

Sustancias químicas peligrosas

INTRODUCCION

Este capítulo se compone de tres apartados: A, B y C. El apartado A trata sobre la **clasificación, embalaje y etiquetado** de sustancias químicas. En el apartado B se describen las normas de seguridad para el **almacenamiento de gases**: GLP, GN, comprimidos, licuados y disueltos a presión, criogénicos y para el **almacenamiento de líquidos**. En el apartado C se contemplan las normas existentes sobre el **transporte de sustancias peligrosas**: por carretera, ferrocarril, aéreo y marítimo.

A) CLASIFICACION, EMBALAJE Y ETIQUETADO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

INTRODUCCION

Las sustancias químicas peligrosas, son aquellos elementos químicos y sus compuestos, tal y como se presentan en su estado natural o como se producen por la industria que pueden dañar directa o indirectamente a personas, bienes y/o medio ambiente.

CATEGORIAS

Existen diferentes categorías de peligrosidad, clasificándose las sustancias como sigue:

- a) **Explosivas:** Sustancias y preparados que pueden explosionar por el efecto de una llama o del calor o que sean muy sensibles a los choques y a los roces.
- b) **Comburentes:** Sustancias y preparados, que en contacto con otros, particularmente con los inflamables, originan una reacción fuertemente exotérmica.
- c) **Altamente inflamables:** Las sustancias y preparados que tengan un punto de ignición muy bajo y un punto de ebullición bajo.
- d) **Fácilmente inflamables:** Las sustancias y preparados:
- Que puedan calentarse e inflamarse en el aire a temperatura ambiente sin aporte de energía.
 - Sólidos, que puedan inflamarse fácilmente tras un breve contacto con una fuente de inflamación y que sigan quemándose o consumiéndose después de alejar dicha fuente.
 - En estado líquido cuando el punto de ignición sea muy bajo,
 - Que, en contacto con el agua o el aire húmedo, desprendan gases fácilmente inflamables en cantidades peligrosas.
- e) **Inflamables:** Las sustancias y preparados líquidos cuyo punto de ignición sea bajo;
- f) **Muy tóxicos:** Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan provocar riesgos sumamente graves, agudos o crónicos, o incluso la muerte;
- g) **Tóxicos:** Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan provocar dolencias graves, agudas o crónicas, o incluso la muerte;
- h) **Nocivos:** Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan provocar dolencias de gravedad limitada;
- i) **Corrosivos:** Las sustancias y preparados que, en contacto con el tejido vivo puedan ejercer una acción destructiva del mismo;
- j) **Irritantes:** Las sustancias y preparados no corrosivos que, por contacto inmediato, prolongado o repetido con la piel o las mucosas puedan provocar una reacción inflamatoria;
- k) **Sensibilizantes:** Las sustancias y preparados que, por inhalación o penetración cutánea, puedan ocasionar una reacción del sistema inmunitario (hipersensibilización), de forma que una exposición posterior a esa sustancia o preparado de lugar a una serie de efectos negativos característicos;
- l) **Cancerígenos:** Las sustancias o preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir cáncer o aumentar su frecuencia;

- m) **Mutágenos:** Las sustancias o preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir defectos genéticos hereditarios o aumentar su frecuencia;
- n) **Tóxicos para la reproducción:** Las sustancias o preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir efectos negativos no hereditarios en la descendencia, o aumentar la frecuencia de éstos, y/o afectar de forma negativa a la función o a la capacidad reproductora del macho o de la hembra;
- o) **Peligrosos para el medio ambiente:** Las sustancias o preparados que, en caso de contacto con el medio ambiente, supongan o puedan suponer un peligro inmediato o futuro para uno o más componentes del mismo.

La catalogación de las sustancias y preparados en las categorías de muy tóxicos, tóxicos o nocivos se efectuará con arreglo a los siguientes criterios:

- a) La catalogación en las categorías de sustancias muy tóxicas o nocivas se efectuará mediante la determinación de la toxicidad aguda de la sustancia o preparado comercializados sobre los animales expresada en (dosis letal) DL_{50} o (concentración letal) CL_{50} , para lo que sirven de referencia los parámetros del Cuadro 1.
- b) Cuando se desprenda de los hechos, que no procede para la clasificación fundarse principalmente en los valores de DL_{50} o CL_{50} , a causa de que las sustancias o preparados produzcan otros efectos de naturaleza diferente, se clasificarán éstos en función de la importancia de esos efectos.

CUADRO 1
Parámetros de toxicidad sobre animales

Categoría	DL_{50} oral rata mg/kg	DL_{50} cutánea rata o conejo mg/kg	CL_{50} inhalatoria mg/litro/4 horas
MUY TOXICAS	≤ 25	≤ 50	$\leq 0,25$
TOXICAS	25 - 200	50 - 400	0,25 - 1
NOCIVAS	200 - 2.000	400 - 2.000	1 - 5

La clasificación de las sustancias y preparados en las categorías corrosivas o irritantes se efectuará de acuerdo con los criterios siguientes:

- a) Criterios de corrosión. Una sustancia o un preparado se considerará corrosiva cuando, al efectuar los ensayos de irritación cutánea según las líneas

directrices para los ensayos u otro método equivalente, produzca en, al menos, un animal de experimentación destrucción de tejidos en todo el espesor de la piel.

Una sustancia o un preparado se considerará corrosivo cuando puedan producirse los resultados, como por ejemplo, reacciones fuertemente ácidas y alcalinas.

- b) Criterios de irritación. Una sustancia o un preparado se considerará irritante cuando cause inflamación de la piel o lesiones oculares que corresponden a unos valores determinados.

IDENTIFICACION DE SUSTANCIAS Y PREPARADOS PELIGROSOS

Todos los envases o recipientes deben indicar información esencial, para advertir a las personas que manipulan o utilizan, sobre los riesgos inherentes de la sustancia o preparado. También en la etiqueta se recogerá información con consejos de prudencia y modos de empleo.

Los riesgos más importantes se indican por medio de pictogramas y estos riesgos así como los que se derivan de otras propiedades peligrosas, se enuncian en las *Frases R*, mientras que las precauciones que se deben observar se indican por medio de las *Frases S*.

La información de la etiqueta, se completa con la mención del nombre de la sustancia, nomenclatura (IUPAC), así como la mención del nombre y dirección del fabricante, distribuidor o importador.

Pictogramas

La normalización de los símbolos que indican peligro, ha hecho que en la actualidad se sigan los siguientes (ver Fig. 1):

Riesgos específicos de las sustancias peligrosas

FRASES R

- R1 Explosivo en estado seco.
- R2 Riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición.
- R3 Alto riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición.
- R4 Forma compuestos metálicos explosivos muy sensibles.
- R5 Peligro de explosión en caso de calentamiento.



Explosivo
Explosive
Explosible **E**



Comburente
Oxidising
Comburant **O**



Corrosivo
Corrosive
Corrosif **C**



Inflamable
Flammable
Inflammable **F**



Extremadamente
inflamable
Extremely
flammable
Extrêmement
inflammable **F+**



Tóxico
Toxic
Toxique **T**



Muy toxico
Very toxic
Très toxique **T+**



Irritante
Irritant
Irritant **Xi**



Nocivo
Harmful
Nocif **Xn**

Figura 1.—Pictogramas e indicaciones de peligro.

- R6 Peligro de explosión, lo mismo en contacto que sin contacto con el aire.
- R7 Puede provocar incendios.
- R8 Peligro de fuego en contacto con materiales combustibles.
- R9 Peligro de explosión al mezclar con materias combustibles.
- R10 Inflamable.
- R11 Fácilmente inflamable.
- R12 Extremadamente inflamable.
- R13 Gas licuado extremadamente inflamable.
- R14 Reacciona violentamente con el agua.
- R15 Reacciona con el agua liberando gases fácilmente inflamables.
- R16 Puede explosionar en mezcla con sustancias comburentes.
- R17 Se inflama espontáneamente en contacto con el aire.
- R18 Al usarlo pueden formarse mezclas aire-vapor explosivas/inflamables.
- R19 Puede formar peróxidos explosivos.
- R20 Nocivo por inhalación.
- R21 Nocivo en contacto con la piel.
- R22 Nocivo por ingestión.
- R23 Tóxico por inhalación.
- R24 Tóxico en contacto con la piel.
- R25 Tóxico por ingestión.
- R26 Muy tóxico por inhalación.
- R27 Muy tóxico en contacto con la piel.
- R28 Muy tóxico por ingestión.
- R29 En contacto con el agua libera gases tóxicos.
- R30 Puede inflamarse fácilmente al usarlo.
- R31 En contacto con ácidos libera gases tóxicos.
- R32 En contacto con ácidos libera gases muy tóxicos.
- R33 Peligro de efectos acumulativos.
- R34 Provoca quemaduras.
- R35 Provoca quemaduras graves.
- R36 Irrita los ojos.
- R37 Irrita las vías respiratorias.
- R38 Irrita la piel.
- R39 Peligro de efectos irreversibles muy graves.
- R40 Posibilidad de efectos irreversibles.
- R41 Riesgo de lesiones oculares graves.

- R42 Posibilidad de sensibilización por inhalación.
- R43 Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel.
- R44 Riesgo de explosión al calentarlo en ambiente confinado.
- R45 Puede causar cáncer.
- R46 Puede causar alteraciones genéticas hereditarias.
- R47 Puede causar malformaciones congénitas.
- R48 Riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada.

COMBINACION DE LAS FRASES R

- R14/15 Reacciona violentamente con el agua, liberando gases muy inflamables.
- R15/29 Reacciona con el agua, formando gases tóxicos y fácilmente inflamables.
- R20/21 Nocivo por inhalación y en contacto con la piel.
- R21/22 Nocivo en contacto con la piel y por ingestión.
- R20/22 Nocivo por inhalación y por ingestión.
- R20/21/22 Nocivo por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
- R23/24 Tóxico por inhalación y en contacto con la piel.
- R23/25 Tóxico por inhalación y por ingestión.
- R24/25 Tóxico en contacto con la piel y por ingestión.
- R23/24/25 Tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
- R26/27 Muy tóxico por inhalación y en contacto con la piel.
- R26/28 Muy tóxico por inhalación y por ingestión.
- R26/27/28 Muy tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
- R27/28 Muy tóxico en contacto con la piel y por ingestión.
- R36/37 Irrita los ojos y las vías respiratorias.
- R36/38 Irrita los ojos y la piel.
- R36/37/38 Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias.
- R42/43 Posibilidad de sensibilización por inhalación y en contacto con la piel.

Consejos de prudencia relativos a las sustancias peligrosas

FRASES S

- S1 Consérvese bajo llave.
- S2 Manténgase fuera del alcance de los niños.

- S3 Consérvese en lugar fresco.
- S4 Manténgase lejos de locales habitados.
- S5 Consérvese en ... (líquido apropiado a especificar por el fabricante).
- S6 Consérvese en ... (gas inerte a especificar por el fabricante).
- S7 Manténgase el recipiente bien cerrado.
- S8 Manténgase el recipiente en lugar seco.
- S9 Consérvese el recipiente en lugar bien ventilado.
- S12 No cerrar el recipiente herméticamente.
- S13 Manténgase lejos de materias combustibles.
- S14 Consérvese lejos de ... (materiales compatibles a especificar por el fabricante).
- S15 Protéjase del calor.
- S16 Protéjase de fuentes de ignición. No fumar.
- S17 Manténgase lejos de materias combustibles.
- S18 Manipúlese y ábrase el recipiente con prudencia.
- S20 No comer ni beber durante su utilización.
- S21 No fumar durante su utilización.
- S22 No respirar el polvo.
- S23 No respirar los gases/humos/vapores/aerosoles (denominación/es adecuada/s a especificar por el fabricante).
- S24 Evítese el contacto con la piel.
- S25 Evítese el contacto con los ojos.
- S26 En caso de contacto con los ojos, lávenlos inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.
- S27 Quítese inmediatamente la ropa manchada o salpicada.
- S28 En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con ... (productos a especificar por el fabricante).
- S29 No tirar los residuos por el desagüe.
- S30 No echar jamás agua al producto.
- S33 Evítese la acumulación de cargas electrostáticas.
- S34 Evítense golpes y rozamientos.
- S35 Elimínense los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles.
- S36 Usen indumentaria protectora adecuada.
- S37 Usen guantes adecuados.
- S38 En caso de ventilación insuficiente, usen equipo respiratorio adecuado.
- S39 Usen protección para los ojos/la cara.

- S40 Para limpiar el suelo y los objetos contaminados por este producto, úse-se ... (a especificar por el fabricante).
- S41 En caso de incendio o de explosión, no respire los humos.
- S42 Durante las fumigaciones/pulverizaciones, use equipo respiratorio adecuado. (Denominación/es adecuada/s a especificar por el fabricante).
- S43 En caso de incendio, úse-se (o úsese) ... (medios de extinción a especificar por el fabricante). (Si el agua aumenta el riesgo se debe añadir «No usar nunca agua»).
- S44 En caso de malestar, acuda al médico (si es posible, muéstrole la etiqueta).
- S45 En caso de accidente o malestar, acuda inmediatamente al médico y muéstrole la etiqueta.
- S46 En caso de ingestión acuda inmediatamente al médico y muéstrole la etiqueta o el envase.
- S47 Consérvese a una temperatura no superior a ... °C. (A especificar por el fabricante).
- S48 Consérvese húmedo con ... (medio apropiado a especificar por el fabricante).
- S49 Consérvese únicamente en el recipiente de origen.
- S50 No mezclar con ... (a especificar por el fabricante).
- S51 Úsese únicamente en lugares bien ventilados.
- S52 No usar sobre grandes superficies en locales habitados.

COMBINACION DE FRASES S

- S1/2 Consérvese bajo llave y manténgase fuera del alcance de los niños.
- S3/7/9 Consérvese el recipiente en lugar fresco y bien ventilado y manténgase bien cerrado.
- S3/9 Consérvese el recipiente en lugar fresco y bien ventilado.
- S3/14 Consérvese en lugar fresco y lejos de ... (materiales incompatibles, a especificar por el fabricante).
- S3/9/14 Consérvese en lugar fresco y bien ventilado y lejos de ... (materiales incompatibles, a especificar por el fabricante).
- S3/9/49 Consérvese únicamente en el recipiente de origen, en lugar fresco y bien ventilado.
- S3/9/14/49 Consérvese únicamente en el recipiente de origen, en lugar fresco y bien ventilado y lejos de ... (materiales incompatibles, a especificar por el fabricante).

- S7/8 Manténgase el recipiente bien cerrado y en lugar seco.
 S7/9 Manténgase el recipiente bien cerrado y consérvase en lugar bien ventilado.
 S20/21 No comer, ni beber, ni fumar durante su utilización.
 S24/25 Evítese el contacto con los ojos y la piel.
 S36/37 Usen indumentaria y guantes de protección adecuados.
 S37/39 Usar guantes adecuados y protección para los ojos/la cara.
 36/37/39 Usen indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos/la cara.
 S47/49 Consérvese únicamente en el recipiente de origen y a temperatura no superior a ... °C (a especificar por el fabricante).

APLICACION DE LAS NORMAS DE ETIQUETADO

- a) La etiqueta habrá de ir fijada sólidamente en una o varias caras del embalaje, de forma que las indicaciones puedan leerse horizontalmente cuando el embalaje esté posado de manera normal. Las dimensiones de la etiqueta habrán de responder a los formatos del Cuadro 2.

CUADRO 2
Formatos de etiquetas

Capacidad de embalaje	Formato (en milímetros)
Inferior o igual a 3 litros	55 x 78, como mínimo
Superior a 3 litros e inferior o igual a 50 litros	78 x 110, como mínimo
Superior a 50 litros e inferior o igual a 500 litros	110 x 155, como mínimo
Superior a 500 litros	155 x 221, como mínimo

Cada símbolo habrá de ocupar por lo menos la décima parte de la etiqueta, sin ser en ningún caso inferior a un centímetro cuadrado. La etiqueta habrá de ir adherida en toda su superficie al embalaje que contenga directamente la sustancia.

- b) La etiqueta no será necesaria cuando el propio embalaje lleve consignadas de forma visible las indicaciones necesarias, según lo previsto en el apartado a).
 c) El color y la presentación de la etiqueta y, en el caso del apartado b), del

embalaje, serán tales que el símbolo de peligro y el fondo sobre el que vaya impreso destaquen claramente.

EMBALAJE

- a) Habrán de estar diseñados y fabricados de forma que no sean posibles pérdidas de contenido.
 b) Los materiales con los que estén fabricados los embalajes y los cierres no deberán ser atacables por el contenido, así como tampoco formar con este último combinaciones nocivas y peligrosas.
 c) Los embalajes y los cierres habrán de ser en todas sus partes fuertes y sólidos con el fin de impedir aflojamientos y de responder de manera fiable a las exigencias normales de mantenimiento.
 d) Los recipientes con un sistema de cierre reutilizable habrán de estar diseñados de forma que pueda cerrarse el embalaje varias veces sin pérdida de su contenido.
 — Los recipientes con una capacidad inferior o igual a tres litros, cuando contengan determinadas sustancias peligrosas destinadas a uso doméstico, irán provistos de cierres de seguridad para los niños.
 — Los recipientes con una capacidad inferior o igual, a un litro que contengan líquidos muy tóxicos, tóxicos o corrosivos destinados a uso doméstico llevarán una indicación de peligro detectable al tacto.

B) ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS QUIMICAS

INTRODUCCION

El almacenamiento de sustancias químicas es complejo debido a la gran variedad de ellas y su diferente estado; por otro lado es el lugar donde se pueden encontrar mayor cantidad de sustancias clasificadas.

Los recipientes utilizados en el almacenamiento son muy variados y van a caracterizarse por el estado en que se encuentre el producto. Una clasificación general es la que sigue:

Depósitos a presión: Gases a presión.

Botellas y botellones: Gases licuados.

Tanques: Líquidos.

Recipientes móviles: Frágiles (vidrio, porcelanas, gres, etc.).
 Metálicos (bidones de hojalata, chapa de acero, etc.).
 No metálicos.
 No frágiles (plástico y madera).

ALMACENAMIENTO DE GASES

Hay que hacer una división, a) GLP y GN; b) gases comprimidos, licuados y disueltos a presión; c) gases criogénicos.

a) GLP (Gas Licuado del Petróleo) y GN (Gas Natural). La principal característica de estos gases, es que se transportan y almacenan en forma de líquidos, pero se emplean en estado gaseoso.

a.1. GAS LICUADO DE PETROLEO.

GENERALIDADES

Los Gases Licuados de Petróleo son hidrocarburos saturados, constituidos exclusivamente por carbono e hidrógeno. Los principales son:

	Fórmula
Metano, primero de una serie homóloga	CH_4 .
Etano	C_2H_6 .
Propano	C_3H_8 .
Butano	C_4H_{10} .

A partir del pentano (C_5H_{12}) son líquidos a temperatura normal.

Los más importantes son el butano que está presente en el gas natural y en el petróleo y el propano que se encuentra en los gases residuales de la refinación del petróleo.

El propano comercial, ya obtenido, pasa a depósitos donde sometido a baja presión o por enfriamiento, se almacena en estado líquido.

PROPIEDADES

Tanto el propano como el butano se hallan en estado gaseoso a presión atmosférica y temperatura normales.

Se almacenan en estado líquido, y en igual estado se transportan en camiones-cisternas y botellas.

El peligro que representan estos gases, además de ser combustibles, se debe a que son más pesados que el aire, por lo que tienden a permanecer en los niveles inferiores durante mucho tiempo. Prácticamente son inodoros.

Para que se pueda apreciar su presencia por fugas, etc., les añaden odorantes, que son sales químicas que permiten percibirlos aun en pequeñas cantidades.

