones correctivas a tomar en caso de:

- sobrellenado de recipientes de GLP,
- rotura de manguera de descarga;
- soplado de juntas;
- corte de energía eléctrica;
- pérdida por una válvula;

- pérdida por accesorio;
- venteo de válvula de seguridad;
- presencia de líquido a la salida de vaporizadores;
- baja presión aguas arriba de reguladores;
- ídem aguas abajo de reguladores;
- incidentes de fugas de gas con o sin fuego.

En situación de emergencia, y en el caso de que la planta no posea equipos de movimiento de GLP instalados, la transferencia de uno o más tanques fijos a un tanque móvil, se deberá realizar utilizando un gas inerte a una presión mayor que la del gas licuado.

Para ello, se preverá en los colectores de tanques, conexiones para inyectar apropiadamente el gas inerte.

La operación de transferencia debe ser conducida por una persona competente y familiarizada con el procedimiento de emergencia, la que deberá permanecer en el lugar hasta que la transferencia de emergencia sea completada, los tanques vaciados queden llenos con gas inerte a la presión atmosférica y aislados del resto de la instalación de modo seguro, y la fuente de gas inerte haya sido desconectada previo venteo del acople.

4.1.5 VENTEOS DE EMERGENCIA

Además del sistema de gas inerte, deberá poseer como complemento una chimenea de quemado portátil con sistema de encendido piezoeléctrico. Poseerá todos los elementos para una rápida conexión mediante mangueras con terminales de acople a la cañería de vapor, en el descargadero de camiones o en otro punto de la instalación donde se haya provisto acoples del tipo adecuado.

La operación de venteos de emergencia deberá ser conducida por una persona competente y familiarizada con el procedimiento, la que deberá

permanecer en el lugar hasta que el venteo de emergencia sea completado y la planta quede en condiciones de funcionamiento normal o bien con sus instalaciones totalmente inertizadas.

4.2 MANTENIMIENTO

4.2.1 GENERALIDADES

Las operaciones de mantenimiento serán planificadas con antelación para no afectar el servicio.

Se dejará constancia de cada operación efectuada según lo dispuesto en el manual de operaciones.

Todo equipo que contenga material inflamable o peligroso deberá ser purgado e inertizado previo a comenzar los trabajos de mantenimiento o traslado.

El mantenimiento de los equipos para control de fuego deberá realizarse previendo el reemplazo de aquellas unidades que sean retiradas de la planta a tal fin.

4.2.2 MANTENIMIENTO DE TANQUES

Los recipientes deberán ser mantenidos correctamente y pintados para protegerlos de la acción de los agentes atmosféricos.

En ocasión de su instalación, todos los recipientes con volúmenes superiores a treinta metros cúbicos (30 m³) serán sometidos a una prueba hidráulica de resistencia para verificar daños en el proceso de izaje, transporte y descarga y asentamiento de bases.

Este ensayo deberá ejecutarse independientemente de la validez del certificado de reprobación decenal.

4.2.3 MANUAL DE MANTENIMIENTO

La planta deberá poseer en el lugar de operación, un Manual de Mantenimiento de todos sus equipos e instalaciones, que estará disponible para el personal de mantenimiento y a requerimiento de esta Autoridad de Aplicación.

El Manual de Mantenimiento debe incluir:

- lista de repuestos provistos por el fabricante o instalador;
- procedimientos de mantenimiento preventivo y frecuencias;
- procedimientos de rutina para verificación de condiciones operativas;
- procedimientos para tareas en caliente dentro de distancias a fuegos abiertos.

4.2.4 REGISTRO DE MANTENIMIENTO

Cada planta deberá mantener un registro de mantenimiento. Dicho registro deberá conservarse como mínimo cinco (5) años y estará disponible para ser entregado a requerimiento de una autoridad de aplicación.

4.2.5 CONTROLES PERIÓDICOS

4.2.5.1 DECENALES

Tanques:

Cada diez (10) años contados a partir de la fecha real de la prueba hidráulica anterior (dd/mm/aa) se deberá someter el recipiente a un ensayo integral para verificar su aptitud para continuar en servicio, el que, como mínimo, consistirá en:

- Puesta fuera de servicio e inertizado.

- Inspección minuciosa del estado de corrosión, mediante control visual de las superficies, interior (si posee entrada de hombre) y exterior, previa limpieza. En el caso de recipientes enterrados o terraplenados, deberán ser ensayados sobre la superficie, a efectos de cumplir con el requisito de la inspección visual de la superficie exterior.
- Verificación de espesores mediante ultrasonido, en los vértices de una cuadrícula de veinte centímetros (20 cm) de lado sobre toda la superficie del recipiente.
- Verificación del estado de las conexiones para accesorios;
- Verificación analítica de tensiones según volumen (Zick).
- Prueba hidráulica, según código de fabricación.
- Control de asentamiento de bases según volumen.
- Verificación, calibración y armado de todos los accesorios;
- Prueba neumática de fugas.
- Inertizado y puesta en servicio.

Este ensayo será conducido por un profesional matriculado con incumbencia en la materia.