El propano que normalmente se utiliza en usos domésticos, en instalaciones centralizadas de viviendas y más bien industriales es el propano comercial, que es una mezcla de distintos gases como butano, propano, etano, isobutano, propileno, etc., además de los llamados mercaptanos.

El butano comercial sin embargo, es el más utilizado en envases pequeños para usos domésticos.

DEPÓSITOS Y CLASIFICACIÓN

Clase	Suma de volúmenes geométricos Depósitos de superficie (aéreos)
A-0	Hasta 5 m ³ .
A-1	Mayor de 5 y hasta 10 m ³ .
A-2	Mayor de 10 y hasta 20 m ³ .
A-3	Mayor de 20 y hasta 100 m ³ .
A-4	Mayor de 100 y hasta 500 m ³ .
A-5	Mayor de 500 y hasta 2.000 m ³ .

Clase	Suma de volúmenes geométricos Depósitos enterrados o semienterrados
E-0	Hasta 5 m ³ .
E-1	Mayor de 5 y hasta 10 m ³ .
E-2	Mayor de 10 y hasta 100 m ³ .
E-3	Mayor de 100 y hasta 500 m ³ .

El volumen máximo unitario de éstos es de 60 m³.

DISTANCIAS Y MUROS DE SEGURIDAD

Se considera una estación de GLP, la superficie limitada por las distancias de seguridad que figuran en el Cuadro 3.

Las distancias se miden a partir de los orificios (S) o de las paredes (S1) de los depósitos y equipos, según el esquema de la Fig. 2.

La utilización de muros o pantallas en instalaciones de depósitos enterrados para los locales que se citan en la referencia 5 del cuadro de distancias así como en depósitos aéreos, permite reducir las distancias desde los orificios (S) que figuran en el cuadro de distancias hasta el 50 por 100 según los criterios siguientes:

CUADRO 3
Cuadro de distancias. Distancias mínimas de seguridad expresadas en metros

Clasificación Volumen V	Instalaciones de superficie												Instalaciones enterradas			
	A-0		A-1		A-2		A-3		A-4		A-5		E-0	E-1	E-2	E-3
	V ≤ 5	5 < V ≤ 10	5 < V ≤ 10	10 < V ≤ 20	10 < V ≤ 20	20 < V ≤ 100	20 < V ≤ 100	100 < V ≤ 500	100 < V ≤ 500	500 < V ≤ 2.000	500 < V ≤ 2.000	V ≤ 5	5 < V ≤ 10	10 < V ≤ 100	100 < V ≤ 500	
Referencia 1	S	SI	S	SI	S	SI	S	SI	S	SI	S	S	S	S	S	S
	0,60	0,60		1,00		1,00		1,00		2,0		0,8	0,8	0,8		0,8
Referencia 2	1,25	1,25		1,25		3,00		5,00		15,0		1,5	2,5	5,0		7,5
Referencia 3	0,60	0,6		1,00		5,00		5,00		10,0		0,8	1,0	2,5		5,0
Referencia 4	3	2,00	5	3,00	7,5	5,00	10	7,50	15	10,00	30	20,0	3,0	4,0	5,0	10,0
Referencia 5	6	10		15,0		20	30			60		6,0	8,0	10,0		20,0
Referencia 6								3								

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

Referencia 2: Distancia al cerramiento.

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

Referencia 4: Distancias a límites de propiedad, aberturas inmuebles, focos fijos de inflamación, motores de explosión, vías públicas, férrreas o fluviales, proyección de líneas aéreas de alta tensión, equipos eléctricos no protegidos, sótanos, alcantarillas y desagües.

Referencia 5: Distancia de abertura de edificios de uso docente, de uso sanitario, de hospedaje, de culto, de esparcimiento o espectáculo, de acuartelamientos, centros comerciales, museos, bibliotecas o lugares de exposición públicos. Estaciones de servicios. Bocas de almacenamiento y puntos de distribución).

Referencia 6: Distancias de la boca de carga a la cisterna de trasvase.

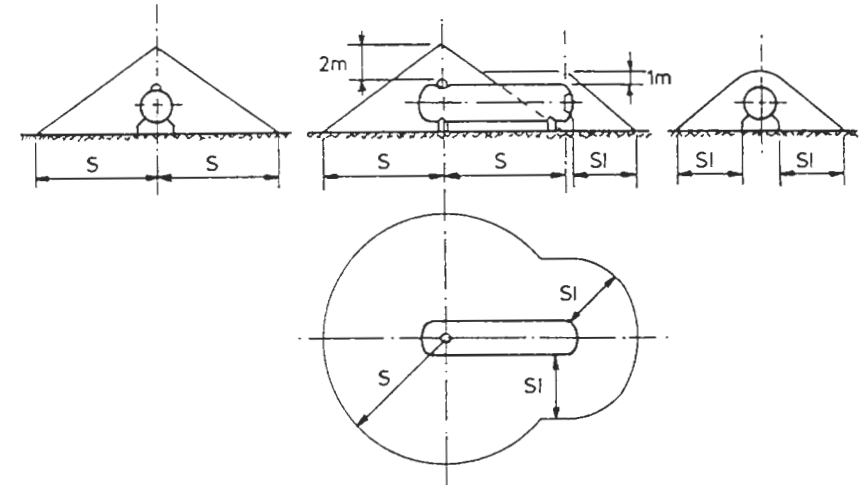


Figura 2.—Distancias de seguridad en instalaciones de G.L.P.

- El muro debe ser recto, sin ninguna abertura y construido de forma que la resistencia al fuego sea como mínimo RF-120.
- No se permite la utilización de más de dos muros.
- La altura mínima del muro vendrá determinada por la hipotenusa del triángulo rectángulo que se forma al unir los tres puntos que a continuación se definen (ver la Fig. 3):

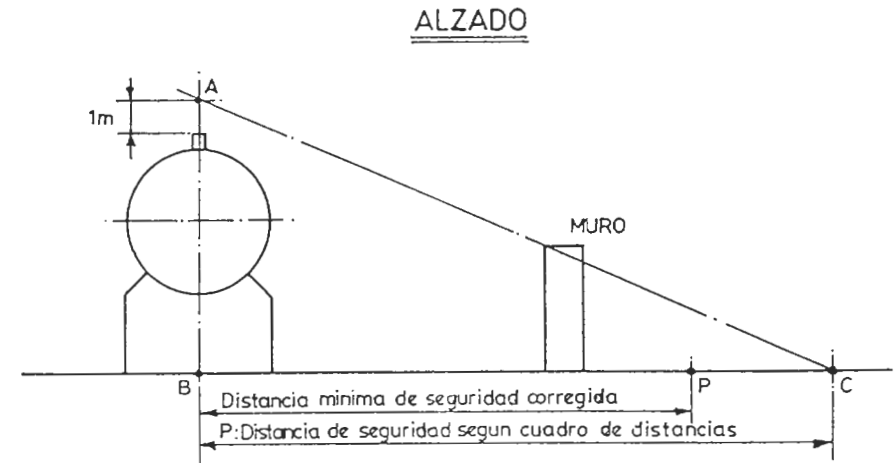


Figura 3.—Altura de muro o pantalla.

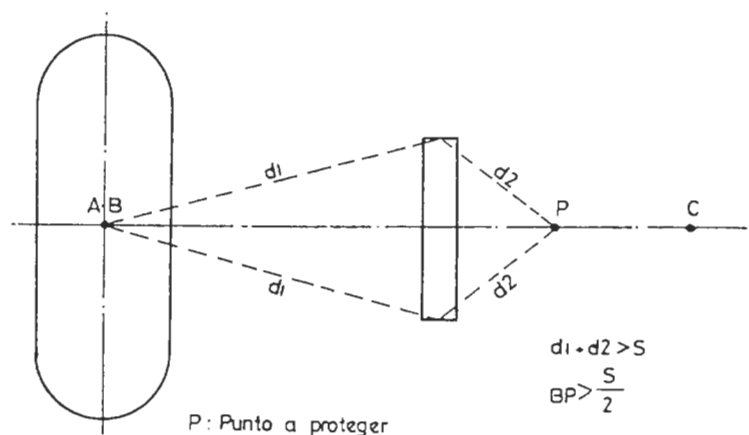
PLANTA

Figura 4.—Longitud de muro o pantalla.

Punto A: Un metro por encima del orificio más alto.

Punto B: La proyección de dicho orificio sobre el suelo.

Punto C: El límite de la distancia (S) correspondiente al punto P, indicada en el cuadro de distancias.

Punto P: Punto cuya situación se desea proteger.

El mínimo de altura del muro será en cualquier caso de 1,5 metros.

- La longitud del muro deberá ser tal que el recorrido horizontal de una eventual fuga de gas no sea más corto que la distancia indicada en el cuadro de distancias ($d_1 + d_2 > S$) (ver Fig. 4).

INSTALACIONES

a) *Instalaciones de GLP en patios.*—Las instalaciones clasificadas, A-0, A-1, E-0 y E-1 podrán ubicarse en patios que, teniendo acceso apropiado para vehículos de suministro y socorro, cumplan, además, algunas de las siguientes condiciones.

- Poder contener íntegra la superficie de estación de GLP y además una zona libre alrededor de ella de al menos tres metros y estar totalmente abierto a calles o zonas exteriores permanentemente ventiladas y a nivel del suelo, en un mínimo de una sexta parte del perímetro del patio con-

siderado idealmente cerrado por las rectas que unen las esquinas interiores de las partes abiertas.

- Poder contener íntegra la zona limitada por la estación de GLP (que en este caso se considerará con distancias dobles a las señaladas en el cuadro de distancias, referencia 4) y además una zona libre alrededor de ella de al menos tres metros. Las alturas de las edificaciones no podrán ser superiores al radio del círculo mayor que pueda inscribirse en el patio circunscribiendo los depósitos y equipos.

En ambos casos no se permite el uso de muros o pantallas para reducir las distancias en el cuadro de distancias y el área de la estación de GLP estará, en todo caso, descubierta.

b) *Instalaciones de GLP en azoteas.*—Solamente se permiten en azoteas las instalaciones clasificadas A-0, que, además de todas las prescripciones que se señalan para las de superficie, cumplan las siguientes:

Un técnico titulado competente deberá certificar que la edificación puede soportar las cargas que la instalación produzca, tanto durante la explotación como durante las pruebas, y que el suelo esté construido de forma que su resistencia al fuego sea, como mínimo RF-240.

Las distancias de las medidas a partir de los orificios a chimeneas, desagües, aberturas a patios o a huecos o accesos que comuniquen con niveles inferiores al suelo de la azotea serán, como mínimo, de seis metros.

Si la azotea es practicable para otros usos, la estación de GLP deberá estar provista de cerramiento.

No se autorizarán muros o pantallas a efectos de reducción de distancias de seguridad.

No deberán tener equipos de vaporización ni de trasvase.

La superficie de estas estaciones de GLP deberán tener, al menos, una cuarta parte de su perímetro abierto a calles o zonas exteriores perfectamente ventiladas, entendiéndose que cumplen esta condición aun cuando existan protecciones de obras de fábrica siempre que su altura no sea superior a 70 centímetros y tengan aberturas a ras de suelo de al menos 150 centímetros cuadrados por metro de longitud en la zona perimetral protegida.

Todas las tuberías serán aéreas.

En la estación de GLP deberá existir una toma de agua.

El depósito no podrá estar conectado a la tierra del edificio. Deberá estar protegido por pararrayos o cubierto por una malla metálica conectada a tierra independientemente de la del edificio.

La canalización de carga se situará en una fachada exterior del edificio.

La azotea tendrá fácil acceso para el personal de mantenimiento, suministro y socorro.

- c) *Edificaciones*.—Los edificios de la estación de GLP deben construirse de una sola planta, cuya cota no será inferior al nivel del terreno que los circunda.

En su construcción se emplearán materiales cuya resistencia al fuego sea como mínimo RF-120.

El pavimento será de material no absorbente y de tal naturaleza que los choques y golpes con objetos mecánicos no puedan producir chispas.

La cubierta será de construcción ligera, tipo fibrocemento o similar.

Las edificaciones cerradas deberán permitir la fácil salida del personal en caso de peligro, sus puertas serán metálicas, y se abrirán siempre hacia el exterior. Las cerraduras serán de accionamiento rápido y manipulables desde el interior sin necesidad de utilizar llaves.

Deberán tener una superficie de ventilación a ras de suelo equivalente a 1/10 de la superficie de la planta. Dichos huecos de ventilación estarán repartidos al menos en dos paramentos y protegidos por una malla metálica. Para que alguna de las paredes pueda ser considerada como muro a efectos de distancias de seguridad debe cumplir las condiciones exigidas a los mismos en el Cuadro 3 de distancias.

- d) *Depósitos*.—Los depósitos cilíndricos se instalarán con su eje longitudinal sensiblemente horizontal.

En caso de que en la estación de GLP existan dos o más depósitos, el proyectista deberá prever los medios necesarios para evitar el sobrellenado de alguno de ellos por influencia de los otros, tanto en las operaciones de llenado como en las de explotación.

Para el fácil desplazamiento de los equipos de extinción de incendio deberán dejarse libres alrededor de la proyección sobre el terreno de los depósitos y, en su caso, dentro del cerramiento, los espacios señalados en la referencia 1 del cuadro de distancias.

Tanto la superficie del terreno en la zona de ubicación de los depósitos como el espacio libre señalado en el párrafo anterior serán horizontales.

Será obligatorio rodear el emplazamiento de los depósitos y equipos por medio de una cerca de dos metros de altura, como mínimo, que podrá ser de malla metálica o de cualquier otro sistema análogo incombustible, que permita una buena ventilación e impida el acceso de personas ajenas al mismo. En caso de que este cerramiento vaya provisto de zócalo, su altura no será superior a 30 centímetros. Las puertas de los cerramientos abrirán hacia el exterior y serán igualmente incombustibles, y los cierres serán de accionamiento rápido manipulable desde el interior sin necesidad de utilizar llaves. La utilización de muros o pantallas podrá ser considerada como cerramiento suplementándose, si es necesario, con malla metálica o sistema análogo para alcanzar la altura de dos metros.

Los depósitos de categoría A-0, E-0 y E-1, que no tengan equipos de trasvase o vaporización y que no abastezcan instalaciones pertenecientes a lugares de pública concurrencia, podrán prescindir del cerramiento siempre y cuando las bocas de carga, llaves, equipos de regulación y accesorios de depósito, se encuentren encerrados en una arqueta o capota incombustible provista de cerradura o candado.

- *Depósitos de superficie*.—Se consideran depósitos de superficie, los situados al aire libre, y cuya generatriz inferior está a nivel superior al terreno. Se dispondrán en su emplazamiento cumpliendo las siguientes condiciones:

Si son cilíndricos, el desplazamiento de cualquiera de ellos en el sentido de su eje longitudinal no encontrará cortada su trayectoria por otro depósito de la misma instalación.

Se colocarán sobre apoyos capaces de soportar la carga que se produce durante la prueba hidráulica con una resistencia mínima al fuego de RF-180. La fijación a estos apoyos deberá permitir las dilataciones y contracciones térmicas que puedan producirse.

La colocación sobre los apoyos será realizada de tal manera, que el orificio de drenaje se situará en la parte más baja de la generatriz inferior y a una distancia mínima de 50 centímetros al suelo en los depósitos de hasta 20 metros y de 80 centímetros en los mayores. Dicha generatriz tendrá una pendiente suficiente que permita el drenaje del depósito.

La distancia entre depósitos no será nunca inferior a la semisuma de sus radios y como mínimo será de un metro.

Se encontrarán protegidos mediante pinturas blancas reflectantes.

Serán puestos a tierra con una resistencia menor de 20 Ω .

- *Depósitos enterrados*.—Para que un depósito sea considerado enterrado, debe estar situado enteramente por debajo del nivel del terreno circundante, de forma tal que la generatriz superior diste entre 30 y 50 centímetros de dicho nivel.

Los depósitos enterrados se situarán sobre fundación firme y anclados de forma tal que se impida su flotación.

La distancia entre depósitos situados en la misma fosa será como mínimo de un metro.

Cuando sobre un depósito puedan circular vehículos deberá estar cubierto por una tapa o losa capaz de resistir cargas a que previsiblemente puede verse sometida.

Si no estuviera prevista la circulación de vehículos sobre el depósito y no fuera preceptiva la colocación de cerramiento, deberá rodearse la proyección sobre el terreno del depósito con una protección de hormigón,

obra de fábrica u otra apropiada e igualmente eficaz de, al menos, 30 centímetros de altura.

En todos los casos la fosa se rellenará de arena fina, exenta de piedras o elementos que puedan dañar el depósito o a su protección, debidamente compactada.

En caso de que el depósito se aloje en una fosa revestida de obra de fábrica u hormigón, este revestimiento distará de las paredes del tanque un mínimo de 50 centímetros en las paredes laterales, 20 centímetros al fondo y 30 centímetros a la tapa, si existe.

En caso de que se aloje en fosas no revestidas, se adaptará su construcción a las características del terreno debiendo quedar, como mínimo, las distancias señaladas en el párrafo anterior para las fosas revestidas.

Con la finalidad de poder detectar cualquier acumulación de gas o de agua en el fondo de la fosa, se instalará en una esquina de ésta un tubo buzo de cinco centímetros de diámetro interior que llegue hasta el fondo, cortado oblicuamente en su extremo inferior y dotado de un tapón en el superior.

La valvulería del depósito y los aparatos de control, se protegerán por una arqueta o tapa registro sobre la que se evitará la circulación y aparcamiento de vehículos.

La valvulería será perfectamente accesible desde el exterior, y los aparatos de control fácilmente legibles.

- Depósitos semienterrados.—Se denominarán depósitos semienterrados, aquellos que teniendo la generatriz inferior por debajo del nivel del terreno circundante debido a algún impedimento, tales como: roca a escasa profundidad, terreno con pendiente pronunciada, nivel freático próximo u otras causas justificadas, no resulta posible cumplir la condición de profundidad de enterramiento prevista para los depósitos enterrados.

Para que puedan considerarse como enterrados, deberá completarse la fosa por encima del terreno mediante paredes de obra de fábrica u hormigón hasta la altura necesaria para cumplir las condiciones exigidas a los mismos.

Dichas paredes deberán cumplir una de las siguientes condiciones:

- a) Tener una resistencia al fuego RF-240 y una resistencia mecánica calculada para los esfuerzos a que puedan verse sometidas.
- b) Estar forzadas con tierra compactada terminada según el talud natural del terreno o contenida mediante otro muro calculado para sostener su empuje.

PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO

- a) *Extintores.*—Los extintores que se utilicen serán de polvo químico seco,

y las instalaciones fijas de extinción, de existir no serán de accionamiento automático.

Las cantidades de materia extintora serán al menos las siguientes:

- Las instalaciones de GLP clasificadas A-0 y E-0 dispondrán como mínimo de dos extintores de seis kilogramos.
- Las clasificadas A-3 y E-2 dispondrán de materia extintora en una proporción de un kilogramo de polvo químico seco por cada metro cúbico de volumen geométrico de capacidad de almacenamiento con el mínimo establecido en el párrafo anterior.
- Las clasificadas A-4, A-5 y E-3, dispondrán de un mínimo de 100 kilogramos de polvo químico seco, incrementándose esta cantidad de un kilogramo por cada 10 metros cúbicos de volumen geométrico que sobrepase los 100 metros cúbicos de volumen de almacenamiento de la estación.

Siempre que la capacidad de almacenamiento sea superior a cinco metros cúbicos, al menos dos de los extintores serán de 12 kilogramos. En todos los casos, los extintores estarán colocados en lugares fácilmente accesibles. Además el área de bombas y compresores de GLP deberá estar dotada de 2,5 kilogramos de polvo químico seco por cada metro cúbico por hora de capacidad de trasvase, con un mínimo de 50 kilogramos distribuidos, al menos en dos extintores.