La aprobación de este ensayo será certificada por una Empresa Auditora de Seguridad debidamente habilitada por la autoridad competente, la que dejará constancia de lo actuado en las respectivas Actas de Inspección.

Se aceptará el cambio de un recipiente por otro nuevo o rehabilitado en taller, siempre que posea los certificados de fabricación y prueba correspondientes, con la restricción de que no se admitirán recipientes rehabilitados que tengan que ser sometidos a un ensayo antes de los diez (10) años.

4.2.5.2 BIANUALES

Válvulas de seguridad y alivio hidrostático:

Se controlará cada dos (2) años el correcto funcionamiento y calibración de las válvulas de seguridad, de acuerdo a la normativa internacional vigente. Se dejará constancia de cada operación efectuada acompañada de la correspondiente rúbrica del responsable técnico de la firma. Así mismo la fecha de ensayo deberá ser grabada en una placa de material inalterable, adherida al cuerpo de cada una de las válvulas.

4.2.5.3 ANUALES

Válvulas de exceso de flujo y puestas a tierra:

Se controlará cada año el correcto funcionamiento de las válvulas de exceso de flujo, verificándose que el corte se produzca a la menor presión posible de tanque. Se dejará constancia de cada operación efectuada acompañada de la correspondiente rúbrica del responsable técnico de la firma. Así mismo la fecha de ensayo deberá ser grabada en una placa de material inalterable, adherida al cuerpo de cada una de las válvulas.

Se controlará cada año la resistencia de las puestas a tierra de toda la instalación, verificándose que la medición no supere los cinco (5) ohms. Se dejará constancia de cada operación efectuada acompañada de la correspondiente rúbrica del responsable técnico de la firma.

4.2.5.4 SEMESTRALES

Mangueras para GLP:

Cada seis (6) meses se deberá someter las mangueras de GLP a un ensayo integral para verificar su aptitud para continuar en servicio. Se dejará constancia de cada operación efectuada acompañada de la correspondiente rúbrica del responsable técnico de la firma. Así mismo la fecha de ensayo

deberá ser grabada en una placa de material inalterable, adherida a cada una de las mangueras en uno de sus extremos.

4.2.5.5 MENSUALES

Presostatos:

Se controlará cada mes el correcto funcionamiento del presostato para corte del compresor por presión mínima en tanque pulmón de GLP, para el caso de plantas que cuenten con este equipamiento. Se dejará constancia de cada operación efectuada.

Así mismo la fecha de ensayo deberá ser grabada en una placa de material inalterable, adherida al cuerpo presostato.

4.2.5.6 PERIODICIDAD VARIABLE

Los elementos de la planta no contemplados en los párrafos precedentes, se verificarán con la frecuencia indicada por el fabricante, según lo dispuesto en el Manual de Mantenimiento.

El tratamiento de prevención a la corrosión será según requerimientos luego de inspecciones visuales de rutina y por lo general es tratado a base de limpieza y recubrimiento con pintura de tipo anticorrosiva.

Para el caso de la chimenea de quemado portátil para los venteos de emergencia las inspecciones se harán de acuerdo al historial de utilización según registros documentales y a las especificaciones del fabricante.

Trabajos dentro de distancias a fuegos abiertos:

Cuando se efectúen trabajos en zonas dentro de las distancias a fuegos abiertos, éstos deben contar con autorización previa del procedimiento a emplear, expedida por la por Empresa Auditora de Seguridad interventora,

como así también debe contar con una autorización diaria expedida por el Responsable de Higiene y Seguridad.

Si aquellos involucran tareas en caliente, tales como soldaduras, cortes, amolados, etcétera, deberán ser conducidas personalmente por el citado profesional según un procedimiento escrito apropiado y aprobado previamente por este último.

Excepto para las circunstancias y condiciones definidas en los párrafos anteriores, las herramientas a utilizar serán del tipo a prueba de explosión (APE) o de seguridad intrínseca.

Cuando se trate de herramientas de percusión, serán de tipo antichispa.

4.2.6 LIMPIEZA Y CUIDADO DE PLANTA

Como regla general:

- Deberá mantenerse el predio libre de pastos, malezas, elementos y combustibles de cualquier naturaleza.
- Los carteles deberán permanecer legibles.
- No se admitirá utilizar la planta como depósito de ningún material.
- Deberá preverse cortafuego (espacio libre alrededor de la planta) en lugares en cuyo perímetro externo se encuentren malezas o árboles secos que puedan generar un incendio o daños por caída de estos últimos.

4.2.7 POSIBLES AVERÍAS Y SOLUCIONES EN INSTALACIONES

4.2.7.1 CONEXIONES DE LA BOCA DE CARGA

Averías y soluciones:

Puede darse el caso de que la válvula superior no sea hermética provocado por elementos extraños intercalados entre el obturador y el asiento

de la válvula. Para evitar que esto suceda, la válvula debe tener puesta una caperuza protectora siempre que no se use.

Puede darse el caso de que al terminar un trasvase, la boca de carga no cierre completamente (no actúa la válvula de retención). En consecuencia, no se podrá desenganchar la manguera y por lo tanto el camión cisterna quedaría inmovilizado. En previsión de ello, se intercala entre la manguera y la boca de carga, un adaptador de llenado dotado de válvula antiretorno y descompresor específico; con ello se hace posible liberar la cisterna en estos casos.