En caso de que el equipo de trasvase esté situado en una caseta, estos extintores se situarán en el exterior de la misma.

Las casetas de vaporizadores, si las hubiese, dispondrán al menos de un extintor de 12 kilogramos como dotación suplementaria a lo establecido anteriormente.

- b) *Instalación de agua.*—Las instalaciones de categoría A-3, A-4 y A-5 deberán estar dotadas de una red de tuberías y de los elementos precisos de acoplamiento rápido que permitan hacer llegar el agua a cualquier punto de la estación de GLP a la presión de 5 bar con un caudal mínimo de 15 m³ por hora para las del grupo A-3, 30 m³ por hora para las del grupo A-4 y 50 m³ por hora para las clasificadas como A-5.

Cualquier depósito aéreo de volumen geométrico unitario superior a 100 metros cúbicos deberá disponer para su enfriamiento de un sistema propio de riego.

Las instalaciones que no dispongan de suministro exterior de agua estarán dotadas de depósitos de almacenamiento y medios de bombeo que permitan el funcionamiento de la red durante un hora y treinta minutos a la presión y con los caudales establecidos.

Las instalaciones de la categoría A-3 podrán no disponer de instalación de

agua, duplicando el número de materia extintora señalada para la zona de almacenamiento en el punto a).

Para las instalaciones de categoría A-4 y A-5 se dispondrá al menos de dos hidrantes o tomas de agua en lugares distintos de la estación.

Las mangueras de agua y sus racores de acoplamiento se ajustarán a las normas UNE 23.091-81 (con su corrección de febrero de 1983) Parte 2 A, UNE 23.400-82, Parte 2.^a y 23.400-82 Parte 3.^a, respectivamente. Las lanzas de agua serán de doble efecto, con producción de chorro y agua pulverizada.

c) *Elementos complementarios*.—En la instalación de GLP se dispondrá del siguiente material:

- Carteles indicadores con el siguiente texto «Gas inflamable». «Prohibido fumar y encender fuego», que se situarán en la proximidad de los depósitos, y en caso de existir cerramiento al menos en cada uno de los lados del mismo y en las puertas de acceso.
- Un par de guantes de cuero.

Las instalaciones de la categoría A-4, A-5 y E-3 dispondrán además del señalado, del siguiente material:

- Una linterna portátil y antideflagrante.
- Tres mantas ignífugas.
- Tres cascos con pantallas de aproximación al fuego.
- Tres caretas antigás.

Además las de categorías A-5 dispondrán de:

- Un dispositivo de alarma acústico de accionamiento manual o automático-manual.
- Un explosímetro.

EXPLOTACIÓN DE LA INSTALACIÓN

a) *Generalidades*.—El personal encargado de la instalación deberá conocer el funcionamiento de la misma, y estar adiestrado en el manejo de los equipos de seguridad. A tal efecto, existirá en lugar visible un esquema de la instalación y de las instrucciones para su manejo.

Se prohíbe el acceso a la instalación de GLP a personas que no se encuentren autorizadas expresamente para ello.

Se prohíbe almacenar en la estación de GLP materiales ajenos a la misma. Las mangueras, cuando no se utilicen, deberán estar almacenadas adecuadamente y protegidas de la intemperie.

b) *Operaciones de trasvase*.—El manejo de los elementos de la instalación en las operaciones de trasvase, deberá ser efectuado por el personal asignado a ella.

El camión cisterna se situará en un punto próximo a la boca de carga, y a una distancia de la misma señalada en el cuadro de distancias, de forma tal que su alejamiento de la zona, en caso de emergencia, no presente dificultades, y pueda realizarse sin necesidad de maniobras.

El mantenimiento de las instalaciones de GLP y las redes y acometidas, se hará de tal forma que se garantice el buen funcionamiento.

a.2. GAS NATURAL

GENERALIDADES

El gas natural es un combustible compuesto fundamentalmente por una mezcla de hidrocarburos ligeros en la que el metano entra en mayor proporción.

A diferencia del gas manufacturado, comúnmente llamado «gas ciudad», obtenido mediante procesos industriales a partir del carbón o de las naftas, el gas natural suele encontrarse en bolsas en las que una capa impermeable superior impide su movimiento ascendente, debiéndose su origen a la degradación de la materia orgánica contenida en los sedimentos por efecto de la presión y temperatura a la que se ve sometida y que, a lo largo de millones de años, se ha ido depositando en el fondo de los océanos y al borde de los continentes.

Las capas de sedimentos en las que se mezclan partículas rocosas, algas, caparazones de animales, plantas, etc., forman una masa sólida llamada «roca madre» de donde se filtran los hidrocarburos líquidos o petróleo y los gaseosos o gas natural.

PROPIEDADES

Al metano suelen acompañarle otros hidrocarburos como el etano, propano, butano e incluso hidrocarburos superiores, además de otros gases tales como el nitrógeno, ácido sulfhídrico, oxígeno y anhídrido carbónico. Salvo que el gas natural esté formado básicamente por hidrocarburos, el resto de los componentes suele ser eliminado o rebajada su proporción, con el fin de eliminar problemas técnicos en su transporte y facilitar su combustión, sin que se produzcan, prácticamente, productos contaminantes.

La composición media (% volumen) de los gases naturales, según su procedencia, viene indicada en el Cuadro 4.

CUADRO 4

Composición de gases naturales (% volumen)

Area Yacimiento	Mar del Norte Leman Bank	Holanda Groningen	Francia Lacq	Argelia Hassi R'Mel	Libia Zeltem	Bermeo Gaviota	Sabiñánigo Serrablo
Metano	94,7	81,8	69,3	83,5	66,2	87,2	98,6
Etano	3,0	2,8	3,1	7,0	19,8	5,5	0,4
Propano	0,5	0,4	1,1	2,0	10,6	2,1	0,1
Butano	0,2	0,1	0,6	0,8	2,3	0,8	—
Otros	0,2	0,1	0,7	0,4	0,2	0,4	0,1
Nitrógeno	1,3	14,0	0,4	6,1	0,9	2,9	0,1
CO ₂	0,1	0,8	9,6	0,2	—	1,1	0,7
H ₂ S	—	—	15,2	—	—	—	—
Poder calorífico superior kcal/m ³	9.200	8.400	7.900	10.800	11.200	10.100	9.500

Características del gas natural

Se denomina gas porque sus constituyentes son gaseosos en las condiciones normales de presión y temperatura.

Sus características principales son las siguientes:

- Es un combustible, lo cual determina su uso principal.
- Es inflamable sólo si su contenido en el aire está comprendido entre el 5 y el 15 por 100 (valores denominados límite superior e inferior de inflamabilidad).
- La densidad relativa con respecto al aire es, en condiciones normales, de 0,6, lo que hace que sea más ligero que el aire y, en caso de fuga, ascienda.
- Normalmente no huele por lo que es preciso adicionarle odorizantes con el fin de poder detectar por olfato las fugas.
- Inicia combustión automantenida cuando alcanza la temperatura de ignición.
- Tanto el metano como el etano, constituyentes principales del gas natural, pertenecen al grupo de los asfixiantes simples. Son fisiológicamente inertes.

TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN

El gas natural, como cualquier otro combustible, debe transportarse desde los lugares de producción o almacenamiento a los centros de consumo. El transporte de gas por tubería presenta entre otras las siguientes ventajas:

- Permitir el transporte económico de grandes cantidades a distancias considerables.
- Realizar el transporte sin aportar energía exterior aprovechando la presión del propio gas. Únicamente cuando se trata de grandes distancias es necesaria la instalación de estaciones intermedias de compresión, para compensar las pérdidas de carga que se producen en la tubería.
- Inexistencia de obras de protección costosas.
- Aprovechamiento de trazados rectilíneos.
- Bajos gastos de personas por su sencillez y elevado grado de automatismo.
- Asegurar la regularidad del suministro.
- No alterar el medio ambiente.

En el caso del gas natural el punto de origen del transporte puede ser en unos casos el propio yacimiento y, en otros, las plantas de regasificación de gas natural o plantas de producción de un gas sustitutivo.

Cuando se trata del propio yacimiento, el gas se somete, antes de introducirlo en la tubería de transporte, a una serie de procesos de lavado, desulfurado (cuando sea necesario), odorización, etc.

Cuando se trata de plantas de regasificación o producción se parte de depósitos de almacenamiento, desde los cuales y tras los tratamientos necesarios (compresores) se impulsa al gas a lo largo de la canalización.

Los gaseoductos están formados por tramos bien diferenciados en función de los caudales de gas transportados y de su presión.

El esquema básico del proceso está constituido por el llamado conducto principal o red de transporte, diseñados para conducir grandes volúmenes de gas a elevada presión (72 bar) a grandes distancias.

En las estaciones de regulación se reduce la presión del gas natural que procede de la red de transporte hasta la presión de la red de distribución. En estas estaciones, además, se filtra el gas para retener cualquier partícula que pudiera arrastrar y se controla el caudal del gas que circula por las mismas, así como su presión y temperatura.

Para usos industriales la gama de presiones establecida para la red de distribución suele estar comprendida entre 16 y 4 bar (alta presión A), aunque especialmente puede haber industrias que, por su situación aislada, se encuentran conectadas directamente a la red de transporte.

Las redes de distribución están integradas por tramos de tubería de diámetros variados, en función de los caudales que deban transportar, que conducen el gas hasta las estaciones de recepción de los usuarios a través de los ramales o derivaciones de abonado.

Los ramales de abonado son derivaciones de la red de distribución, generalmente de reducida longitud y de diámetro adecuado para que circule por ellos el gas requerido para cada usuario. En determinadas circunstancias las redes de distribución deben trabajar con presiones de servicio entre 4 y 0,4 bar (media presión B).

Las distribuciones a presiones inferiores a 0,4 bar se denominan de media presión A. Las realizadas a presiones inferiores a 500 mm de c.d.a. constituyen las de baja presión y se utilizan para el suministro a usuarios domésticos y comerciales (Cuadro 5).

CUADRO 5
Clasificación de la red de distribución

Canalización de Transporte		Clase
PRESION > 16	Bar	Alta presión B
4 < P < 16	Bar	Alta presión A
0,4 < P < 4	Bar	Media presión B
0,05 < P < 0,4	Bar	Media presión A
P < 0,05	Bar	Baja presión

INSTALACIONES RECEPTORAS DE GAS NATURAL PARA USOS INDUSTRIALES

El concepto de instalación receptora es muy amplio y la Norma UNE 60620, que es aplicable a este tipo de instalaciones distingue las siguientes partes:

1. Acometida interior.
2. Estación reguladora y de medida (ERM).
3. Líneas de distribución.
4. Grupos de regulación.

Las instalaciones receptoras de gas natural para uso industrial se clasifican en función de la presión de entrada en dos categorías.

ALTA PRESION I: La presión máxima de suministro es superior a 4 bar e igual e inferior a 16 bar.

ALTA PRESION II: La presión máxima de suministro es superior a 16 bar e igual o inferior a 40 bar; cuando la presión sea superior a 40 bar se deberá cumplir obligatoriamente además de lo especificado en la Norma UNE 60620/85, las prescripciones de la compañía distribuidora.

Presión máxima de servicio, es la máxima presión de la red compañía distribuidora a la que se conecta la instalación receptora.

1. Acometida interior

El concepto de acometida interior incluye la tubería con sus accesorios, comprendida entre la llave general de acometida de la compañía distribuidora del gas natural, que suministra al usuario, y la válvula de entrada a la Estación de Regulación y Medida.

Los materiales y elementos que componen dicha acometida deberán ajustarse a las siguientes características:

- Categoría I PN-25 o ANSI-150
Categoría II PN-64 o ANSI-300
(Presión Nominal-PN)

El diámetro y espesor de la tubería se calcula en función del caudal, la presión máxima de suministro, la pérdida de carga admisible y la velocidad máxima de circulación que siempre será inferior a 30 m/sg.

Todos los elementos se ajustarán a la Norma UNE 60620 II. La válvula general del usuario estará colocada después de la general de la compañía distribuidora, una vez rebasado el límite de la propiedad. La válvula será del tipo de paso total con apertura y cierre por 1/4 de vuelta, recomendándose la utilización de volante y reductor o dispositivo similar para DN > 150 mm. La válvula será de acero capaz de resistir la misma presión de la acometida. Dicha válvula estará situada de forma que sea fácilmente accesible, debiendo estar fuertemente protegida contra golpes imprevistos y señalizada. Asimismo deberá eliminarse todo almacenamiento u obstáculo a su alrededor. Se podrá aceptar que dicha válvula sea al mismo tiempo la «válvula general de entrada en la ERM» si se cumplen conjuntamente los siguientes requisitos:

- 1.º Que esta válvula general del usuario sea localizable rápidamente y se pueda llegar fácilmente desde la Estación de Regulación y Medida.
- 2.º Que la ubicación de la válvula de entrada a la ERM esté al mismo nivel que el previsto para la válvula general del usuario.
- 3.º Que la distancia entre la válvula general del usuario y la ERM sea inferior a 50 m (este punto requiere aprobación previa de la compañía distribuidora).

Trazado de la acometida

Podrá ser aéreo, en canaleta o enterrado.

Si es aéreo, es recomendable que discurra por el exterior de los edificios. Si es enterrado, deberá estar cubierta con tierra permeable y la profundidad mínima a la cual se colocará será de 0,80 m. La protección de la tubería contra los agentes, corrosivos se realizará por los siguientes medios:

- Revestimiento aislante.
- Protección catódica.

El tendido de la tubería en canaleta se realizará consultando previamente a la compañía distribuidora.

2. Estación de regulación y medida

Es toda instalación constituida por una serie de aparatos, dispositivos y accesorios, que tienen por objeto filtrar el gas natural de las impurezas que pueda arrastrar en su movimiento por el interior de las tuberías, regular su presión y medir el gas suministrado.

La estación se sitúa entre la acometida interior del usuario y las líneas de distribución del mismo, aisladas por dos válvulas de cierre y apertura rápidos.

La ubicación de la estación será de fácil acceso y suficientemente alejada de los accesos a otros edificios, para que las posibles fugas de gas no puedan alcanzar locales vecinos.

Las estaciones se podrán situar:

- En terreno aislado.
- En un edificio.

El recinto de una estación cumplirá entre otros los siguientes requisitos:

- Sus dimensiones tienen que permitir los trabajos necesarios sin que sean dificultados por las paredes, vallas o techos.
- La cubierta será de una sola pendiente, ventilada en su parte más alta y en la misma se emplearán materiales ligeros.
- El recinto dispondrá de dos aberturas, una a ras de suelo y otra en el punto más alto.
- Las distancias mínimas recomendables entre la estación y otras instalaciones serán:
 - Depósitos inflamables 15 m
 - Ventanas de edificios o aspiraciones de ventilación por encima de la estación reguladora (distancia a la proyección en el suelo) . 4 m

- Ventanas situadas al mismo nivel de la estación 3 m
- Instalaciones eléctricas no antideflagrantes (distancia a la proyección en el suelo) 5 m
- Vías de circulación propias (al borde más próximo) 1,5 m
- Transformador y aparellaje eléctrico 10 m
- Edificios habitados 15 m
- Límites con propiedad 5 m
- Válvulas de seccionamiento de entrada y salida de la estación reguladora 6 m
- Puertas de acceso a otras dependencias y conductos de aspiración a nivel de la estación reguladora 5 m

Cuando estas distancias no puedan cumplirse, podrá interponerse un muro, de tal forma que la distancia geométrica mínima a recorrer por un imprevisto escape de gas entre el recinto y el punto considerado, cumpla las distancias anteriormente indicadas.

- Todas las instalaciones eléctricas interiores de la estación serán de tipo anti-deflagrante.

En las regiones que frecuentemente estén expuestas a los efectos de la tormenta, será conveniente proteger la instalación mediante un pararrayos o jaula Faraday. Las tomas de tierra de los pararrayos deberán ser independientes de las tomas de tierra de otras instalaciones.

- Se instalarán como mínimo dos extintores de polvo seco, uno en el interior y otro en el exterior, éste junto a la puerta. La capacidad mínima de cada uno será de 12 kg.
- Se prohibirá la entrada en la ERM, de personal ajeno a su manejo y/o mantenimiento.
- En cada puerta de entrada a la ERM se colocará un letrero en el que conste de forma claramente visible:

«GAS»

«PROHIBIDO FUMAR Y/O HACER FUEGO, NO SE PERMITE LA ENTRADA A PERSONAS AJENAS AL SERVICIO»

- Las tuberías de escape de la válvula de salida a la atmósfera se prolongarán por encima del recinto de la ERM, por lo menos un metro sobre el punto más alto del techo. Cuando existan edificaciones con ventanas colindantes, las tuberías de descarga sobrepasarán cualquier abertura susceptible de entrada de gas.

- En aquellas zonas en las que la climatología sea muy desfavorable en invierno, se recomienda dotar a las ERM, de equipos adecuados de calefacción.
- La Normativa aplicable a las estaciones será la UNE 60620 III.

3. Líneas de distribución

Constituyen las tuberías con sus accesorios y elementos auxiliares, comprendidos entre la válvula de salida de la estación y la válvula de entrada al grupo de regulación de los quemadores.

El trazado de la tubería debe ser de tal forma que las reparaciones e inspecciones de las mismas puedan realizarse de una forma simple.

No deben instalarse tuberías de gas natural en el interior de chimeneas, conductos de limpieza de ascensores y escaleras, montacargas, vertederos de carbón, depósitos de agua, zonas de desagüe, sistemas de transmisión de fluidos agresivos, así como tampoco por los cielos rasos de los techos o por los forjados que constituyen el suelo.

Cuando el usuario disponga en sus instalaciones de distintas naves de edificios (separadas entre sí) alimentadas con gas natural, deberá instalarse en cada entrada una válvula general exterior accesible y de fácil manipulación para la apertura y cierre de la instalación.

En el exterior de todo edificio donde se utilice el gas debe instalarse una válvula general de corte en un punto accesible y fácilmente localizable.

La normativa aplicable será UNE 60620 IV.

4. Grupos de regulación

Constituyen las tuberías, accesorios y aparatos y dispositivos de seguridad comprendidos entre la válvula final de las líneas de distribución y la entrada a las válvulas del quemador.

La normativa aplicable será UNE 60620 V.

ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL LICUADO EN DEPÓSITOS CRIOGÉNICOS A PRESIÓN

Las condiciones de instalación que se indican se hacen para depósitos criogénicos de hasta 300 m³ de capacidad geométrica unitaria y con presión máxima de trabajo superior a 100 KPa (1 bar) efectiva.

1. Condiciones generales

La instalación estará protegida por una cerca metálica ligera que impida que personas ajenas al servicio puedan manipular estas instalaciones o acercarse a las mismas.

Los vaporizadores y demás elementos complementarios exteriores al depósito deberán estar anclados y sus tuberías de conexión ser lo suficientemente flexibles para evitar los efectos debidos a las dilataciones y contracciones por los cambios de temperatura.

Debe colocarse en sitio visible un cartel donde se indique el gas contenido, los peligros específicos y las medidas de seguridad recomendadas.

2. Distancias de seguridad

Las distancias indicadas en este punto son las mínimas que deberá existir entre los límites del depósito o sus depósitos con sus equipos auxiliares y los diversos lugares que se citan.

En caso de existir varios depósitos en el mismo recinto, la separación recomendada entre ellos, siempre que sea posible, debería ser la semisuma de sus radios, y siempre superior a 0,5 metros. (Ver el Cuadro 6).