4.2.7.2 NIVEL DE FLOTADOR

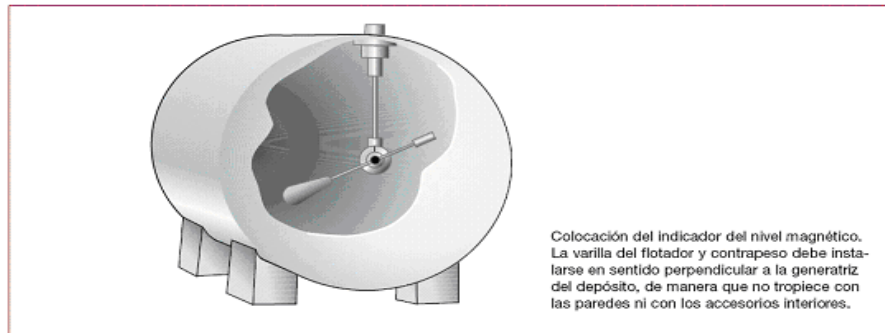
El flotador se mantiene sobre la superficie del líquido equilibrado por el contrapeso. El giro del eje basculante se transmite mediante piñón corona la cual no se debe olvidar engrasar al montar.

Averías y soluciones:

Puede suceder que la aguja del cabezal no se mueva, o lo haga con dificultad, durante el llenado o vaciado del depósito. Esto puede ser debido a varias causas:

- A la formación de hielo en el engranaje piñón corona. Para evitarlo se ha de reducir el grado de humedad en el interior del depósito, adicionando un producto adecuado para este fin, y engrasando dicho engranaje con un producto específico para GLP, que no se disuelva con el propano.

- A la inadecuada colocación del indicador rotativo de forma que el eje basculante tropiece con algún otro elemento interior.



Fuente: López Sopena, José Emilio. Manual de Instalaciones de GLP.1ª. edición. España: CEPESA-ELF-GAS, S.A. 2001

Figura 39. Colocación del indicador de nivel magnético.

El indicador se montará de forma que el recorrido del brazo basculante no encuentre impedimento en su recorrido. Su plano de giro debe ser perpendicular al eje longitudinal del depósito. Con esta posición, se evita que el chorro de gas durante el llenado, pueda dañarlo. Por ello se ha de realizar una comprobación del correcto funcionamiento del indicador durante el primer llenado del depósito. No basta con introducir una pequeña cantidad de gas con objeto de verificar la estanquidad sino que se deberá llenarse el depósito al 85% para comprobar el correcto funcionamiento del indicador.

4.2.7.3 INDICADOR DE NIVEL ROTATIVO

Es posible que, una vez montado el indicador; también llamado galga rotativa, se aprecie que roza con las paredes del depósito. Ello puede ser debido a que el diámetro del depósito es menor que el nominal o a que la longitud del tubo buzo sea mas largo de lo debido. La solución práctica es acortar el tubo lo mínimo necesario pero sin utilizar corta tubo sino hoja de sierra para evitar obstruirlo con la rebaba que se pudiera formar.

4.2.7.4 INDICADOR DE MÁXIMO DE LLENADO (PUNTO ALTO)

Averías y soluciones:

Los problemas de funcionamiento de este dispositivo tiene dos orígenes.

El primer problema puede ser la longitud incorrecta de la sonda. Esto puede dar una indicación de máximo llenado antes del 85%, si es más larga, o después, si es más corta.

Segundo. A la hora de cortar la sonda en el montaje, en su longitud exacta, se debe evitar que las rebabas del corte puedan cegar el tubo imposibilitando su funcionamiento, por tratarse de tubo de pequeño diámetro. El corte se puede realizar con una sierra de corte para metal pero nunca con una tenaza. El escareado final se recomienda.

4.2.8 RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL MONTAJE DE LAS VÁLVULAS

Llegado a este punto ya sabemos como funciona cada elemento de las válvulas, donde va ir situado y cuales debe incorporar cada depósito. Pero no esta de más recordar algunas cuestiones básicas y seguir las siguientes recomendaciones a la hora de proceder el montaje de los mismos.

- Uniones roscas. Las roscas se limpiarán con cepillo eliminando así cualquier viruta o suciedad que haya podido introducirse entre los filetes de roscas.

- Encintado. Con PTFE (teflón). Una vez limpia y desengrasada la rosca se procederá a aplicar la cinta de PTFE para asegurar la estanquidad de la misma y la orientación final del accesorio. Se realizará encintando en sentido inverso al de la rosca y como norma general, se aplicarán varias capas superpuestas de teflón.

- Colocación de los elementos accesorios. Cada elemento tiene su sitio y solamente un lugar correcto de ubicación. Hay que comprobar si lleva tubo buzo o no, con objeto de identificar cada orificio.