A tal efecto, los depósitos se clasifican según la capacidad geométrica total instalada en:

- A) Capacidad desde 450 a 5.000 litros.
- B) Capacidad desde 5.001 a 20.000 litros.
- C) Capacidad desde 20.001 a 60.000 litros.
- D) Capacidad desde 60.001 a 200.000 litros.
- E) Capacidad desde 200.001 a 300.000 litros.

3. Instalación eléctrica

El depósito y los equipos deben estar puestos a tierra con resistencia inferior a 20 ohmios, y debe seguirse lo indicado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en lo especificado para locales que presenten peligro de incendio o explosión.

4. Protección contra incendios

En los depósitos de GNL la instalación estará dotada de extintores en proporción de 10 kilogramos de polvo seco por cada 1.000 kilogramos de producto, con un mínimo de 2 kilogramos en dos extintores.

CUADRO 6

Distancias mínimas (metros) del tanque con diversos riesgos

Capacidad total instalada	A	B	C	D	E
TIPO DE RIESGOS:					
Locales de trabajo [edificaciones, vestuarios (1)]	5	10	15	20	20
Sótanos, alcantarillas, galerías de servicio	5	10	10	10	20
Motores, interruptores (no antideflagrantes)	5	10	15	15	15
Depósitos de materiales inflamables aéreos	5	10	10	10	10
Depósitos de materiales inflamables subterráneos	5	5	5	5	5
Vías públicas, carreteras, ferrocarriles	5	10	15	25	30
Instalaciones con peligro de incendio (madera, plástico, etc.)	8	10	15	25	30
Llamas controladas (sopletes, mecheros, etc.)	7,5	10	15	25	30
Propiedad colindante	2	3	4	4	5
Proyección líneas eléctricas	8	15	15	15	15
Edificios habitables	7,5	10	12,5	15	15

(1) Se excluyen las zonas de manipulación y utilización del producto (talleres, zonas de producción, etc.).

En caso de que los extintores no sean de polvo seco, se colocarán cantidades equivalentes.

Los extintores deberán colocarse en la zona de los depósitos y en lugar fácilmente accesible.

5. Protección contra derrames

Los equipos de capacidad superior a 50.000 litros estarán provistos de cubeto de recogida del producto derramado.

Estos cubetos podrán estar formados por barreras naturales, diques, muros de contención o una excavación en el terreno capaz de resistir las acciones mecánicas, térmicas o químicas del producto contenido.

La capacidad de los cubetos se establecerá de acuerdo con los principios siguientes:

1. Si el cubeto alberga un sólo depósito, el volumen útil mínimo de aquél deberá ser el del líquido llenando totalmente dicho depósito.
2. Si el cubeto alberga más de un depósito y se han tomado medidas para evitar que las bajas temperaturas o exposición al fuego a causa de derrames

en cualquier recipiente de los incluidos en el cubeto afecte a los otros, el volumen del cubeto será el del contenido lleno del depósito de mayor capacidad.

3. Para cubetos que alberguen más de un depósito y no se hayan tomado las medidas del párrafo anterior, el volumen del cubeto deberá ser la suma de todo el líquido contenido en los depósitos y suponiendo todos llenos.

Las dimensiones de los cubetos y las alturas de sus paredes además de proporcionar el volumen exigido en el apartado anterior, deberán cumplir la fórmula siguiente:

$$X \geq Y + \frac{P}{10 \gamma}$$

En la que: X e Y corresponden a las dimensiones indicadas en la Figura 5, en metros; P es la presión máxima de trabajo en la fase gas en Pa, y γ el peso específico del líquido en kg/m³ en el punto de ebullición a presión atmosférica. Con ello se asegura que ningún derrame saldrá fuera del cubeto.

Cuando H (indicado en la Figura 5) sea mayor que Y, X puede tener cualquier valor,

Y = Distancia máxima entre el máximo nivel de líquido y un posible punto de derrame del líquido (válvula, bridas, equipos auxiliares, etc.) en metros.

X = Distancia de la pared exterior del depósito a la pared interior del cubeto en metros.

H = Altura del cubeto en metros.

Nota: Si H es mayor que la altura del más alto posible punto de derrame (válvula, brida, equipos auxiliares, etc.), X podrá tener cualquier valor; siempre que el cubeto proporcione el volumen exigido.

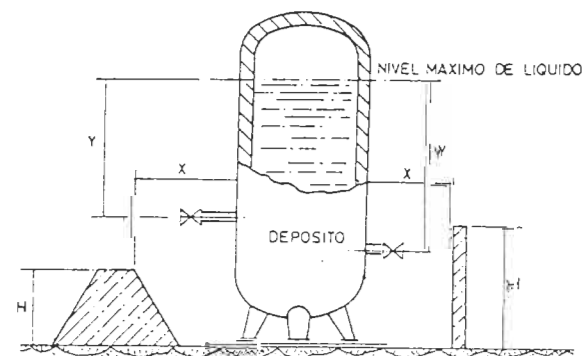


Figura 5.—Dimensiones del cubeto.

b) GASES COMPRIMIDOS, LICUADOS Y DISUELTOS A PRESION

GENERALIDADES

Gas comprimido.—Es cualquier gas o mezcla de gases cuya temperatura crítica es menor o igual a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Gas licuado.—Es cualquier gas o mezcla de gases cuya temperatura crítica es mayor o igual a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

IDENTIFICACIÓN DE GASES

Para facilitar el manejo y transporte de los gases, éstos se envasan en botellas o botellones, que permiten una utilización racional del gas que contienen.

Para identificar los gases que contienen los recipientes citados se utiliza un código de colores, de tal forma que quedan perfectamente identificados. (Ver el Cuadro 7). Para más información nos remitidos al Capítulo 4 relativo a Señalización, donde se recoge la tabla completa de colores según la ITC-MIE-AP7.

CUADRO 7

Colores de identificación del cuerpo de la botella

Grupo	Tipo de Gas	Color
1	Inflamables y combustibles	Rojo
2	Oxidantes e inertes	Negro o gris
3	Tóxicos y venenosos	Verde
4	Corrosivos	Amarillo
5	Butano y propano industriales	Naranja
6	Mezclas industriales	Del componente mayoritario
7	Mezclas de calibración	Gris plateado

Colores de la ojiva

Cada gas vendrá definido por los colores de la ojiva y una franja de 5 cm de ancho. Esta franja podrá ser a veces del mismo color de la ojiva, formando un conjunto único.

Mezcla de gases

El cuerpo de la botella se pintará del color correspondiente al cuerpo del componente mayoritario de la mezcla.

La ojiva se pintará en forma de cuarterones, con el color correspondiente al de la ojiva de los gases que componen la mezcla, según los siguientes criterios. Deberá pintarse el nombre comercial de la mezcla o sus componentes en la ojiva.

a) Mezclas de dos componentes:

Componente 1.
Componente 2.



b) Mezclas de tres componentes:

Componente 1 (mayoritario).
Componente 2.
Componente 3.



c) Mezclas de cuatro componentes:

Componente 1.
Componente 2.
Componente 3.
Componente 4.



Gases medicinales

Las botellas que contengan estos gases llevarán pintada en la ojiva, la Cruz de Ginebra, de color rojo sobre fondo blanco. Utilizarán los mismos colores que las botellas industriales de igual denominación.

TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

1. Transporte y desplazamiento de botellas

- Para su transporte en vehículos, las botellas se protegerán contra posibles resbalamientos, vuelcos, etc.
- La altura máxima de carga de las botellas, cuando se transportan sueltas o en posición horizontal, no debe exceder las cartolas de los camiones en que se realiza el transporte.
- Las botellas no se dejarán caer, ni se permitirá que choquen violentamente entre sí o contra superficies.

- Las botellas con caperuza no fija no se asirán por ésta.
- Para su levantamiento no se utilizarán sistemas magnéticos. No deben emplearse eslingas, cuerdas o cadenas, si la botella no está equipada para permitir su levantamiento con tales medios. Puede emplearse una grúa si se usa una cesta o plataforma que sujete las botellas.
- Durante el transporte o desplazamiento, las botellas, incluso si están vacías, deben tener la válvula cerrada y la caperuza debidamente fijada.
- Se evitará el arrastre, deslizamiento o rodadura de las botellas en posición horizontal. Es más seguro moverlas, incluso para cortas distancias, empleando carretillas adecuadas. Si no se dispone de dichas carretillas, el traslado debe efectuarse rodando las botellas, en posición vertical sobre su base o peana.
- En las zonas de carga y descarga es conveniente que existan muelles apropiados al efecto y que el piso se mantenga en buen estado de conservación.
- Las botellas no se manejarán con manos o guantes grasientos.
- No se transportarán, sin autorización del suministrador, las botellas que presenten fugas o que hayan estado expuestas al fuego.

2. Almacenamiento

En el almacenamiento de las botellas se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las botellas deben ser almacenadas en locales adecuados, siempre en posición vertical, sobre suelos planos. Los locales se mantendrán en perfectas condiciones de limpieza.
- Las zonas de almacenamiento de botellas deben tener indicado el nombre de los gases almacenados, así como los distintivos pertinentes de peligrosidad (inflamables, tóxicos, corrosivos, etc.).
- Las botellas llenas y vacías deben almacenarse en grupos separados.
- Las botellas que contengan gases incompatibles deben almacenarse en zonas separadas por un obstáculo físico.
- Las botellas no se almacenarán cerca de sustancias fácilmente inflamables, tales como aceite, gasolina, desperdicios, etc.
- Las salas de almacenamiento deben estar secas y bien ventiladas. Deben tener una resistencia al fuego mínima de una hora. Se prohíbe el almacenamiento en locales subterráneos sin ventilación. La temperatura de la sala de almacenamiento no debe exceder de 50 °C.

- Las botellas no deben estar sometidas a bajas temperaturas, sin el consentimiento del suministrador, ya que la ductilidad de muchos materiales disminuye al descender la temperatura.
- Las botellas no deben estar expuestas a la humedad continua, ni deben almacenarse cerca de productos corrosivos.
- Las botellas se protegerán contra cualquier objeto que pueda producir un corte o abrasión en la superficie del metal.
- Las botellas no se almacenarán cerca de aparatos de elevación, zonas de tránsito o lugares en los que existan objetos pesados en movimiento, que puedan chocar o caer sobre ellas.
- Las botellas almacenadas, incluso las vacías, deben ir provistas de caperuza o protector y deben tener la válvula cerrada.
- En el recinto de consumo sólo estarán las botellas en uso; las de reserva y las vacías estarán fuera de los lugares de trabajo. En el caso de baterías dobles, se excluyen las botellas conectadas a la batería de reserva.
- No se almacenarán botellas que presentan una fuga de cualquier clase. En este caso se avisará al suministrador.
- El aceite y las grasas, al combinarse con ciertos gases (oxígeno, protóxido de nitrógeno, etc.), pueden producir fuertes explosiones.
- Debe evitarse que las botellas sean manipuladas por personas que no estén debidamente informadas.
- En los almacenes de botellas debe estar claramente indicada la prohibición de fumar o de penetrar con cualquier tipo de llama.
- La instalación eléctrica de los almacenes debe ser antideflagrante, si los gases almacenados lo requieren. No se deberá conectar ninguna botella a un circuito eléctrico.
- En el área de almacenamiento deberá existir material de lucha contra el fuego.

3. Condiciones particulares para gases inflamables, tóxicos, corrosivos y medicinales

Gases inflamables:

- Las botellas no se almacenarán cerca de disolventes, desperdicios y otras sustancias parecidas, cerca de conexiones eléctricas no protegidas, ni de cualquier fuente de ignición.

- Para detectar fugas, no se empleará una llama, sino una sustancia adecuada para cada gas.

«No se almacenarán nunca botellas que contengan gases inflamables con botellas que contengan gases comburentes, y los almacenes deben estar separados por un muro de cortafuegos con una resistencia mínima al fuego de una hora» (ver norma UNE 23093, *Ensayos de resistencia al fuego de las estructuras y elementos de la construcción*).

- El almacenamiento se efectuará en locales destinados exclusivamente a este uso y que estén adecuadamente preparados. Cuando las botellas se almacenen en edificios dedicados a otras funciones, la capacidad máxima de almacenamiento será de 60 Nm³, debiendo tenerse en cuenta las ordenanzas municipales al respecto.
- Los lugares en que se almacenan las botellas de inflamables estarán perfectamente aireados y dispondrán de los oportunos medios de extinción de incendios y protección personal. La instalación eléctrica será de tipo antideflagrante.
- Se prohibirá fumar durante la manipulación y uso de botellas de gases inflamables y comburentes; a este efecto, se dispondrá de una señalización apropiada.

Gases tóxicos y corrosivos:

- El personal encargado del manejo de gases tóxicos estará provisto de máscaras de gas y/o aparatos autónomos de respiración. Tal equipo estará situado en el lugar de trabajo, pero fuera del área más fácilmente contaminable.
- Los gases tóxicos deben manipularse en zonas de ventilación forzada o al aire libre. Las grandes concentraciones de estos gases, emitidos por botellas, deben eliminarse por un proceso adecuado, de forma tal que no se contamine el medio ambiente.
- Antes de emplear las botellas se leerán las marcas, las etiquetas y las hojas de datos referentes al producto que contienen.
- Los gases tóxicos se almacenarán en botellas de capacidad adecuada al consumo, evitando así un almacenamiento excesivo o innecesario.
- Las botellas que contengan gases tóxicos y/o corrosivos llevarán las etiquetas y marcas correspondientes.
- Debido a la naturaleza peligrosa de los gases tóxicos o corrosivos, toda persona implicada en el manejo de los mismos deberá ponerse en contacto con el proveedor para que éste le facilite una amplia información.

Gases medicinales:

- Se evitará todo contacto de botellas, válvulas, reguladores, mangueras e instalaciones anexas con aceites, grasas y otros productos combustibles, ya que los aceites y ciertos gases, tales como el oxígeno, el protóxido de nitrógeno, etc., pueden combinarse, dando lugar a una violenta explosión.
- No se utilizarán botellas de gases medicinales sin válvula antirretorno, si existe la posibilidad de que ésta se contamine por el retroceso de otros gases o materias extrañas.
- Se prohíbe pasar el gas de una botella a otra, en los hospitales o clínicas.
- Los dispositivos de seguridad, las válvulas y los accesorios deben ser inspeccionados a intervalos frecuentes, y se repararán o sustituirán si tienen defectos que puedan menoscabar la seguridad.

TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE BOTELLAS DE CLORO

Las normas que se indican es para botellas de capacidad comprendida en 1 y 150 litros.

— INSTRUCCIONES PARA EL TRANSPORTE

a) Generalidades

No es aconsejable transportar las botellas llenas de cloro junto con otros productos envasados, y menos aún con productos a granel, debido a la posible reactividad de éstos con el cloro, con el consiguiente peligro en caso de fugas.

Si es inevitable realizar este transporte conjunto deberá consultarse al fabricante o proveedor del cloro con objeto de evaluar los posibles riesgos.

En caso de su transporte por carretera se ampliará con lo dispuesto en el vigente Reglamento sobre Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera (TPC).

b) Transporte de botellas

Las botellas se cargarán en los vehículos de transporte (vagones de ferrocarril o camiones), manejándolas con cuidado, sin someterlas a golpes y evitando arrojarlas desde la plataforma de los vehículos al suelo.

Las botellas deben colocarse sobre el vehículo en posición vertical, y bien sujetas, con el fin de que durante el transporte todas las botellas lleven la caperuza colocada, protegiendo la válvula.

Si las botellas están tumbadas, las fugas que se producen son, generalmente, de cloro líquido, siendo de cloro gas si su posición es vertical. Si tenemos en cuenta que un centímetro cúbico de cloro líquido se transforma en 400 centímetros cúbicos de gas, fácilmente se puede comprender las ventajas de transportar las botellas verticales.

— INSTRUCCIONES PARA EL ALMACENAMIENTO

Los almacenamientos de botellas de cloro deben estar apartados de zonas habitadas o muy frecuentadas. A ser posible debe elegirse un lugar en que las fugas accidentales de cloro no representen riesgos para personas, animales o zonas de cultivo importantes.

El local o cobertizo debe ser amplio, preferiblemente seco y fresco, de fácil acceso y evacuación, y debe mantenerse siempre limpio y bien ventilado. Si el local es cerrado deberá tener por lo menos dos puertas de acceso, situadas en posición opuesta que deben abrir hacia afuera. El piso debe ser liso y bien nivelado.

Los envases deben estar protegidos de los rayos solares y apartados de cualquier otra fuente de calor (radiadores, salidas de aire caliente, etc.).

Las botellas de cloro deben ser almacenadas de pie, ordenadamente en filas, dejando entre ellas pasillos, de forma que todos los envases sean fácilmente accesibles.

c) GASES CRIOGENICOS

— GENERALIDADES

Las condiciones de instalación que se indican se hacen para depósitos criogénicos con volúmenes superiores a 450 litros e inferiores a 2.000.000 de litros de capacidad geométrica y con presión máxima de trabajo superior a 100 KPa (1 bar) efectiva. Los gases que se indican son: argón, nitrógeno, anhídrido carbónico, helio, protóxido de nitrógeno, N_2O , kriptón, neón, oxígeno, xenón, etano, etileno, hidrógeno y aire.

— ALMACENAMIENTO

1. Condiciones generales

El depósito estará rodeado, en los lados que no estén protegidos por muros, por una cerca metálica ligera que impida que personas ajenas al servicio puedan manipular estas instalaciones o acercarse a las mismas.

Los depósitos de almacenamiento deben situarse preferentemente al aire libre y sobre el nivel del suelo, o en edificios de construcción no combustibles adecuadamente ventilados.

Para los depósitos que vayan a contener gases inflamables, los techos deben ser de construcción ligera.

El emplazamiento del depósito será tal que permita el fácil acceso a los vehículos de abastecimiento y al personal autorizado.

Los gasificadores exteriores al depósito deberán estar anclados y sus tuberías de conexión ser lo suficientemente flexibles para evitar los efectos debidos a las dilataciones y contracciones causadas por los cambios de temperatura.

Los equipos destinados a contener, o por los cuales va a circular oxígeno o protóxido de nitrógeno, deben estar exentos de aceite, grasa u otros materiales fácilmente oxidables.

El pavimento de la zona circundante al depósito y la de aparcamiento de vehículos de trasvase de los depósitos de oxígeno y protóxido de nitrógeno debe estar exenta de asfalto o productos bituminosos.

Debe colocarse en sitio visible un cartel donde se indique el gas contenido, los peligros especificados y las medidas de seguridad recomendadas.

2. Clasificación de los depósitos

Los depósitos se clasifican en base a tres criterios: tamaño, gas contenido y lugar de ubicación.

a) Tamaño

En función de la capacidad útil expresada en litros, se clasificarán en:

- A. Depósitos desde 450 a 5.000 litros.
- B. Depósitos desde 5.001 a 20.000 litros.
- C. Depósitos desde 20.001 a 60.000 litros.
- D. Depósitos desde 60.001 a 200.000 litros.
- E. Depósitos desde 200.001 a 400.000 litros.
- F. Depósitos desde 400.001 a 2.000.000 litros.

b) Gas contenido

Según la peligrosidad y características del gas contenido, se establecen tres categorías:

- I. Gases inertes: Argón, nitrógeno, anhídrido carbónico, helio, kriptón, neón y xenón.
- II. Gases oxidantes o comburentes: Oxígeno, protóxido de nitrógeno y aire.
- III. Gases inflamables: Etano, etileno e hidrógeno.

c) Ubicación

Se distinguirá si los depósitos están situados en plantas productoras o envasadoras del producto almacenado, o en cualquier otra ubicación. Las normas que se dan en los apartados siguientes no se refieren a las plantas productoras o envasadoras, que pueden utilizar distancias inferiores, sino a vías públicas, propiedades colindantes y edificios habitables.

3. Distancias de seguridad

Las distancias indicadas en este punto son las mínimas que deberán existir entre los límites del depósito con sus equipos auxiliares y los diversos lugares que se citan.

En el caso de existir varios depósitos en el mismo recinto, la separación recomendada entre ellos, siempre que sea posible, debería ser la semi-suma de sus radios y siempre superior a 0,5 m.

Las distancias indicadas en el Cuadro 8 se medirán siguiendo la posible trayectoria del gas en caso de escape contorneando las paredes de protección si existen, tanto en sentido horizontal como vertical, estimando además los ángulos rectos como equivalentes a 2,5 m cuando los tramos que constituyan sus lados tengan una longitud mínima de 1,3 m.

Los depósitos para gases no inflamables con envoltorio exterior de acero se considerarán protegidos por esta envoltorio, debiendo en ese caso proteger las partes no incluidas dentro de la envoltorio exterior (tuberías, equipos de control, válvulas, etc.).

La forma y dimensiones de las paredes de protección variarán dependiendo de los componentes del sistema y su colocación en el mismo. Las nuevas distancias se medirán bordeando dichas protecciones. Para garantizar la ventilación, en ningún caso se pueden colocar más de tres lados con estas paredes. En casos especiales en que sea necesario hacer un cierre con más de tres lados deben utilizarse muros de perfil autoventilante como los de las Figs. 6(a) y 6(b) y colocar rejillas de aireación de dimensiones adecuadas.

Si los depósitos se sitúan en recintos cerrados debe garantizarse la ventilación mediante procedimientos adecuados, tales como rejillas, ventiladores, etc., salvo en aquellos locales cuyas dimensiones permitan ubicarlo respetando una separación mínima de 15 m con una pared y simultáneamente 5 m en su dirección perpendicular.

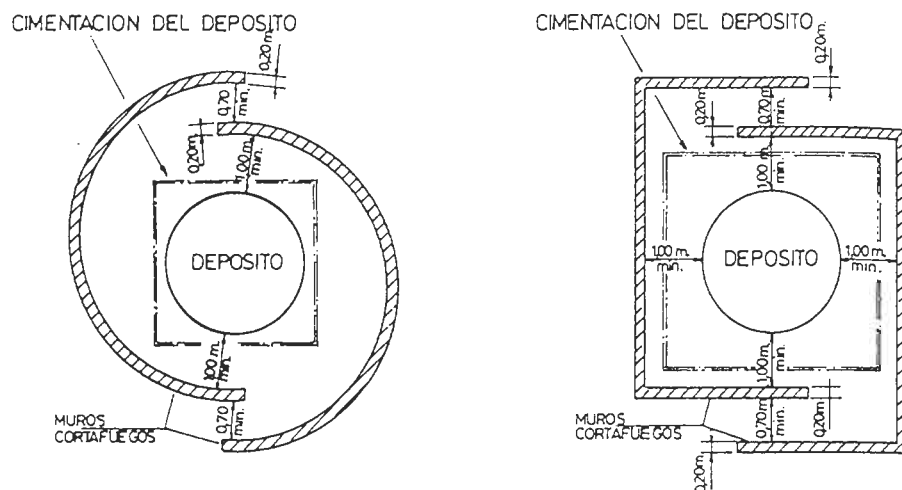
En el Cuadro 8 se indican las distancias que deben mantenerse ante diversos riesgos. Para aquellos riesgos no indicados en dicho cuadro se aplicará el que resulta más similar.

CUADRO 8. Distancias mínimas (m) del depósito con diversos riesgos

Tamaño del depósito (2a)	A		B		C		D		E		F	
Características del gas (2b)	Iner- tes	Combu- tibles	Iner- tes	Combu- tibles	Iner- tes	Combu- tibles	Iner- tes	Combu- tibles	Iner- tes	Combu- tibles	Iner- tes	Combu- tibles
<i>Tipo de riesgo:</i>												
Locales de trabajo (edificios, vestuarios) (1)	3	3	5	5	10	7,5	7,5	15	10	10	20	30
Sótanos, alcantarillas, galerías	5	5	5	5	10	7,5	7,5	10	10	10	20	20
servicio												
Motores, interruptores (no anti- tiefagrantes)	—	5	—	—	10	—	—	15	—	—	—	20
Depósitos, material inflamable aéreos	3	5	3	10	10	5	15	10	5	20	10	20
Depósitos, material inflamable subterráneos	3	5	3	5	5	5	7,5	5	5	10	5	10
Vías públicas, carreteras, ferro- carriles	3	3	3	3	5	10	5	15	3	5	20	20
Instalaciones con peligro incen- dio (madera, plástico, etc.)	3	5	8	3	5	10	3	10	3	15	30	30
Llamas controladas (soportes, mecheros, etc.)	—	5	7,5	—	5	10	—	10	—	15	30	30
Propiedad colindante	1	1	2,0	1,5	1,5	3,0	2,0	2,0	4,0	5	5	10
Proyección líneas eléctricas	—	—	8	—	—	15	3	5	15	3	5	15
Edificios habitables	5	5	7,5	7,5	10	10	12,5	12,5	15	15	15	15

(1) Se excluyen las zonas de manipulación y utilización del producto (taller, zona de producción, etc.).

(2) Se aplicará lo indicado en el apartado 3.



Figuras 6a y 6b.—Distancias en muros de perfil autoventilante.

Cuando no sea posible cumplir con dichas distancias, deberán justificarse todas las variaciones que se introduzcan y las medidas de otro orden que se tomen en sustitución.

Para los depósitos de los grupos E y F destinados a contener gases inflamables se deberán tomar medidas para evitar que el flujo de radiación calorífica exceda de 5.000 W/hm² en el límite de la propiedad, cuando las condiciones meteorológicas sean:

- Velocidad el viento = 0 km/h.
- Temperatura ambiente = 20 °C.
- Humedad relativa del aire = 50 por 100.

Estas medidas se podrán satisfacer mediante la fórmula:

$$d = 3 \sqrt{A}$$

en la que:

d = Distancia en metros, desde el borde del cubeto más cercano al límite de la propiedad.

A = Área en m² del cubeto.

En estos depósitos se deberá, además, tomar medidas para reducir al mínimo la posibilidad de que una mezcla de vapores inflamables llegue a alcanzar los límites en la propiedad.

4. Instalación eléctrica

La instalación eléctrica en el recinto de los depósitos de gases inertes y comburentes no requiere especiales condiciones.

El depósito y los equipos para gases inflamables deben estar puestos a tierra con resistencia inferior a 20 Ω, siguiéndose lo indicado en el Reglamento Electrónico de Baja Tensión, en lo especificado para locales que presentan peligro de incendio o explosión.

5. Protección contra incendios

Los depósitos de gases inertes y oxidantes no requieren especiales medidas de protección contra incendios.

En los depósitos de gases inflamables, la instalación estará dotada de extintores en proporción de 10 kg de polvo seco por cada 1.000 kg de producto, con un mínimo de 2 kg en dos extintores.

En caso de que los extintores no sean de polvo seco, se colocarán cantidades equivalentes.

Los extintores deberán colocarse en la zona de los depósitos y en lugar fácilmente accesible.

En los depósitos de tamaño superior a 60.000 litros (grupos D, E y F) se deberá colocar una toma de agua con capacidad de 3 l/min/m² del depósito y que no sólo llegue al depósito protegido, sino también a los adyacentes situados a menos de 10 metros.

6. Protección contra derrames

Los depósitos para gases inflamables de capacidad superior a 100.000 litros y para los demás gases de capacidad superior a 1.000.000 litros estarán provistos de cubeto de recogida del producto derramado.

Estos cubetos podrán estar formados por barreras naturales, diques, muros de contención o una excavación en el terreno capaz de resistir las acciones mecánicas, térmicas y químicas del producto contenido.

La capacidad de estos cubetos se establecerá de acuerdo con los principios siguientes:

- 1.º Si el cubeto presta servicio a un sólo depósito, el volumen útil mínimo de aquél deberá ser el del líquido llenando totalmente dicho depósito en el caso de inflamables y el 50 por 100 en los demás.
- 2.º Si el cubeto presta servicio a más de un recipiente y se han tomado medidas para evitar que las bajas temperaturas o exposición al fuego, a causa

de derrames en cualquier recipiente de los incluidos en el cubeto, afecten a los otros, el volumen del cubeto será el del contenido lleno del depósito de mayor capacidad, en el caso de inflamables y el 50 por 100 de dicho volumen en los demás.

- 3.º Para cubetos que alberguen más de un recipiente y no se hayan tomado las medidas del párrafo anterior, el volumen del cubeto deberá ser la suma de todo el líquido contenido en los depósitos y supuesto todos llenos en el caso de inflamables y el 50 por 100 en los demás casos.

Las dimensiones de los cubetos y las alturas de sus paredes además de proporcionar el volumen exigido en los apartados anteriores deberán cumplir las relaciones indicadas en la Figura 5 y ecuaciones siguientes:

$$X \geq Y + \frac{P}{10 \gamma}$$

En las que: X, Y y H corresponden a las dimensiones indicadas en la Figura 5 en metros; P es la presión máxima de trabajo en la fase gas en Pa y γ el peso específico del líquido en kg/m³ en el punto de ebullición a presión atmosférica. Con ello se asegura que ningún derrame saldrá fuera del cubeto.

Cuando H sea mayor que Y, X puede tener cualquier valor.

ALMACENAMIENTO DE LIQUIDOS

Las normas de almacenamiento que se describen son para productos clasificados de la siguiente forma.

Clasificación de productos

- Clase A.—Productos licuados cuya presión absoluta de vapor a 15 °C superior a 98 kPa (un kilogramo/centímetro cuadrado manométrico), tales como propileno, butadieno, cloruro de metilo, por ejemplo.

Según la temperatura a que se los almacena pueden ser considerados como:

- Subclase A1.—Productos de la clase A que se almacenan licuados a temperatura inferior a 0 °C.
- Subclase A2.—Productos de la clase A que se almacenan licuados en otras condiciones.
- Clase B.—Productos cuyo punto de inflamación es inferior a 55 °C y están comprendidos en la clase A (acetona, alcohol amílico, por ejemplo). Según su punto de inflamación pueden ser considerados como:

- Subclase B1.—Productos de clase B cuyo punto de inflamación es inferior a 38 °C.
- Subclase B2.—Productos de clase B cuyo punto de inflamación es igual o superior a 38 °C.
- Clase C.—Productos cuyo punto de inflamación está comprendido entre 55 °C y 100 °C (fenol, formaldeído, por ejemplo).
- Clase D.—Productos cuyo punto de inflamación es superior a 100 °C.
 - El almacenamiento de productos de la clase A tiene unas características específicas, que son requerimientos adicionales o modificaciones a las indicadas a continuación.

Almacenamiento en recipientes fijos

TIPOS DE ALMACENAMIENTO

Los recipientes para almacenamiento de líquidos inflamables o combustibles podrán ser de los siguientes tipos:

- *Tanques atmosféricos.*—Diseñados para soportar una presión interna manométrica de hasta 15 kPa (0,15 kilogramos/centímetro cuadrado). Los tanques atmosféricos no se usarán para almacenar líquidos a su temperatura de ebullición o superior.
- *Tanques a baja tensión.*—Diseñados para soportar una presión interna manométrica superior a 15 kPa (0,15 kilogramos/centímetro cuadrado) y no superior a 98 kPa (1 kilogramo/centímetro cuadrado).
- *Depósito a presión.*—Diseñados para soportar una presión interna manométrica superior a 98 kPa (1 kilogramo/centímetro cuadrado). Los depósitos a presión podrán usarse como tanques a baja presión y ambos como tanques atmosféricos.

INSTALACIÓN DE RECIPIENTES ENTERRADOS

- *Situación.*—Los recipientes enterrados se alojarán en fosos preparados al efecto, evitando el desmoronamiento de fundaciones existentes. La situación con respecto a fundaciones de edificios y soportes será tal que las cargas de éstos no se transmitan al recipiente. La distancia desde cualquier parte del recipiente a la pared más próxima de un sótano o foso, a los límites de propiedad o a otros tanques, no será inferior a un metro.
- *Enterramiento y cubrición.*—Los recipientes enterrados se dispondrán en fundaciones firmes y rodeados con un mínimo de 250 milímetros de mate-

riales inertes, no corrosivos, tales como arena limpia y lavada o grava bien compactada. El recipiente será colocado con el debido cuidado dentro del foso para evitar daños a tanque, sus cuellos, aislamientos y otros elementos.

Los recipientes cubrirán con un mínimo de 600 milímetros de tierra o bien por 300 milímetros de tierra más una losa de hormigón armado de 100 milímetros de espesor.

Cuando pueda existir tráfico de vehículos sobre los recipientes enterrados se protegerán, como mínimo, mediante 900 milímetros de tierra, o bien con 450 milímetros de tierra apisonada y encima una losa de hormigón armado de 150 milímetros de espesor a 200 milímetros de aglomerado asfáltico. La protección con hormigón o aglomerado asfáltico se extenderá al menos 300 milímetros fuera de la periferia del recipiente en todas direcciones.

— *Protección contra la corrosión.*—Las paredes del recipiente y sus tuberías se protegerán contra la corrosión exterior por alguno de los siguientes métodos:

Uso de pinturas o recubrimientos.

Protección catódica.

Empleo de materiales resistentes a la corrosión.

INSTALACIÓN DE RECIPIENTES DENTRO DE EDIFICIOS

El almacenamiento en recipientes fijos dentro de los edificios o estructuras cerradas será permitido solamente si la instalación de recipientes de superficie o enterrados en el exterior no es práctica debido a exigencias sociales o consideraciones tales como: temperatura, alta viscosidad, pureza, estabilidad, higroscopicidad, sensibilidad a cambios de temperatura o similares.

Los recipientes fijos de almacenamiento dentro de los edificios estarán situados en la planta baja o pisos superiores. En sótanos sólo se podrán almacenar líquidos de las clases B, C y D en recipientes enterrados, o líquidos de las clases C y D en recipientes de superficie.

Cuando el producto almacenado esté formado por líquidos inflamables o combustibles, coexistiendo con productos no combustibles ni miscibles, no se computarán a efectos de volumen almacenando las cantidades de estos últimos productos.

— *Características de los edificios.*—El edificio estará construido de manera que el área de almacenamiento y las paredes colindantes con otras dependencias del edificio o edificios contiguos tengan una resistencia al fuego de, al menos RF-90. Las paredes que limiten con áreas de proceso, zonas de riesgo

o propiedades ajenas deberán tener una resistencia al fuego RF-120, como mínimo.

Los recipientes de superficie estarán en áreas donde el suelo y los primeros 100 milímetros de las paredes alrededor de toda la sala o zona de almacenamiento sean estancos al líquido. Alternativamente, el suelo podrá ser con pendiente y drenar a un lugar seguro.

Todas las áreas citadas deberán estar provistas de, al menos, dos accesos independientes en direcciones opuestas, cuando el recorrido máximo real (sorteando cualquier obstáculo) a la salida más próxima, supere los 25 metros. En ningún caso, la disposición de los recipientes impedirá las salidas normales de emergencia, ni serán obstáculo para el acceso a equipos o áreas destinados a la seguridad.

Los pasos a otras dependencias tendrán puertas cortafuegos automáticas, resistentes al fuego una hora y media (RF-90).

Se dispondrá necesariamente de ventilación natural o forzada.

En caso de líquidos de las clases A y B1 la ventilación será forzada con un mínimo de 0,3 metros cúbicos por minuto y metro cuadrado de superficie del recinto, y no menor de cuatro metros cúbicos por minuto.

La instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias del Reglamento Electrónico de Baja Tensión y sus Instrucciones Complementarias, en especial con la MI-BT-026, «Prescripciones particulares para las instalaciones de locales con riesgo de incendio o explosión».

DISTANCIAS ENTRE INSTALACIONES EN GENERAL

Las distancias mínimas entre las diversas instalaciones que componen un almacenamiento y de éstas a otros elementos exteriores no podrán ser inferiores a los valores obtenidos por la aplicación del siguiente procedimiento:

A) En el Cuadro 9 obtener la distancia entre las dos instalaciones a considerar.

B) En el Cuadro 10 obtener el posible coeficiente de reducción en base a la capacidad total de almacenaje y aplicarlo a la distancia obtenida en A.

No se computará a efectos de capacidad total de la instalación la que pueda existir en recipientes móviles ni en recipientes enterrados.

C) En el Cuadro 11, obtener el posible coeficiente multiplicador, si procede, y aplicarlo a la distancia resultante en B.

Después de la aplicación de estos coeficientes de aplicación simultánea cuando proceda, las distancias obtenidas no necesitan ser superiores a 150 metros para líquidos de la clase A, 100 metros para líquidos de la clase B y 75 metros para los de las clases C y D.

CUADRO 12

Reducción de distancias entre instalaciones fijas de superficie por protecciones adicionales

MEDID. O SISTEM. DE PROTEC. ADOPTADOS		Coeficiente de reducción
Nivel	Cantidad	
0	—	No hay reducción
1	Una	0,75
1	Dos o más	0,50
2	Una o más	0,50

E) Las distancias así obtenidas no podrán ser inferiores a dos metros, excepto las distancias entre instalaciones que puedan contener líquidos (recipientes, cargaderos y balsas separadoras) y los conceptos 6, 10 y 11 del Cuadro 9, que no podrán ser inferiores a:

Subclase B1 = Doce metros.

Subclase B2 y clase C = Ocho metros.

DISTANCIA ENTRE RECIPIENTES

La distancia entre las paredes de los recipientes será la que figura en el Cuadro 13.

CUBETOS DE RETENCIÓN

Los recipientes de superficie para almacenamiento de líquidos deberán alojarse en el interior de un cubeto de retención, excepto en los casos de líquidos de subclase A2. Un grupo de recipientes dentro de un mismo cubeto sólo podrá contener líquidos de la misma clase o subclase para el que fueron proyectados o de otra de riesgo inferior.

Los recipientes que contengan productos de la clase A se dispondrán aparte o en cubetos separados de los que estén diseñados para productos de las clases B, C y D. Los recipientes que contengan productos de estas tres clases se podrán incluir en un mismo cubeto, procurando agrupar aquellos que contengan productos de la misma clase.

En todos los cubetos los recipientes no deben estar dispuestos en más de dos filas, es preciso que cada fila de recipientes tenga adyacente una calle o vía de acceso que permita la libre intervención de los medios móviles de lucha

CUADRO 13

Distancias entre paredes de recipientes

Clase de producto	Tipos de recipientes sobre los que se aplica la distancia	Distancia mínima (D = Dimensión según nota 1)	Observaciones
A	Entre tanques o esferas refrigeradas.	1/2 de la suma de los diámetros de los recipientes.	Nota 2
	A recipientes para productos de las clases A.2, B, C u D.	D. (mínimo: 15 m)	Nota 2
	Entre recipientes a presión para productos de la subclase A.2.	1/4 de la suma de los diámetros de los recipientes, con un mínimo de 2 m.	Nota 2
	A tanques para productos de las clases B, C o D.	D. (mínimo: 15 m).	Nota 2
B	A recipientes para productos de las clases B, C, o D.	Mismo cubeto. 0,5 D (mín.: 1,5 m). El valor puede reducirse a 25 m si es superior	Nota 2
	Cubetos diferentes	0,8 D (mín.: 2 m). El valor puede reducirse a 25 m si es superior	Nota 5
C	A recipientes para productos de las clases C o D.	0,3 D (mín.: 1,5 m). El valor puede reducirse a 17 m si es superior.	Nota 5
D	A recipientes para productos de la clase D.	0,25 D (mín.: 1,5 m)	Notas 3, 4 y 5
Líquidos inestables	A recipientes para productos de cualquier clase.	D (mín.: los indicados arriba según su clasificación A1, A2, B, C o D).	