- Limpieza de pequeños orificios. Existen pequeños orificios de toma de presión, de equilibrio de presión u otros que son fundamentales para el correcto

funcionamiento de algunos elementos como el manómetro o el limitador de caudal. Tales agujeros son de pequeño diámetro y hay que comprobar que no estén obstruidos, mediante soplado.

- Capotas y arquetas. Los elementos y accesorios van protegidos por capotas o arquetas, esto se hace así para minimizar el daño que pueden sufrir los equipos por estar a la intemperie. Carecer de la protección intensifican el desgaste de dichos elementos.

4.3 DOCUMENTACIÓN

4.3.1 LEGAJO TÉCNICO

Cada planta de almacenamiento deberá disponer de un legajo técnico, completo y actualizado, que estará disponible para ser entregado a las respectivas autoridades competentes cuando éstas lo requieran.

Este legajo contendrá, como mínimo, la siguiente documentación:

- Planos conforme a obra de instalaciones civiles, mecánicas y eléctricas, confeccionados de acuerdo a la Norma IRAM correspondiente.
- Certificado de fabricación de cada tanque, emitido por su fabricante;
- Catálogos y memoria descriptiva de funcionamiento de los equipos;
- Catálogos de especificaciones técnicas de accesorios, cañerías, válvulas en general, etcétera.
- Manual de procedimientos
- Manual de mantenimiento
- Registro de mantenimiento
- Rol de emergencias
- Sistema de vigilancia utilizado
- Registro de actuaciones del Responsable de Higiene y Seguridad

4.4 ESTIMACIÓN ECONÓMICA AL IMPLANTAR EL MANTENIMIENTO

El costo de implementación del programa de mantenimiento preventivo de las instalaciones como para la seguridad tanto de las instalaciones como las personas propuesto es elevado por lo que la implementación deberá ser de manera progresiva y en función de los ingresos generados por la actividad comercial y el mismo es bastante variable en relación a la marca de los productos a utilizar.

La ventaja que se tiene es que algunas de las herramientas ya están en las instalaciones y solo es cuestión de ser utilizadas, por lo que la instalación inmediata va más en función de una capacitación de personal que en costos en equipo e infraestructura.

4.5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos al implementar el presente programa son muy fáciles de percibir ya que no contemplar los aspectos que aquí se citan en una empresa que se dedica al almacenaje y comercialización de GLP, prácticamente la haría una instalación de alto riesgo por la inflamabilidad del mismo.

El programa estipula además un control de la corrosión factor bien importante a controlar en las instalaciones, por ser la mayoría de los componentes de metal, por la humedad que genera el GLP y el medio ambiente en el que se encuentran la misma.

También se busca con la elaboración de esta guía seguir lineamientos similares a los que en otros países son cuestiones obligatorias por ley dada a las experiencias vividas por ellos y no esperar a que accidentes fatales sean la escuela que nos obligue a ponerlas en practica.

CONCLUSIONES

1. El tipo de mantenimiento que se le da a las instalaciones y equipos utilizados en el almacenamiento y comercialización del GLP es de naturaleza preventiva y el tiempo de atención en los mismos varia según las características del equipo, especificaciones y al uso de los mismos.
2. A pesar de que el gas licuado de petróleo es un combustible muy utilizado en el país, el gobierno no tiene una legislación específica sobre su manejo seguro por parte de las empresas que se dedican a su comercialización.
3. El Ministerio de Energía y Minas es el ente Estatal encargado de velar por el buen funcionamiento y la seguridad en las instalaciones que comercializan GLP, sin embargo, la supervisión que éste presta a dichas instalaciones es mínima ya sea por falta de personal, personal mal capacitado y/o por la falta de sanciones legales aplicables.
4. Países como España, Bolivia, Chile, Perú y Argentina cuentan con leyes nacionales con sus respectivas sanciones muy específicas en lo que se refiere al manejo del GLP y la seguridad en las instalaciones y transporte que manejan este tipo de producto.
5. Un plan de seguridad en una instalación de GLP se fundamenta principalmente en evitar que se produzca un incendio, dada la inflamabilidad del mismo. Pero en caso de que este se produzca, lo que se busca es poder controlar el mismo para salvaguardar las instalaciones y sus alrededores sin anteponer vidas de por medio.

RECOMENDACIONES

- A efectos de prevenir accidentes con consecuencias lamentables y dado que el Gobierno no ha emitido una ley y reglamentación específica sobre el manejo y almacenamiento de GLP en el país, se recomienda a las empresas observar con especial atención los siguientes casos y atender las siguientes recomendaciones:

1. INSPECCIONES DE RUTINA

1.1 Deficiencias que no signifiquen un riesgo inmediato a la habilitación, mantenimiento o seguridad de las instalaciones. Se acordará el término para su regularización.

1.2 Deficiencias que signifiquen un grave e inminente peligro, obligará a suspender transitoriamente la actividad del área.

La inspección dispondrá la adopción de las medidas correctivas pertinentes y aquellas complementarias tendientes a disminuir las posibilidades de riesgo. Independientemente de la suspensión de la actividad se aplicarán las penalidades que pudieren corresponder al empleado responsable. La actividad de la planta solamente se reanudará con la autorización del encargado de la supervisión.