Nota 1.—D será igual al diámetro del recipiente, salvo que su altura sea superior a 1,75 veces su diámetro, en cuyo caso se tomará como D la semisuma de altura y diámetro.

El valor de D a considerar será el que, una vez aplicadas las distancias del cuadro 13, dé lugar a la distancia mayor.

Nota 2.—Cuando la capacidad total de almacenamiento sea inferior a 100 m³ se considerarán las distancias fijadas en las normas específicas para almacenamiento de productos de la Clase A, en los demás casos se aplicará el presente cuadro.

Nota 3.—Si el almacenamiento de estos productos se efectúa a temperaturas superiores a su punto de inflamación, las distancias entre los tanques se mantendrán de acuerdo con lo preceptuado para los productos de la clase B.

Nota 4.—Si el almacenamiento de estos productos coexiste con el de los de las clases B o C, dentro de el mismo cubeto, la distancia mínima será de 0,3 D (mínimo: 1,5 m).

Nota 5.—El límite de distancia mínima podrá reducirse a un metro para productos de las clases B, C o D, cuando la capacidad de los productos sea inferior a 50 m³.

Nota 6.—Si los tanques son cilíndricos horizontales y dispuestos paralelamente (batería) la distancia mínima de separación entre las generatrices de los mismos se basará en el diámetro exclusivamente.

En caso de disposición en línea se considerará la nota 1 para aplicar la tabla.

contra incendios. Estos requerimientos no son necesarios cuando, por las dimensiones de los recipientes o la existencia de sistemas fijos montados sobre los mismos, su abastecimiento y funcionamiento quede asegurado, en caso de incendio, aun tratándose de tanques inaccesibles desde el exterior.

La distancia en proyección horizontal entre la pared del recipiente y el borde interior inferior del cubeto será, como mínimo, de 1,5 m. Para productos de la clase D esta distancia puede reducirse, dejando una anchura útil de paso de 0,8 m.

En el caso de tanques a baja presión, la distancia horizontal mínima «x» entre la pared mojada del recipiente y el borde interior de la coronación del cubeto será 0,6 veces la distancia vertical «y», entre el máximo nivel del líquido en el recipiente y la coronación del cubeto.

No serán necesarios valores de «x» superiores a 4 m para la clase B, 3 m para la clase C y 2 m para la clase D. En ningún caso será inferior a 1,5 m.

CAPACIDAD DEL CUBETO

Cuando un cubeto contenga un sólo recipiente su capacidad se establece considerando que tal recipiente no existe, es decir, será el volumen de líquido que pueda quedar retenido dentro del cubeto, incluyendo el del recipiente hasta el nivel del líquido en el cubeto.

Cuando un cubeto contenga dos o más recipientes, su capacidad se establece:

- Referido al recipiente mayor: considerando que no existe éste pero sí los demás, es decir, descontando del volumen total del cubeto vacío el volumen en la parte de cada recipiente que quedaría sumergido bajo el nivel del líquido, excepto el del mayor.
- Referido a la capacidad global de los recipientes: el volumen total del cubeto, considerando que no existe ningún recipiente en su interior.

Estas normas generales, se cumplirán en función de la clase y subclase de los productos almacenados.

LÍMITES EXTERIORES DE LAS INSTALACIONES: VALLADO

Toda la planta de almacenamiento de superficie debe disponer de un cerramiento al exterior, rodeando el conjunto de sus instalaciones.

La altura mínima será:

- 2 metros para almacenamientos globales de hasta 2.000 metros cúbicos.
- 2,5 metros para almacenamientos globales superiores a 2.000 metros cúbicos.

Este cerramiento no debe obstaculizar la aireación y se realizará, preferentemente, con malla metálica. Sin embargo, podrá ser muro macizo en ciertos casos, particularmente en la proximidad de zonas clasificadas como Clase I. División 1 en la Norma UNE 20.322 que limitan con vías de comunicación pública, zonas habitadas o peligrosas. El cerramiento debe construirse de forma que no obstaculice la intervención y evacuación en caso de necesidad, mediante accesos estratégicamente situados.

Si el vallado es de muro macizo se tendrá en cuenta la salida de aguas pluviales que pudieran almacenarse en sus puntos bajos, y si esta salida es al exterior, se dispondrá de sifón de cierre hidráulico que, permitiendo la salida del agua, impida el escape de gases más pesados que el aire que, eventualmente, pudieran alcanzar dicha salida.

Las puertas que se abran sobre vías exteriores deben tener un ancho suficiente o una zona adecuada de giro, para que la entrada y salida de vehículos no exija maniobra.

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Generalidades

La protección contra incendios en un almacenamiento de líquidos inflamables y/o combustibles y sus instalaciones conexas está determinada por el tipo de líquido, la forma de almacenamiento, su situación, y/o la distancia a otros almacenamientos; por lo que en cada caso deberá seleccionarse el sistema y agente extintor que más convenga, siempre que cumpla con los requisitos mínimos que, de forma general, se establecen en el presente capítulo.

Las instalaciones de protección contra incendios deberán cumplir las especificaciones sobre normalización relativas a materiales, componentes y aparatos de las mismas, de acuerdo con los reglamentos o normas vigentes, o en su defecto o como complemento de éstos, de acuerdo con las normas UNE. Asimismo, podrán aplicarse otras normas de reconocido prestigio, siempre que sean aceptadas por el Ministerio de Industria y Energía.

Cuando las propiedades del líquido almacenado u otras circunstancias específicas hagan inadecuado alguno de los sistemas de protección establecidos en este capítulo, se deberá justificar este aspecto e instalar una protección adecuada que sea equivalente o más rigurosa.

Los almacenamientos fijos de superficie situados en el interior de edificios abiertos, cuya relación de superficie abierta-volumen sea superior a 1/15, estarán sujetos a los mismos requerimientos de protección que los almacenamientos fijos de superficie, situados en el exterior.

Los almacenamientos de líquidos de las clases A, B y C situados en el interior de edificios cerrados, deberán estar protegidos por sistemas fijos bien

de agua pulverizada, de espuma, de polvo u otro agente efectivo. Estos sistemas podrán ser manuales siempre que existan durante las 24 horas del día, personal entrenado en su puesta en funcionamiento.

Los sistemas de protección deberán mantenerse en condiciones de funcionamiento en todo momento, mediante inspecciones, pruebas, reparaciones y/o reposiciones oportunas.

Se deberán tener en cuenta el rebosamiento por ebullición (boil-over) a la hora de diseñar la protección con agua de los depósitos. Este rebosamiento por ebullición o boil-over es un súbito rebosamiento o eyección de una parte de los crudos residuales que contiene el depósito, cuya causa es la ebullición del agua que forma una espuma de petróleo y vapor que se expande rápidamente.

Alarmas

Los almacenamientos de superficie con capacidad global superior a: 20 metros cúbicos para líquidos de la clase A, 50 metros cúbicos para líquidos de la clase B2, 500 metros cúbicos para líquidos de la clase C, dispondrán de puestos para el accionamiento de la alarma que estén a menos de 200 metros de los depósitos de almacenaje, bombas o estaciones de carga y descarga.

Los puestos para accionamiento de la alarma podrán ser sustituidos por transmisores portátiles en poder de vigilantes o personal de servicio.

Se establecerá una alarma acústica, perfectamente audible en toda la zona y distinta de las destinadas a otros usos (el aviso de principio y fin de la jornada laboral, por ejemplo).

Se establecerán normas para evitar el bloqueo de los accesos, cuando suene la alarma.

En el recinto deberá existir un teléfono para comunicaciones con los servicios de socorro exteriores.

Equipos auxiliares

Los almacenamientos de superficie con capacidad global superior a: 20 metros cúbicos para líquidos de la clase A, 50 metros cúbicos para líquidos de la clase B1, 100 metros cúbicos para líquidos de la clase B2 y 500 metros cúbicos para líquidos de la clase C, dispondrán de los siguientes equipos auxiliares:

a) En la proximidad de puestos de trabajo, como estaciones de carga y descarga, llenado y manejo de bidones y similares, se colocarán los siguientes equipos de protección personal:

— Una máscara con filtro por cada operario del puesto (opcional).

— Una careta de respiración autónoma (opcional).

— Una manta ignífuga.

— Una estación de agua para ducha y lavavojos.

b) En los lugares accesibles para uso en todo momento:

— Un equipo analizador de mezcla explosiva para líquidos de la clase A y B1.

— Sesenta metros de manguera, con empalmes adaptables a la red de incendios, con boquillas para chorro y pulverización.

Ignifugado

En los lugares donde sea razonable suponer un incendio probable, los soportes metálicos o apoyos críticos deberán tener una resistencia al fuego RF-90 como mínimo. Esta resistencia se puede conseguir por medio de revestimiento, hormigón u otro material resistente al fuego o con un sistema fijo de protección por agua.

Como soporte o apoyo crítico se entiende aquel que, en caso de fallo, puede ocasionar un daño o un riesgo grave. Por ejemplo, soportes de depósitos elevados de inflamables, columnas de edificios de más de una planta.

El ignifugado se realizará con material resistente a la acción mecánica de los chorros de las mangueras de agua contra incendio, a los agentes meteorológicos y a las sustancias corrosivas que existan en el ambiente del área en cuestión.

La aplicación de la protección ignífuga se realizará de acuerdo con la buena práctica propia de los materiales utilizados en cada caso.

INSTALACIONES PARA CARGA Y DESCARGA

Clasificación

Se consideran estaciones de carga y descarga aquellos lugares en los que se efectúan las siguientes operaciones:

a) Trasvase entre unidades de transporte y los almacenamientos o viceversa.

b) Trasvase entre instalaciones fijas de almacenamiento y recipientes móviles.

EDIFICIOS

Calefacción

Los medios de calentamiento de locales donde se manejan líquidos de clase A y subclase B1 no constituirán ni originarán un posible foco de ignición.

Los locales en los que existan dispositivos de calentamiento que puedan originar un foco de ignición, se situarán y dispondrán de forma tal que se elimine la entrada de vapores inflamables a los mismos.

Ventilación

Se dispondrá un sistema de ventilación adecuado en aquellos locales en que se trasvase o bombee líquidos de clase A y subclase B1. En el diseño de la ventilación se tendrá en cuenta la densidad de los vapores. Dicha ventilación podrá consistir en aberturas adecuadas, practicadas en las paredes exteriores y a nivel del suelo, no obstruidas (excepto por celosías o mallas gruesas). Cuando no sea adecuada la ventilación natural se dispondrá de ventilación forzada.

La adecuación del sistema de ventilación deberá establecerse para evitar la formación de atmósferas inflamables, tóxicas y/o peligrosas. Cuando se disponga de ventilación forzada, las palas de los ventiladores estarán construidas con materiales que no produzcan chispas, en caso de roce fortuito con una pieza metálica. Si se utilizan correas para el accionamiento de los ventiladores serán, necesariamente, del tipo antiestático.

Se prohíbe el manejo de líquidos inflamables en aquellos locales en los que existan fosos o sótanos donde puedan acumularse los vapores, a no ser que se disponga de una ventilación adecuada para evitar tal acumulación.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Generalidades

La instalación eléctrica se efectuará de acuerdo con lo dispuesto al respecto en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Para clasificación de zonas se seguirá lo especificado en la norma UNE 20.322.

Instalaciones, materiales y equipos eléctricos

Todas las instalaciones, equipos y materiales eléctricos cumplirán las exigencias de los reglamentos eléctricos de alta y baja tensión que les afecten.

La protección contra los efectos de la electricidad estática y las corrientes que puedan producirse por alguna anomalía, se establecerán mediante las puestas a tierra de todas las masas metálicas.

Instalaciones temporales o provisionales

Debe reducirse al mínimo el uso de equipos eléctricos temporales.

Cuando la instalación provisional haya cumplido su objetivo, deberá desconectarse y desmantelarse.

ALMACENAMIENTO EN RECIPIENTES MÓVILES

Normas generales

Estas normas se aplican a los almacenamientos de líquidos inflamables y combustibles en recipientes móviles con capacidad unitaria inferior a 3 metros cúbicos (3.000 litros), tales como:

- Recipientes frágiles (vidrio, porcelana, gres y otros).
- Recipientes metálicos (bidones de hojalata, chapa de acero, aluminio, cobre y similares).
- Recipientes no metálicos ni frágiles (plástico y madera, entre otros).

Sin embargo quedan excluidos los siguientes recipientes móviles:

- Los utilizados internamente en instalaciones de proceso.
- Los conectados a vehículos o motores fijos o portátiles.
- Los almacenamientos de pinturas, barnices o mezclas similares cuando vayan a ser usados dentro de un período de treinta días y por una sola vez.
- Las bebidas, medicinas, comestibles y otros productos similares, cuando no contienen más del 50 por 100 en volumen líquido inflamable, miscible en agua, y se encuentren en recipientes de volumen unitario no superior a 0,005 metros cúbicos (cinco litros).
- Líquidos incombustibles en las condiciones en que se encuentran almacenados.
- Los almacenamientos en tránsito cuando su volumen no supere el máximo señalado en los Cuadros 14 y 15 y su período de almacenamiento sea inferior a 72 horas.

Los líquidos inestables de clases B, C y D se tratarán como si fuesen productos de subclase B1. Los aerosoles inflamables se tratarán como si fuesen productos de subclase B2.

Los recipientes móviles deberán cumplir con las condiciones constructivas, pruebas y máximas capacidades unitarias, establecidas en el Reglamento Nacional para el Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera (TPC).

Las medicinas, bebidas, comestibles, cosméticos y otros productos de uso común podrán utilizar las formas de empaquetado usuales para la venta a por menor.

Los recipientes móviles con capacidad unitaria superior a 0,25 metros cúbicos (250 litros), dispondrán de venteo de emergencia de capacidad no inferior a la establecida para los recipientes fijos. El empleo de obturadores fusibles será obligatorio en los casos en que los productos almacenados (aceites secativos, pinturas, etc.) puedan obstruir otros medios de venteo. La temperatura de fusión de estos fusibles no excederá de 150 °C.

Cuando el producto almacenado esté formado por líquidos inflamables o combustibles, coexistiendo con productos no combustibles ni miscibles, no se computarán a efectos de volumen almacenando, las cantidades de estos últimos.

Los almacenamientos en el interior de edificios dispondrán, obligatoriamente, de un mínimo de dos accesos independientes señalizados. El recorrido máximo real (sorteando pilas u otros obstáculos) al exterior o a una vía segura de evacuación, no superará 25 metros. En ningún caso la disposición de los recipientes obstruirá las salidas normales o de emergencia, ni será un obstáculo para el acceso a equipos o áreas destinados a la seguridad. Se exceptúa esto cuando la superficie a almacenar sea 25 m² o la distancia a recorrer para alcanzar la salida sea inferior a 6 m.

Cuando se almacenan líquidos de diferentes clases en una misma pila o estantería, se considerará todo el conjunto como un líquido de la clase más restrictiva. Si el almacenamiento se realiza en pilas o estanterías separadas, la suma de los cocientes entre las cantidades almacenadas y las permitidas para cada clase no superará el valor de uno.

Las pilas de productos no inflamables ni combustibles pueden actuar como elementos separadores entre pilas o estanterías, siempre que estos productos no sean incompatibles con los productos inflamables almacenados.

En el caso de utilizarse estanterías, estrados o soportes de madera, ésta será maciza y de un espesor mínimo de 25 milímetros.

La instalación eléctrica se ejecutará de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y en especial con su instrucción MI-BT-026 «Prescripciones particulares para las instalaciones con riesgo de incendio o explosión». Los elementos mecánicos destinados al movimiento de los recipientes serán adecuados a las exigencias derivadas de las características de inflamabilidad de los líquidos almacenados.

Los recipientes deberán estar agrupados mediante paletizado, envasado, empaquetado u operaciones similares, cuando la estabilidad del conjunto lo precise o para prevenir excesivo esfuerzo sobre las paredes de los mismos.

Cuando los recipientes se almacenen en estanterías o paletas se computarán a efectos de altura máxima permitida, la suma de las alturas de los recipientes.

El punto más alto del almacenamiento no podrá estar a menos de un metro

por debajo de cualquier viga cercha, boquilla pulverizadora u otro obstáculo situado en su vertical, sin superar los valores indicados en los correspondientes Cuadros.

No se permitirá el almacenamiento de productos de las clases A y B1 en sótanos.

Los almacenamientos en interiores dispondrán de ventilación natural o forzada. En caso de trasvasar líquidos de las subclases A2 o B1, el volumen máximo alcanzable no excederá de 0,04 metros cúbicos (40 litros) por metro cuadrado de superficie o deberá existir una ventilación forzada de 0,3 metros cúbicos por minuto y metro cuadrado de superficie, pero no menos de 4 m³/min. con alarma para el caso de avería en el sistema. La ventilación se canalizará al exterior mediante conductos exclusivos para tal fin.

Los pasos a otras dependencias deberán disponer de puertas cortafuegos automáticas de RF-60. Se mantendrá un pasillo libre de 1 m de ancho como mínimo.

El suelo y los primeros 100 mm (a contar desde el mismo) de las paredes alrededor de todo el recinto de almacenamiento deberán ser estancos al líquido, inclusive en puertas y aberturas, para evitar el flujo de líquidos a las áreas adjuntas. Alternativamente, el suelo podrá drenar a un lugar seguro.

Los edificios destinados al almacenamiento industrial deberán disponer de instalación de pararrayos con las condiciones de diseño establecidas en NTE-IPP (Norma Tecnológica de la Edificación de Pararrayos).

ALMACENAMIENTO EN INTERIORES

Armarios protegidos

Se considerarán como tales aquellos que tengan, como mínimo, una resistencia al fuego RF-15, conforme a la norma UNE 23-802, «Ensayo de resistencia al fuego de puertas y otros elementos de cierre de huecos». Los armarios deberán llevar un letrero bien visible con la indicación de **Inflamable**. No se instalarán más de tres armarios de este tipo en la misma dependencia, a no ser que cada grupo de tres esté separado 30 metros entre sí.

En el caso de guardarse productos de la clase A, es obligatoria la existencia de una ventilación al exterior.

Las cantidades máximas permitidas dentro de un armario protegido son: 0,1 metros cúbicos (100 litros) de producto clase A; 0,25 metros cúbicos (250 litros) de productos clase B; 0,5 metros cúbicos (500 litros) de productos clase C o suma de A, B y C, sin sobrepasar las cantidades de A y B especificadas anteriormente.

Salas de almacenamiento

Se consideran como tales las destinadas, exclusivamente, para los almacenamientos que se encuentran en edificios o parte de los mismos.

Podrán ser de tres tipos:

- Sala de almacenamiento interior.
 - Sala separada.
 - Sala anexa.
- a) Sala de almacenamiento interior es aquella que se encuentra totalmente cerrada dentro de un edificio y que no tiene paredes exteriores. Deberán tener una resistencia al fuego, una densidad máxima de ocupación y un volumen máximo permitido que se señala en el Cuadro 14. Ningún recipiente estará situado a más de 6 m de un pasillo. La altura máxima por pila será tal y como se establece en el Cuadro 15 (h. máx), excepto para la clase B1 en recipientes mayores de 100 litros, que sólo podrán almacenarse en una altura (capa).
- b) Sala de almacenamiento separada es aquella que encontrándose en el interior de un edificio, tiene una o más paredes exteriores. Deberá proporcionar un fácil acceso para los medios de extinción, por medio de ventanas, aberturas o paredes ligeras no combustibles.
- c) Sala de almacenamiento anexa es aquella que sólo tiene una pared común con un edificio, que tiene otro tipo de ocupaciones. El almacenamiento en salas separadas o anexas, deberá cumplir con lo indicado en el Cuadro 15. La estructura, techos y paredes que comuniquen con otras dependencias o edificios, deberán tener una resistencia al fuego RF-120 y las puertas RF-60.

Almacenes industriales

Son aquellos destinados al uso exclusivo de almacenamiento, siendo su capacidad ilimitada y debiendo cumplir los requisitos que a continuación se indican, según se trate de almacenamientos interiores o exteriores.

Almacenes industriales en el interior

Se considerarán como tales los pabellones, edificios o partes de los mismos destinados a uso específico de almacenamiento, que deben estar separados de otros edificios o límites de propiedad por 15 metros, al menos, de espacio libre, o por una pared con una resistencia mínima al fuego RF-120 y provista de puertas automáticas de resistencia al fuego RF-60 por lo menos.

CUADRO 14

Se dispone de protección fija contra incendios***	RF del recinto en minutos	Volumen máximo permitido	Densidad máxima de ocupación en l/m ²
Sí	120	*	400
No	120	*	160
Sí	60	**	200
No	60	**	80

* El volumen máximo de producto almacenado será el 60% del obtenido del Cuadro 15.

** El volumen máximo será en este caso el 40% de los indicados en el Cuadro 15.

*** La instalación fija contra incendio podrá ser automática o manual. De ser manual deberá existir, permanentemente las 24 horas del día, personal entrenado en su puesta en funcionamiento. Estas instalaciones deberán de realizarse de acuerdo con la correspondiente norma UNE.

CUADRO 15

Clase de líquido	Tamaño del recipiente (R)								
	R ≤ 25 litros			25 L < R ≤ 250 L			250 L < R ≤ 3.000 L		
	h máx. (m)	Vp pila (m ³)	Vg global (m ³)	h máx. (m)	Vp pila (m ³)	Vg global (m ³)	h máx. (m)	Vp pila (m ³)	Vg global (m ³)
B 1									
Pe < 38 °C	1,5	2,5	7,5	1,8	2,5	7,5	2,5	2,5	7,5
B 1									
Pe ≥ 38 °C	3	5	15	2,7	5	15	2,5	7,5	15
B 2	3	15	45	3,6	15	45	2,5	15	45
C	4,5	50	150	3,6	50	150	2,5	75	150
D	4,5	50	300	4,5	50	300	2,5	75	300

Notas:

1. Pe es el punto de ebullición; h máx es la altura máxima permitida; Vp es el volumen máximo por pila; Vg es el volumen global máximo del almacenamiento.

2. Las cantidades máximas podrán duplicarse en el caso de que exista protección por sistema de extinción fijo automático o manual, debiendo, en el segundo caso, existir personal entrenado en el funcionamiento durante las 24 horas del día.

Ningún recipiente estará a más de 6 m de un pasillo, siempre que se respete el volumen máximo de pila y la altura correspondiente del Cuadro 16.

Los pasillos principales tendrán un ancho mínimo de 2,5 m. Los pasillos laterales un mínimo de 1,2 m y los accesos a las puertas, ventanas o conexiones un mínimo de 1 m.

La capacidad de almacenamiento de estos almacenes industriales no estará limitada, pero deben separarse en pilas, tal como señala el Cuadro 16, mediante un pasillo de acceso o una pila de materiales no inflamables ni combustibles. La anchura mínima en ambos casos será de 1,20 m.

Cuando la superficie del almacenamiento supere 2.500 metros cuadrados, deberá sectorizarse la misma con cortafuegos de RF-120 o cortinas de agua en secciones inferiores o iguales a 2.500 m².

CUADRO 16
Capacidad de las pilas

Clase de peligro	Tamaño del recipiente								
	R ≤ 25 L			25 L < R ≤ 250 L			250 L < R ≤ 3000 L		
	h máx. (m)	Sin protec.		h máx. (m)	Sin protec.		h máx. (m)	Sin protec.	
		fija (*) (m ³)	Con fija (*) (m ³)		fija (*) (m ³)	Con fija (*) (m ³)		fija (*) (m ³)	Con fija (*) (m ³)
B 1									
Pe < 38 °C	1,5	7,5	15	1,8	7,5	15	2,5	7,5	15
B 2									
Pe ≥ 38 °C	3	15	45	2,7	15	45	2,5	15	45
B 2	4,5	50	150	3,6	30	90	2,5	30	90
C y D	4,5	100	300	3,6	100	300	2,5	100	300

NOTAS:

- Pe es el punto de ebullición. R es el volumen de cada recipiente. h es la altura máxima por pila.
- (*) El sistema de protección fija contra incendios podrá ser automático o manual. De ser manual deberá existir, permanentemente las 24 horas del día, personal entrenado en su puesta en funcionamiento. Estas instalaciones deberán de realizarse de acuerdo con la correspondiente norma UNE.
- En el caso de almacenaje en estanterías, la altura y el volumen por pila serán según el sistema de protección empleado, realizándose asimismo de acuerdo con las correspondientes normas UNE.

ALMACENAMIENTO EN EL EXTERIOR

Se considerará almacenamiento en recipientes móviles en el exterior o en estructuras abiertas, cuando su relación superficie abierta/volumen sea superior a 1/15 m²/m³ y estará de acuerdo con el Cuadro 17.

CUADRO 17

Clase del líquido	h máx. (m)	Tamaño del recipiente (R)		Distancia entre pilas (m)	Distancia a propiedades ajenas (m)	Distancia a vías de comunicación públicas (m)
		$R \leq 250 \text{ L}$ Vp (m³)	$250 \text{ L} < R \leq 3.000 \text{ L}$ Vp (m³)			
B 1						
Pe < 38 °C	2,7	7,5	15	1,5	12	6
B 1						
Pe ≥ 38 °C	3,6	15	30	1,5	12	6
B 2	3,6	30	60	1,5	6	3
C y D	4,5	100	160	1,5	6	3

NOTAS:

- R es el volumen unitario de los recipientes. Pe es el punto de ebullición. Vp es el volumen máximo por pila. h máx. es la altura máxima por pila.
- Existirán pasillos de cuatro metros de ancho mínimo, para permitir el acceso al almacenamiento en caso de incendio. Ningún recipiente móvil estará a más de 6 metros de uno de estos pasillos. Cuando todos los pasillos y no sólo los de acceso en caso de incendio, sean de 4 m, se podrán aumentar en un 50% los volúmenes de pila.
- Las distancias a vías de comunicación públicas y otras propiedades edificables pueden reducirse al 50% cuando el volumen por grupos no exceda del 50% del máximo permitido en el Cuadro o cuando existan protecciones adecuadas (paredes cortafuegos, sistemas fijos de agua, pulverizadores automáticos o similares).
- Las cantidades máximas podrán duplicarse, en el caso de que exista protección de extinción fija, automática o manual, debiendo, en el segundo caso, existir personal entrenado en el funcionamiento durante las 24 horas del día. Las instalaciones se diseñarán de acuerdo con las normas UNE que sean aplicables.

Cuando el almacenamiento en el exterior se realiza adyacente a un edificio industrial de la misma propiedad o bajo la misma dirección, se podrá agrupar un máximo de un metro cúbico (1.000 litros) de productos de las clases B o C, si las paredes exteriores de dicho edificio tienen una resistencia al fuego RF-120 como mínimo y las aberturas de las paredes distan, al menos, tres metros del almacenamiento.

En caso de que la capacidad global supere las cifras anteriores, los recipientes deben separarse un mínimo de tres metros del edificio. Caso de hallarse las paredes protegidas con cortina de agua o paredes de resistencia mínima al fuego RF-120, podrá reducirse esta distancia, previa justificación en el proyecto, hasta 1,50 metros.

El área de almacenamiento tendrá una pendiente adecuada para evitar cualquier fuga hacia los edificios o bien, estar rodeada de un resalte de 150 mm de altura mínima. Cuando se utilice el resalte deberá disponerse de un sistema de drenaje para las aguas de lluvia, las posibles fugas de líquidos y agua de protección contra incendios.

El drenaje deberá terminar en un lugar seguro y accesible en caso de incendio.

Para almacenamientos de duración inferior a 15 días, siempre que sea con carácter esporádico y no habitual, no serán de aplicación los volúmenes de pila indicados, siempre que se mantenga una distancia superior a 25 m a cualquier edificio, instalación o límite de propiedad. La distancia de estos almacenamientos a estaciones de carga y descarga de cisternas de líquidos inflamables y de parques de almacenamiento de líquidos inflamables será, como mínimo, de 10 metros.

Los almacenamientos en recipientes móviles seguirán los sistemas de protección indicados en el Cuadro 18.

CUADRO 18

Protección contra incendios en función del tipo de almacenamiento

Tipo de almacenamiento	Extintores	Bocas de incendio (*)	Hidrantes (*)	Columnas secas (*)	Sistemas fijos
Armario protegido ..	Sí				
Sala interior	Sí	a partir de 50 m ³		(**)	opcional
Sala separada	Sí	a partir de 50 m ³		(**)	opcional
Sala anexa	Sí	a partir de 50 m ³		(**)	opcional
Almacén ind. interior	Sí	Sí (***)	Sí	(**)	opcional
Almacén ind. exterior	Sí		Sí		opcional

(*) Siempre que el agua sea el agente extintor adecuado.

(**) Cuando se almacene en edificios en pisos superiores a la planta primera.

(***) Cuando se disponga de instalación fija no será necesario instalar BIE.

C) TRANSPORTE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

INTRODUCCION

Los accidentes del transporte de sustancias peligrosas son de los sucesos más temidos por la población. Su carácter aleatorio y la falta de previsión : de conocimientos sobre sus consecuencias acentúan el recelo que inspiran, a pesar de los progresos realizados. Los distintos medios de transporte son: maríti-

mo, aéreo, por ferrocarril y por carretera, lo cuáles están regidos por unas normas que precisan meticulosamente las condiciones de seguridad, del acondicionamiento de la sustancia, de los medios de transporte, del personal de servicio y de las operaciones relacionadas con la carga y descarga.

El comité de Expertos de las Naciones Unidas, sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas (NU) desarrolla procedimientos recomendados para el transporte seguro de todas la mercancías peligrosas excepto materiales radiactivos. Estos procedimientos se publican en las Recomendaciones del Comité de Expertos para el Transporte de Mercancías Peligrosas. La Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA) desarrolla los procedimientos recomendados para el transporte seguro de material radiactivo.

Estas recomendaciones sirven como base para la preparación de la reglamentación de cada país.

Los riesgos más importantes que se pueden originar debido al transporte son:

- Incendio.
- Explosión.
- Fugas tóxicas.

La clasificación de las mercancías peligrosas se realiza en cada una de las reglamentaciones de los distintos medios de transporte.

Esta clasificación es como sigue:

Clasificación de las mercancías peligrosas

Clase 1 Explosivos

Clase 2 Gases: comprimidos, licuados, disueltos a presión o intensamente refrigerados.

Clase 3 Líquidos inflamables.

Clase 4 Sólidos inflamables: sustancias que presentan riesgo de combustión espontánea; sustancias que en contacto con el agua despiden gases inflamables.

Clase 5 Sustancias oxidantes (comburente) y peróxidos orgánicos.

Clase 6 Sustancias venenosas (tóxicas) y sustancias infecciosas.

Clase 7 Materiales radiactivos.

Clase 8 Corrosivos.

Clase 9 Mercancías peligrosas varias.

En algunos medios, ciertas clases se dividen en subapartados.

ENVASES Y EMBALAJES

En toda la reglamentación existente sobre Transporte de Mercancías Peligrosas, se pone de manifiesto el interés por incrementar las condiciones de seguridad, no sólo de las grandes unidades, tales como cisternas, contenedores cisternas y vagones importantes de mercancías peligrosas, sino también las del transporte de esas sustancias en pequeñas cantidades, en envases o embalajes. Por otro lado, existe un sistema uniforme de aprobación y/u homologación de envases y embalajes que tienen en cuenta el gran número de tipos diferentes de éstos.

Con las limitaciones que para cada caso se establecen en los distintos Reglamentos de Transporte de Mercancías Peligrosas, la homologación se hace para los siguientes tipos de envases y embalajes:

- Bidones de acero.
- Bidones de aluminio.
- Bidones de contrachapado.
- Bidones de cartón.
- Bidones de plástico.
- Toneles de madera con canilla.
- Toneles de madera con tapa movable.
- Jerricanes de acero.
- Jerricanes de plástico.
- Cajas de acero.
- Cajas de aluminio.
- Cajas de madera natural.
- Cajas de aglomerado de madera.
- Cajas de madera contrachapada.
- Cajas de cartón.
- Cajas de plástico.
- Sacos de tejido de plástico.
- Sacos de textil.
- Sacos de película de plástico.
- Sacos de papel no impermeabilizado.
- Sacos de papel impermeabilizado.
- Envases/embalajes compuestos (recipiente de plástico).
- Envases/embalajes compuestos (recipiente de vidrio, porcelana o gres).
- Embalajes combinados.

Envases metálicos ligeros.

Recipientes para gases comprimidos, licuados y refrigerados.

Envases y embalajes para materiales radiactivos.

TRANSPORTE POR CARRETERA

Reglamentación

Los accidentes en este medio de transporte, son los más numerosos. El movimiento de sustancias viene a representar del orden del 75 por 100.

Para conseguir una máxima seguridad en el transporte se deben cumplir una serie de condiciones, basadas en el ADR (Agreement for the International Carriage of Dangerous Goods by Road).

Este ADR es un acuerdo abierto, debido a la aparición de nuevas sustancias, innovaciones tecnológicas, por eso se actualiza periódicamente.

Consta de dos Anexos, A y B. El Anexo A consta de tres partes, en las que se exponen las disposiciones relativas a las materias y objetos peligrosos.

1.^a Parte: Definiciones y disposiciones generales (marginales 2.000).

2.^a Parte: Materias y disposiciones para cada clase (marginales 2.100, 2.200, 2.300, ..., 2.900).

3.^a Parte: Aspectos particulares (marginales 3.100, 3.200, 3.300, ..., 3.900).

El Anexo B, consta de tres capítulos, en los que se exponen las disposiciones relativas al material de transporte y al transporte.

I Capítulo: Disposiciones generales (marginales 10.000).

II Capítulo: Disposiciones particulares (marginales 11.000, 21.000, 31.000, ..., 91.000).

III Capítulo: Disposiciones comunes (marginales 200.000).

La clasificación de las materias, viene indicada en la segunda parte del Anexo A, en los marginales dos mil (2.000), de tal forma que para buscar las disposiciones generales, de una materia, buscaríamos en esta parte de marginales 2.000, siendo la centena la cifra que indica la clase de materia. La decena y la unidad, expresan el orden secuencial del apartado correspondiente.

Ejemplo: marginal 2.700; correspondiente a la segunda parte del Anexo A para la clase 7 de materias.

El Anexo B viene clasificado por marginales 10.000 (diez mil) en su capítulo I, de tal forma que la decena de millar será siempre uno, el millar será siempre cero, la centena indicará el número de la sección de que se trate y la decena y la unidad expresan el orden secuencial del apartado correspondiente.

Ejemplo: marginal 10.419; correspondiente al capítulo I del Anexo B (por ser diez mil), sección 4 (centena) y apartado 19 (diecinueve).

El Anexo B en su capítulo II, viene clasificado por marginales, cuya decena de millar, indica la clase de mercancía (clasificada del 1 al 8), la unidad de millar indica la clase o subclase y la centena, expresa el orden secuencial del apartado correspondiente del capítulo I.

Por ejemplo, en el capítulo I, el marginal 10.171, indica las disposiciones generales aplicables al personal del vehículo y su vigilancia y en el capítulo II, todos los componentes marginales ..171 (11.171, 21.171, ...) indican las disposiciones particulares aplicables al personal del vehículo y su vigilancia, para cada clase de mercancías.

Identificación y señalización

ETIQUETAS DE PELIGRO (Fig. 7)

Las etiquetas números 1, 2A, 2B, 2C, 2D, 3, 4, 4A, 5, 6A, 6B y 6C tendrán la forma de un cuadro de 10 cm de lado, apoyado sobre un vértice; la dimensión del lado de las etiquetas destinadas a ser adosadas a las cisternas será de 30 cm como mínimo.

Las etiquetas números, 7, 8 y 9 tendrán la forma de un rectángulo de formato 148 × 210 mm. Para los bultos estas dimensiones pueden ser reducidas hasta el formato 74 × 105 mm; se puede indicar en la parte inferior de la etiqueta una inscripción en cifras o letras del peligro.

SEÑALIZACIÓN Y ETIQUETADO DE VEHÍCULOS

Las unidades de transporte que llevan materias peligrosas de las mencionadas en sus correspondientes marginales (11.500, 21.500, etc.) llevan dispuestos en un plano vertical, dos paneles rectangulares de color naranja, retroreflectante, cuya base es 40 cm y la altura no inferior a 30 cm. Estos paneles tendrán un reborde negro de 15 mm como máximo.

Se debe fijar uno en la parte delantera de la unidad de transporte y otro en la parte trasera, perpendicularmente al eje longitudinal de ésta. Habrán de ser bien visibles.

Las unidades de transporte de cisterna fija, que transporten una sola materia del apéndice B.5 llevan los paneles de color naranja indicados en el párrafo anterior, sobre los cuales deberán aparecer los números de identificación previstos en el apéndice B.5, Figuras 8 y 8 bis.

Cuando se transporten dos materias diferentes en una misma unidad de transporte, ésta irá provista de los paneles según se indica en la Figura 9.

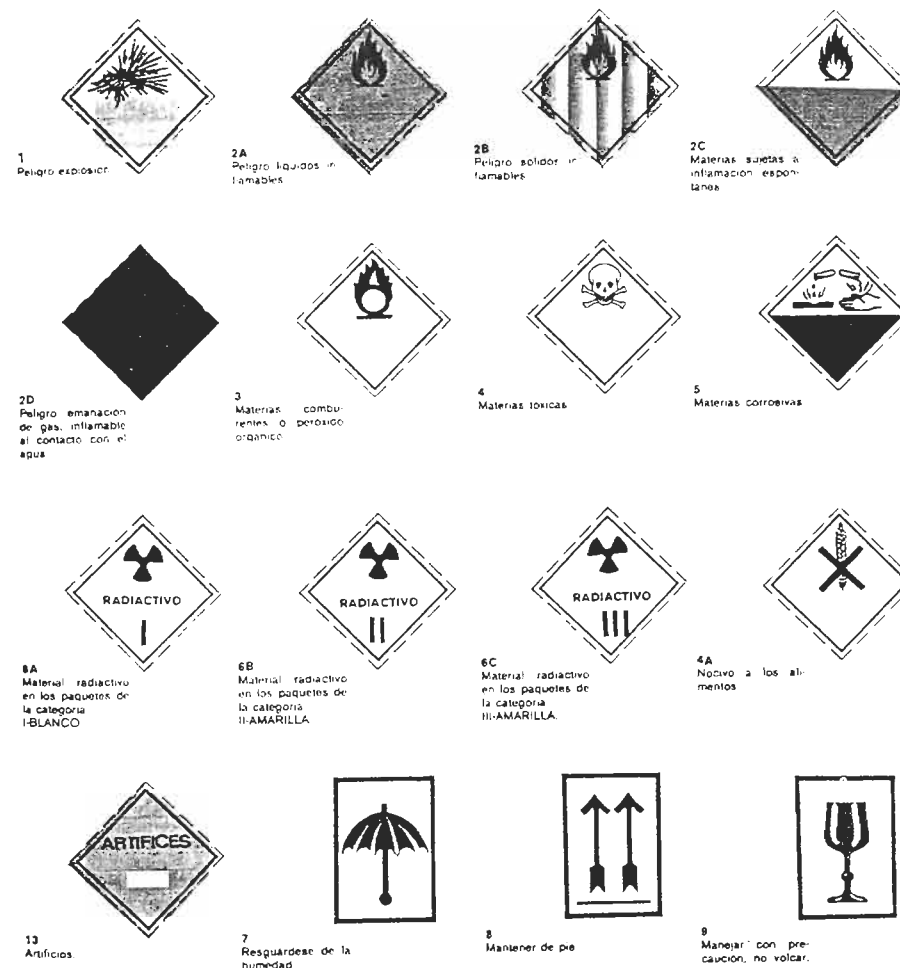


Figura 7.—Etiquetas de peligro en transporte por carretera.