1.3 Reanudar las actividades de la planta sin haber solucionado ni efectuado las regularizaciones correspondientes.

Corresponderá aplicar una sanción al responsable y la suspensión preventiva de las actividades de la planta, la que se mantendrá hasta que se cumplimente con las medidas correctivas pertinentes.

1.4 Carencias o deficiencias en la señalización de seguridad. Incluye además los avisos para actuación en emergencias y sobrellenado de tanque para GLP que reduzca en más del diez por ciento (10%) la cámara de vapor resultante del llenado máximo permitido por las normas vigentes.

Sin perjuicio de la penalidad al responsable, la planta adoptará las medidas necesarias para regularizar de inmediato la situación, respetando las debidas reglas de seguridad.

1.5 Efectuar o poner en servicio modificaciones en las instalaciones de la planta, sin previa autorización del encargado.

Corresponderá aplicar una sanción y la suspensión preventiva de las actividades de la planta si las modificaciones efectuadas ponen en riesgo la seguridad de las personas, instalaciones y/o medio ambiente, la que se mantendrá hasta que se cumplimente con las medidas correctivas pertinentes.

Modificación de las instalaciones: comprende aquellas referidas al sistema de GLP, instalaciones eléctricas seguras contra explosión y construcciones civiles cuando éstas varíen las distancias o condiciones de seguridad. No se considerará modificaciones de las instalaciones: el reemplazo por elementos de iguales características a los habilitados y siempre que no se modifiquen cañerías y accesorios de: conexiones rápidas del descargadero, mangueras, válvulas de bloqueo, de seguridad, de exceso de flujo, motores eléctricos, bombas y compresores.

1.6 Cuando se retire del servicio alguno de los tanques de almacenamiento habilitados, sin previa comunicación.

Será de aplicación una penalidad precedente al responsable, independientemente de los cargos que pudieren efectuar por otros conceptos.

1.7 Por tener en servicio recipientes fijos para GLP, que no acrediten la realización de los ensayos de origen o decenales correspondientes, debidamente certificados por una empresa auditora de seguridad reconocida por el Estado, o encontrarse los mismos vencidos.

Corresponderá aplicar una sanción al responsable y la inhabilitación del recipiente del servicio.

1.8 Por cargar, descargar, transportar o almacenar GLP en tanques móviles o fijos que no cuenten con la correspondiente placa de identificación, o que los datos grabados en la misma no sean indubitablemente legibles.

Corresponderá aplicar una sanción al responsable y la inhabilitación del recipiente del servicio.

1.9 Para los siguientes casos:

- a) No poseer sistema de chimenea portátil de quemado o no tenerlo en condiciones de buen funcionamiento.
- b) Accionamiento automático de válvulas de bloqueo; por tenerlo fuera de servicio o en condiciones deficientes de operatividad.
- c) Válvulas de exceso de flujo, de alivio hidrostático, de seguridad y presostato; por mal funcionamiento o falta de constancia de ensayos periódicos.
- d) Mangueras para carga o descarga de GLP en estado deficiente: se entiende por estado deficiente la observación de pronunciadas deformaciones salientes o aplastamientos, tetones, grietas o cortes profundos o desgaste excesivo de su protección externa, dejando al descubierto la malla metálica, o falta de constancia de ensayos periódicos.

Será de aplicación una penalidad precedente al responsable, independientemente de los cargos que pudieren efectuar por otros conceptos.

2. AUDITORIAS PERIÓDICAS

Para los siguientes casos:

2.1 Legajo técnico de la planta ajustado a instalaciones; por no presentarlos a solicitud de la inspección o no tenerlos actualizados.

2.2 Auditoría semestral; por no presentar certificado o protocolo de auditoría original o copia autenticada a requerimiento del encargado de la inspección del área.

2.3 Por estar el período de certificación vencido: el operador deberá suspender transitoriamente la actividad del área hasta tanto se haga efectiva la auditoría.

La inspección dispondrá la adopción de las medidas correctivas pertinentes y aquellas complementarias tendientes a disminuir las posibilidades de riesgo.

Independientemente de la suspensión de la actividad se deben aplicar penalidades correspondientes a quienes corresponda. La actividad de la planta solamente se reanudará con la autorización del encargado.

3. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Para los casos:

3.1 Puestas a tierra; por no tenerlas, no reunir condiciones de efectividad, o no acreditar los controles periódicos correspondientes.

Se entiende como efectividad, cuando el sistema tenga todos sus componentes en condiciones de cumplir eficazmente su función y bien ajustados (cable a jabalina, cable a conexión de tanques, estructuras, tableros, motores, etcétera.) la prueba se efectuará manualmente y sin impacto.

3.2 Instalación segura contra explosión con algún elemento en deficiente estado de mantenimiento o cualquier otro motivo que configure riesgo de ignición.

Se entiende por deficiente estado de mantenimiento, a cajas con bulones sin colocar, cajas, cañerías y accesorios sin roscar o ajustadas deficientemente, cables no embutidos en caños, artefactos sin vidrio pírex o con éste roto, flexibles deteriorados, modificaciones fuera de normas a elementos originales de las instalaciones, falta de pasta sellante, etcétera.