Cuando se transporten varias materias diferentes en cisternas distintas o en compartimentos distintos de una misma cisterna se señalará de acuerdo en la Figura 10.

Los números de identificación están constituidos por cifras de color negro de 100 mm de alto y 15 mm de espesor de trazo. El número de identificación del peligro figura en la parte superior del panel y el número de identificación de la materia en la parte inferior; dichos números estarán separados por una línea negra horizontal de 15 mm de espesor, que atraviesa el panel a media altura.

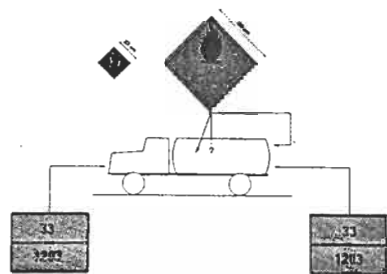


Figura 8

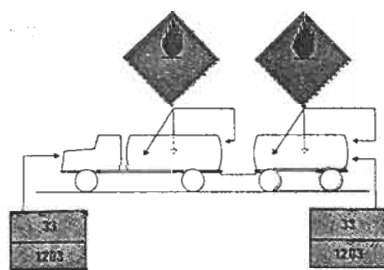


Figura 8 bis

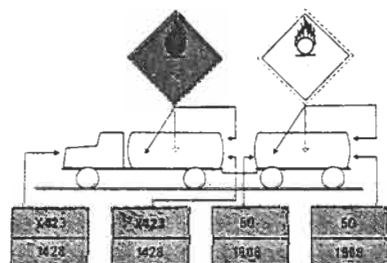


Figura 9

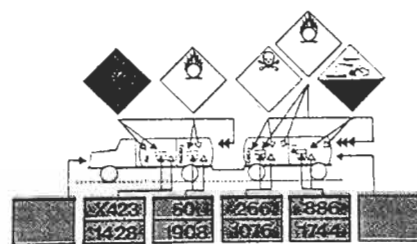


Figura 10

Figuras 8, 8 bis, 9 y 10.—Formas de colocar los paneles y etiquetas sobre vehículos-cisterna.

El número de identificación del peligro está formado por 2 ó 3 cifras, siendo la primera la que indica el peligro principal, como sigue:

2. Gas.
3. Líquido inflamable.
4. Sólido inflamable.
5. Materia oxidante (comburentes o peróxido orgánico).
6. Materia tóxica.
8. Materia corrosiva.

La segunda y tercera cifra indican los peligros secundarios, como sigue:

0. Carece de significación.
1. Explosión.
2. Emanación de gas.
3. Inflamable.
5. Propiedades oxidantes.
6. Toxicidad.
8. Corrosividad.
9. Peligro de reacción violenta resultante de la descomposición espontánea o de polimerización.

Cuando las dos primeras cifras sean las mismas, ello indica una intensificación del peligro principal. Si las dos primeras cifras son 22, indica un gas refrigerado.

Cuando el número de identificación de peligro vaya precedido por la letra «X», ello indica, la prohibición absoluta de echar agua sobre el producto.

Cuando la segunda y la tercera cifra sean las mismas, indica una intensificación del peligro secundario.

La combinación 42 indica un sólido que puede emitir gases en contacto con el agua.

Cuando el número de identificación sea 333, ello indica un líquido inflamable espontáneamente.

Factores a considerar en el transporte

Antes de realizar el transporte por carretera de cualquier producto químico peligroso es conveniente sopesar los factores implicados y estudiar en profundidad la problemática de este transporte.

Es necesario tener en consideración los siguientes factores:

- a) El grado de riesgo derivado de las propiedades físicas, químicas y biológicas del producto, teniendo en cuenta las cantidades que se vayan a manejar, las constantes fisicoquímicas y los índices de peligro.
- b) La necesidad de proceder a un envasado seguro en cisternas y envases o embalajes.
- c) La selección y adiestramiento del personal.
- d) Los controles necesarios sobre las operaciones de carga y descarga.
- e) El grado de separación que, a veces, debe existir entre unos productos químicos peligrosos y otros.
- f) Las medidas especiales necesarias en relación con la elección de rutas.
- g) Las características de los equipos de seguridad y de primeros auxilios nece-

sarios, y de los materiales que pueden ser precisos para impedir o neutralizar posibles fugas.

- h) Las medidas necesarias para asegurarse de que los vehículos, envases y embalajes están correctamente señalizados y etiquetados.
- i) El grado en el que se juzga necesario implicar a los servicios públicos de emergencia, y el establecimiento de un conjunto de medidas destinadas a hacer frente a las posibles emergencias durante el transporte.
- j) Los planes de actuación para los posibles casos de accidentes.
- k) La legislación vigente y las normas de actuación aplicables.

TRANSPORTE POR FERROCARRIL

Reglamentación

Las condiciones para realizar este tipo de transporte, vienen recogidas en el RID (International Regulations Concerning the Carriage of Dangerous Goods by Rail). Consta de tres partes; en la primera parte se exponen las distintas disposiciones generales de este medio de transporte; en la segunda parte, se describen las condiciones particulares de las diversas clases de materiales según la clasificación realizada de la primera parte; estructurándose el apartado correspondiente a cada clase, de la siguiente forma:

1. Enumeración de materias.
2. Condiciones de transporte.

A) Bultos:

1. Condiciones generales de envasado y embalaje.
2. Condiciones individuales de envasado.
3. Embalaje en común.
4. Inscripciones y etiquetas de peligro sobre bultos.

B) Modo de envío, restricciones de expedición.

C) Datos en la carta de porte.

D) Material y medios de transporte.

1. Condiciones relativas a los vagones y a la carga.
 - a) Para los bultos.
 - b) Para el transporte a granel.
 - c) Para los pequeños contenedores.
2. Inscripciones y etiquetas de peligro en los vagones, en los vagones-cisterna, en los contenedores-cisterna y en pequeños contenedores.

E) Prohibiciones de carga en común.

F) Envases vacíos.

G) Otras prescripciones.

En la tercera parte, compuesta por once apéndices, se desarrollan condiciones o prescripciones muy particulares.

Identificación, señalización y embalaje

Existen unas normas específicas en las que se indican las condiciones generales de envasado y embalaje que contengan materias de las clases 3, 6, 1 u 8.

Para las demás clases, hay que acudir a las prescripciones particulares indicadas en la segunda parte del Reglamento.

SEÑALIZACIÓN DE VAGONES-CISTERNA Y CONTENEDORES-CISTERNA

Esta señalización corresponde a los recipientes citados con una capacidad superior a 3 m³. Consistirá en una señal rectangular de color naranja, dividida en dos partes, siendo en la parte superior donde se indica el número de identificación del peligro, compuesto por dos o tres cifras, en la parte inferior irá el número de identificación de la sustancia.

El sistema de señalización, es idéntico al del Transporte Peligroso por Carretera.

ETIQUETAS DE PELIGRO

Estas etiquetas, deben estar pegadas en los bultos, sobre los vagones, los contenedores-cisterna y los pequeños contenedores.

Las etiquetas de peligro para las materias son las que aparecen en la Figura 11.

TRANSPORTE AEREO

Reglamentación

Por la peligrosidad intrínseca de este medio de transporte, las obligaciones que lo regulan son muy estrictas, de tal forma, que las líneas aéreas miembros de IATA (International Air Transport Association), deben cumplir la Reglamentación sobre Mercancías Peligrosas, para que los expedidores y explotadores puedan transportar por avión en toda clase de transporte aéreo comercial con garantías de seguridad, artículos y sustancias clasificadas como peligrosas,

Nº	ASPECTO	SIGNIFICACION
1		Materias explosivas
3		Materias líquidas o gaseosas inflamables
4.1		Materias sólidas inflamables
4.2		Materias susceptibles de inflamarse espontáneamente
4.3		Materias que desprenden gases inflamables al contacto con el agua.

Figura 11 a).—Etiquetas de peligro de transporte por ferrocarril.

Nº	ASPECTO	SIGNIFICACION
5		Materias comburentes (que favorecen la combustión) ó peróxidos orgánicos.
6.1		Materias tóxicas. Deben mantenerse separadas de los productos alimenticios u otros objetos de consumo, tanto en los vagones como en los muelles.
6.1A		Materias nocivas. Deben mantenerse separadas de los productos alimenticios u otros objetos de consumo, tanto en los vagones como en los muelles.
7A		Materias radiactivas en bultos de la categoría I-BLANCA. Contaminación por ingestión, inhalación o contacto con la materia que se pueda derramar en caso de avería de los bultos.
7B		Materias radiactivas en bultos de la categoría II-AMARILLA. Contaminación por ingestión, inhalación o contacto con la materia que se pueda derramar e irradiación externa a distancia, en caso de avería de los bultos. Deben mantenerse alejadas de los bultos que lleven una etiqueta con la inscripción: FOTO (véase art. 4º, punto 4).
7C		Materias radiactivas en bultos de la categoría III-AMARILLA. Contaminación por ingestión, inhalación o contacto con la materia que se pueda derramar e irradiación externa a distancia, en caso de avería de los bultos. Deben mantenerse alejadas de lugares frecuentados y de los bultos que lleven una etiqueta con la inscripción: FOTO (véase art. 4º, punto 4).

Figura 11 b).—Etiquetas de peligro de transporte por ferrocarril.

Nº	ASPECTO	SIGNIFICACION
7D		Materias radiactivas en vagones y contenedores. Representa los peligros descritos para las etiquetas 7A, 7B y 7C.
8		Materias corrosivas.
10		Resguardar de la humedad.
11		Mantener el bulto de pie, en sentido que indican las flechas.
12		Materias frágiles. Manejar con precaución y sin volcar.
13		Maniobrar con precaución y vigilancia extrema sin exceder la velocidad de 15 km/h, evitando todo choque violento. Prohibido maniobrar por lanzamiento o por gravedad.

Figura 11 c).—Etiquetas de peligro de transporte por ferrocarril.

Nº	ASPECTO	SIGNIFICACION
14 ⁽¹⁾		Materias que, aunque clasificadas como peligrosas, no requieren otras etiquetas de peligro para su transporte.

Figura 11 d).—Etiquetas de peligro de transporte por ferrocarril.

debidamente empaquetadas y en cantidades modificadas en la citada Reglamentación.

La Reglamentación de IATA sobre Mercancías Peligrosas es objeto de revisión constante, en función de los nuevos avances técnicos y las exigencias cambiantes de la industria y del transporte aéreo.

Cada país puede discrepar sobre alguna de las condiciones del Reglamento, para lo cual debe comunicarlo de tal forma que figure en él.

El Reglamento de Transporte Aéreo de Mercancías Peligrosas de la IATA, consta de 10 secciones y varios apéndices, todo ello como sigue:

- Sección 1: Campo de aplicación del Reglamento.
- Sección 2: Información general (definiciones, signos, etc.).
- Sección 3: Clasificación de mercancías peligrosas.
- Sección 4: Lista de mercancías peligrosas.
- Sección 5: Instrucciones de embalaje.
- Sección 6: Especificaciones de embalaje y ensayos de comportamiento.
- Sección 7: Marcado y etiquetado.
- Sección 8: Documentación.
- Sección 9: Manipulación.
- Sección 10: Ensayos de clasificación para sustancias de la clase 4 y división 5.1.

Identificación y señalización

EMBALAJE

Las mercancías peligrosas deben asignarse al grupo de embalaje correspondiente según el grado de riesgo que representen.

Grupo de embalaje I: Gran peligro.

Grupo de embalaje II: Peligro medio.

Grupo de embalaje III: Menor peligro.

Existen unos criterios desarrollados para la clasificación de grupo de embalaje y también unas especificaciones de embalaje, indicando éstas entre otras:

- Códigos para designar los tipos de embalaje.
- Requerimientos para embalajes interiores.
- Requerimientos para embalajes que no sean interiores.

ETIQUETAS DE PELIGRO

Las etiquetas son de dos tipos (Fig. 12):

- a) Etiquetas de riesgo (de forma de un cuadrado ajustado a 45°).
- b) Etiquetas de manipulación (de varias formas rectangulares).

TRANSPORTE MARITIMO

Reglamentación

La regulación de transporte de mercancías peligrosas por mar, se recoge en el Código Internacional Marítimo de Mercancías Peligrosas (Código IMOG: Internacional Maritime Dangerous Goods Codes), por el que se dispone su aplicación a los buques.

La información y recomendaciones que facilita el Código, está dirigida a los marinos, sin embargo, su aplicación afecta a todas las organizaciones empresariales que están relacionadas con el transporte por mar, fabricantes, embaladores, transportistas por medios terrestres, etc.

En España con fecha 20 de enero de 1989, se promulgó el Real Decreto 145/1989 por el que se aprobó el Reglamento de Admisión, Manipulación y Almacenamiento de Mercancías Peligrosas en los Puertos; este Real Decreto se desglosa de la siguiente forma:

TITULO PRIMERO: Disposiciones Generales

Capítulo I-1.—Ambito de aplicación y exenciones.

Capítulo I-2.—Definiciones.

Capítulo I-3.—Atribuciones de las autoridades portuarias.

Capítulo I-4.—Admisión y notificación de mercancías peligrosas.

Capítulo I-5.—Atraques y notificación y de mercancías peligrosas.

REF.	CATEGORIA
08-17	Explosivos
08-18	Explosivos
08-19	Explosivos
08-20	Gases comprimidos
08-21	Gases comprimidos
08-22	Líquidos inflamables
08-23	Sólidos inflamables
08-24	Combustibles espontáneos
08-25	Material reactivo al agua
08-26	Material oxidante
08-27	Material oxidante
08-28	Material venenoso
08-29	Material venenoso
08-30	Material irritante
08-31	Material irritante
08-32	Materiales radioactivos
08-33	Materiales radioactivos
08-34	Materiales radioactivos
08-35	Material corrosivo
08-36	Agentes etiológicos
08-37	Material magnético
08-38	Sólomente Carga Aérea
08-39	Vacio
08-40	Etiqueta espita
08-41	Agentes explosivos
08-42	Oxígeno
08-43	Clorina

Figura 12.—Etiquetas de peligro en transporte por vía aérea.

Capítulo I-6.—Obligaciones de los buques que operen con mercancías peligrosas.

Capítulo I-7.—Obligaciones de los buques que naveguen dentro del puerto.

Capítulo I-8.—Obligaciones del operador de muelle o terminal.

Capítulo I-9.—Obligaciones de las gabarras que transporten mercancías peligrosas.

Capítulo I-10.—Obligaciones del ferrocarril y de los vehículos en relación con la operación de mercancías peligrosas.

TITULO SEGUNDO: Clasificación e identificación de las mercancías peligrosas

Capítulo II-1.—Clasificación.

Capítulo II-2.—Identificación.

TÍTULO TERCERO: Manipulación de mercancías peligrosas

Capítulo III-1.—Explosivos.

Capítulo III-2.—Gases.

Capítulo III-3.—Líquidos inflamables.

Capítulo III-4.—Sólidos y otras sustancias inflamables.

Capítulo III-5.—Sustancias oxidantes y peróxidos orgánicos.

Capítulo III-6.—Tóxicas e infecciosas.

Capítulo III-7.—Materiales radiactivos.

TÍTULO CUARTO: Manipulación de contenedores, vehículos cisterna o tanques portátiles conteniendo mercancías peligrosas

TÍTULO QUINTO: Almacenamiento de mercancías peligrosas no a granel en los puertos

TÍTULO SEXTO: Planes de emergencia y autoprotección

TÍTULO SEPTIMO: Cualificación del personal

En este último título, es de destacar la importancia que se da a la formación del personal, clasificándoles en operaciones de muelles o terminales y componentes de las organizaciones de los puertos. Cada una de estas clases tienen que realizar un curso específico sobre manipulación y almacenamiento de mercancías peligrosas, de tal forma que entre sus conocimientos se encuentren la prevención de riesgos y la intervención adecuada en el control de emergencias que puedan originarse.

Identificación y señalización

Todo bulto que contenga mercancías peligrosas debe llevar inscrito en lugar visible de su exterior, el nombre técnico correcto de la sustancia de que se trate, tal como figura en el Índice General del Código IMDG (volumen V).

La naturaleza del marcado debe ser tal, que pueda ser identificado después de tres meses de inmersión en el agua del mar.

ETIQUETAS

Además de las marcas definidas en el párrafo anterior, cada bulto debe llevar adherida una etiqueta con los colores, símbolos y anotaciones; estas etiquetas son iguales que en el transporte aéreo.

Para unidades de transporte el número de etiquetas será:

- Contenedores y tanques portátiles, cuatro.
- Vagones de ferrocarril, dos.
- Tanque con dos o más sustancias, tantas como sustancias diferentes.

Bibliografía

- AA.VV.: *Fire Protection Handbook*. Editorial MAPFRE. Madrid-España, 1978.
- AA.VV.: *Gas natural: Instalación y Prevención*. Servicio Publicaciones del Gobierno Vasco. Vitoria, 1987.
- AA.VV.: *Manual de Prevención de Accidentes para Operadores Industriales*. Editorial MAPFRE. Madrid-España, 1977.
- AA.VV.: Oficina Internacional del Trabajo (OIT). Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Madrid-España, 1989.
- AA.VV.: *Patty's Industrial Hygiene and Toxicology*. John Wiley-Song. New York, 1987.
- Almacenamiento de Líquidos Inflamables y Combustibles*. BOE 30-7-91 ó 18-7-91. ITC-001.
- Botellas y Botellones de Gases Comprimidos, Licuados y Disueltos a Presión*. BOE 12-11-82, Orden de 1-9-82. ITC-7.
- Código IMDG: Resolución A 81 (IV).
- CREECKER, W.: *Stockage de Produits Inflamables*, Promosafe, 1990, 45-54.
- Homologación de Envases y Embalajes, destinados al Transporte de Mercancías Peligrosas*. BOE 31-3-86, Orden de 17-3-86.
- Krames Communications: *Working Safety with Chemicals*, Canadá, 1985.
- MARTIN, C.: *Recomendaciones del Parlamento Europeo sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas*. Ingeniería Química, 1988, 129-134.
- PLANAS, G.: *La Seguridad en el Almacenamiento de Productos Químicos*. Ingeniería Química, septiembre 1988, pág. 75-89.
- Reglamento de Admisión, Manipulación y Almacenamiento de Mercancías Peligrosas en los Puertos*. Real Decreto 145/1989, de 20 de enero.
- Reglamento Nacional sobre Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera*. BOE 22-8-79, Real Decreto 1999/79, de 29 de junio.
- Reglamento sobre Declaración de Sustancias Nuevas y Clasificación, Envasado y Etiquetado de Sustancias Peligrosas*. BOE n.º 284, de 27-11-85, Real Decreto 2216/85.
- Reglamentación sobre Mercancías Peligrosas*. Montreal, Ginebra, 1991. IATA.
- STEPHEN, A., YOHAS: *Safety in Handling-Storage of Solvents at Terminals*, Exxon Chemical Company, Linden, NJ-USA.