3.3 Iluminación en zona perimetral y/o en sectores operativos, en horario nocturno cuando la planta no opera.

Independientemente de la suspensión de la actividad se deben aplicar penalidades correspondientes a quienes corresponda. La actividad de la planta solamente se reanudará con la autorización del encargado.

4. RESPONSABILIDAD OPERATIVA

4.1 Se deberá sancionar drásticamente por encontrarse en las cercanías de la operación, al responsable del control de la misma, durante la carga o descarga de camión-tanque para el transporte de GLP a granel:

El responsable debe poder visualizar permanentemente las bocas de conexión y las mangueras, pudiendo ser el conductor del vehículo cuando posea capacidad para maniobrar las instalaciones de GLP, o personal de planta que con estos conocimientos además tenga idoneidad para conducir camiones tanque.

5. SISTEMA DE VIGILANCIA

5.1 Por verificarse que no se cumple con el sistema de seguridad implementado:

- a) Cuando algún integrante de la dotación del personal asignado al rol de incendio no esté compenetrado en el uso de los elementos contra fuego, como así también de las maniobras u operaciones necesarias en caso de un siniestro.
- b) Por verificarse que no funciona el sistema de monitoreo automático permanente o éste no cumpla con alguno de los requerimientos establecidos.
- c) Por verificarse que no se efectúan las inspecciones periódicas de control o que las mismas no se registran correctamente.

En caso de verificarse que no se cuenta con un sistema de vigilancia debidamente registrado en el legajo técnico, o que el sistema asentado en este legajo difiera del utilizado por la empresa, será de aplicación una sanción por parte de la empresa al encargado del área.

6. ELEMENTOS CONTRA INCENDIO

6.1 Extintores manuales o rodantes, por faltar, no tenerlos en condiciones de funcionamiento o mantenimiento, o no encontrarse en su lugar de emplazamiento.

- a) Por cada extintor manual: Corresponderá aplicar una sanción.

b) Por cada extintor rodante: Corresponderá aplicar una sanción mayor a la anterior.

Se considera que un extintor no está en condiciones de funcionamiento o mantenimiento cuando:

- 1) La carga y/o el ensayo de prueba hidráulica está vencido o adulterado de acuerdo a las normas IRAM de aplicación correspondientes.
- 2) Carezcan, no funcionen o se encuentre deteriorado cualquier elemento constituyente del extintor, que dificulte o impida su funcionamiento normal o su desplazamiento.
- 3) Se encuentra obstruido el orificio de salida del polvo químico seco.
- 4) El manómetro señale posición de descargado.
- 5) La presión de la carga en el tubo impulsor (N2) del carro extintor, sea menor de noventa (90) Kg / cm² o en los presurizados, cuando el manómetro señale posición de descargado.

Para un mejor control de los extintores instalados de acuerdo a aprobación oportunamente otorgada, cada planta deberá contar con un croquis donde se señale la ubicación de los mismos.

Estas sanciones serán de aplicación cuando la anomalía se verifique en los matafuegos de la planta y en los de los vehículos propios que transportan gas licuado cuando sean encontrados en la misma.

6.2 Por faltar, no estar en condiciones o no cumplir eficazmente su función cualquiera de los elementos integrantes del sistema de lucha contra incendio.

7. TRABAJOS DENTRO DE LA ZONAS DE SEGURIDAD

7.1 Por efectuar trabajos o reparaciones de cualquier índole; dentro de la zona de seguridad de planta, sin contar con la correspondiente autorización y/o el procedimiento aprobado, expedidos por el Responsable de Higiene y Seguridad de la empresa, necesarias para evitar accidentes o siniestros.

Corresponderá aplicar una sanción al responsable y la suspensión preventiva de las actividades de la planta si las modificaciones efectuadas ponen en riesgo la seguridad de las personas, instalaciones y/o medio ambiente, la que se mantendrá hasta que se cumpla con las medidas correctivas pertinentes.

7.2 Por utilizar herramientas que no cumplan con la condición APE o de seguridad intrínseca, también se deberá sancionar al responsable.

8. PROHIBICIONES VARIAS

8.1 Personas fumando dentro de la zona de seguridad de planta.

A cada persona corresponderá aplicar una sanción.

8.2 Cualquier elemento que pueda ser origen de una ignición dentro de la zona de seguridad de planta.

Por cada elemento corresponderá aplicar una sanción al responsable.

8.3 Está referido a:

a) Automotor o cualquier motor a combustión interna sin tener colocado el arrestallamas correspondiente, o tenerlo colocado sin reunir las condiciones de construcción o mantenimiento exigidas, o tener el sistema de escape (caño de escape completo y silenciadores) deteriorados (perforaciones, roturas y faltas de ajuste entre sus componentes).

b) Camión tanque o cualquier automotor con el motor innecesariamente en funcionamiento.

c) Motor eléctrico que no sea a prueba de explosión o de seguridad aumentada.

d) Cualquier otro elemento o circunstancia no contemplada en los incisos anteriores.

8.4 Quemazón de pastos u otros elementos, dentro de los límites de zona de fuegos abiertos corresponderá aplicar una sanción monetaria.

Será de aplicación cuando se verifique la acción o evidencias de su realización anterior.

Se admite, fuera de los límites de la zona de seguridad:

- a) Chimeneas de quemado u otros artefactos y dispositivos autorizados por la Subsecretaría o quien ésta autorice.
- b) En oficinas, talleres, etcétera. no serán objetados cocinas, calefones, calefactores, equipos para soldar, etcétera.

8.5 Por efectuar drenaje (venteo) de producto -líquido o gaseoso- a la atmósfera en orificios cuyo diámetro sea superior a uno coma cuatro milímetros (1,4 mm) accionado manualmente corresponderá aplicar una sanción.

8.6 Pérdida notable de producto líquido o gaseoso por deterioro en la instalación para gas licuado de la empresa, sin que se hayan adoptado las medidas necesarias para su inmediata solución corresponderá aplicar una sanción monetaria.

9. VEHÍCULOS

9.1 Por cargar, descargar, transportar o encontrarse estacionados dentro de los límites del área vehículos tanque para el transporte de GLP a granel, que no cumplan con las medidas de seguridad normadas internacionalmente.

Para su aplicación se deberá tener en cuenta el no cumplimiento de cualquiera de las condiciones siguientes:

a) Vehículo

I) Por no tener o encontrarse vencida una revisión técnica obligatoria (RTO - certificado de aptitud del vehículo).

II) Por no tener o encontrarse en deficiente estado de visualización las señales de seguridad en las unidades de transporte - carteles de identificación

III) Por no tener o encontrarse en deficiente estado de uso el equipamiento de emergencia o protección individual (matafuegos y equipos de protección personal – guantes, calzado de seguridad, sistemas de balizas de señalamiento, etcétera.).

IV) Por verificarse la falta de extintores o no tenerlos en condiciones de funcionamiento o mantenimiento, se aplicarán las penalidades antes recomendadas.

V) Por verificarse excesivo desgaste o deterioro en neumáticos (que represente clara evidencia de riesgo) o por utilizar neumáticos reconstruidos en ruedas directrices.

VI)- Presentar signos visibles de gran deterioro en demás partes del vehículo que presenten evidencia clara de riesgo en el tránsito -especificar la falencia existente-.

VII)- Por cualquier elemento componente de la instalación eléctrica que por deterioro o falta de mantenimiento pueda ser origen de una ignición. (por ejemplo conductores sin aislamiento o cuando ésta presente signos visibles de deterioro, conexiones que carezcan de su correspondiente terminal, etcétera.).

Corresponderá aplicar una sanción monetaria.

Nota: Independientemente de las penalidades que pudieran corresponder, la inspección dispondrá la adopción de las medidas correctivas pertinentes y aquellas complementarias tendientes a disminuir las posibilidades de riesgo, incluyendo la incautación del vehículo tanque y su guarda en lugar seguro y libre de riesgos.

9.2 Por cargar, descargar, transportar o encontrarse estacionados dentro de los límites del área vehículos tanque para el transporte de GLP a granel que presenten muestras inequívocas de haber sufrido un accidente (Abolladuras o hendiduras, áreas corroídas, evidencias de haber sido izado, etcétera.), sin la correspondiente autorización de la entidad estatal correspondiente o quien ésta autorice para continuar en servicio corresponderá aplicar una sanción monetaria.

Nota: Independientemente de las penalidades que pudieran corresponder, la inspección dispondrá la adopción de las medidas correctivas pertinentes y aquellas complementarias tendientes a disminuir las posibilidades de riesgo, incluyendo la incautación del vehículo tanque y su guarda en lugar seguro y libre de riesgos.

9.3 Por cargar, descargar, transportar o encontrarse estacionados dentro de los límites del área vehículos tanque para el transporte de GLP a granel no aprobados ni habilitados por la Subsecretaría o quien ésta autorice, retirados de servicio por razones de seguridad y/o declarados clandestinos por ésta, por no haber dado cumplimiento a los ensayos periódicos o por haber incurrido en incumplimiento de lo establecido en las comunicaciones sobre parque de vehículos corresponderá aplicar una sanción monetaria.

Nota: Independientemente de las penalidades que pudieran corresponder, la inspección dispondrá la adopción de las medidas correctivas pertinentes y aquellas complementarias tendientes a disminuir las posibilidades de riesgo, incluyendo la incautación del vehículo tanque y su guarda en lugar seguro y libre de riesgos.

9.4 Por cargar o descargar vehículos para el transporte de gas licuado a granel, sin tener conectada la correspondiente puesta a tierra de la planta corresponderá aplicar una sanción monetaria.

Este artículo será también de aplicación cuando la puesta a tierra esté conectada sin cumplir eficazmente su función o cuando la unidad tenga las interconexiones de puesta a tierra del tanque o tractor, flojas o cortadas.

9.5 Por cargar o descargar vehículos para el transporte de GLP a granel, sin utilizar las respectivas calzas [mínimo dos (2) en una rueda] corresponderá aplicar una sanción monetaria.

9.6 Unidades de transporte estacionadas dentro de la empresa que ante una emergencia constituyan un obstáculo o incremento de riesgo corresponderá aplicar una sanción monetaria.

Será de aplicación una sanción cuando se observe:

- a) Vehículos que ante una emergencia impidan el libre tránsito o que no puedan ser puestos en marcha para ser retirados.
- b) Vehículos que no se utilizan para el transporte y se encuentran inmovilizados dentro de la planta por lapsos de varios días.

10. SUPERVISIONES

10.1 Por impedir las inspecciones corresponderá aplicar una sanción monetaria.

Se considera que es de aplicación cuando se impide el ingreso del inspector a planta o la realización total de la inspección.

10.2 Por dificultar las inspecciones de la autoridad competente corresponderá aplicar una sanción monetaria.

Se considera que es de aplicación, cuando:

Por cualquier medio se obstaculiza la labor de la inspección: cuando se retira de la planta la (o las) unidad (es) de transporte, sin que la inspección pueda controlarla (s), etcétera.

La planta no posea o no pueda ubicarse al personal designado por la firma para efectuar la inspección en la planta.

La procedencia de la penalidad descrita, es sin perjuicio de la aplicación de otras penalidades que puedan verificarse en la inspección.

10.3 Por negarse a firmar el acta de inspección corresponderá aplicar una sanción monetaria.

BIBLIOGRAFÍA

1. López Sopeña, José Emilio. **Manual de Instalaciones de GLP**. 1ª. edición. España: CEPSA-ELF-GAS, S.A. 2001.
2. Ente Nacional Regulador del Gas. **Normas mínimas para el diseño, construcción, operación y mantenimiento para plantas de gas licuado de petróleo de bajo volumen de almacenamiento para sistemas de distribución por redes instaladas en vía pública**. N.A.G. 155. Argentina, 2000.
3. Cuerpo de Bomberos de Rancagua, Primera Compañía “Bomba O’Higgins”. **Folleto sobre GLP sus características y cuidados**. Chile 2007.
4. Dirección General de Hidrocarburos, Ministerio de Energía y Minas. **Guía para el trámite de licencias de almacenamiento de gas licuado de petróleo (GLP)**. Guatemala, 2005.
5. **Ley de comercialización de hidrocarburos**. Decreto 109-97, Guatemala, 1997.
6. **Reglamento a la ley de comercialización de hidrocarburos**. Acuerdo Gubernativo 522-99. Guatemala, 1999.

ANEXOS

ANEXO 1

Tabla 10. Distancias mínimas de seguridad según capacidad de tanques.

Distancias Mínimas de Seguridad (En metros)		Capacidad total de los tanques de GLP instalados (m3)			
		Hasta 16	de 16,1 a 50	De 50,1 a 100	
Desde tanques fijos con GLP a:					
Edificios públicos o lugares de reunión de mas de 150 personas.		20	30	100	
Medianera	Alambrado	7.5	10	15	
	Pared continua (h=2m)	5	7.5	10	
Fuegos abiertos		7.5	10	15	
Líneas de edificación - Vía publica		7.5	10	15	
Camiros internos		5	7.5	7.5	
Punto de transferencia o descargadero		NOTA 1	5	7.5	
Tanques conteniendo otros combustibles		7.5	10	15	
Chimenea de quemado		10	15	20	
Desde punto de transferencia o descargadero a:					
Edificios públicos o lugares de reunión de mas de 150 personas.		NOTA 1	30	100	
Medianera	Alambrado		10	15	
	Pared continua (h=2m)		7,5	10	
Fuegos abiertos			10	15	
Líneas de edificación - Vía publica			10	15	
Tanques conteniendo otros combustibles			10	15	
Chimenea de quemado			15	20	
Desde sala de bombas - compresores de GLP a :					
Edificios públicos o lugares de reunión de mas de 150 personas.			NOTA 2	30	100
Medianera	Alambrado			10	15
	Pared continua (h=2m)	7.5		10	
Fuegos abiertos		10		15	
Líneas de edificación - Vía publica		10		15	
Camiros internos		7.5		7.5	
Punto de transferencia o descargadero		5		7.5	
Tanques conteniendo otros combustibles		10		15	
Chimenea de quemado		15		20	
Desde vaporizadores a fuego directo a:					
Edificios públicos o lugares de reunión de mas de 150 personas.		7.5	15	15	
Medianera	Alambrado	7.5	15	15	
	Pared continua (h=2m)	5	10	10	
Líneas de edificación - Vía publica		5	10	10	
Tanques de GLP		7.5	10	15	
Camiros internos		5	7.5	7.5	
Punto de transferencia o descargadero		NOTA 1	10	20	
Tanques conteniendo otros combustibles		7.5	10	15	
Chimenea de quemado		7.5	10	15	

Nota 1: En caso de realizarse descargadero en plantas con almacenamiento menor a 16 m³, se deberán respetar las distancias mínimas establecidas para plantas de 16 a 50 m³.

Nota 2: En caso de realizarse sector de bombas de GLP en plantas con almacenamiento menor a 16 m³, se deberán respetar las distancias mínimas establecidas para plantas de 16 a 50 m³.