

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

NORMA Oficial Mexicana NOM-046-SCT2/2010, Especificaciones y características relativas al diseño, construcción, inspección y pruebas de cisternas portátiles de gases licuados no refrigerados.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

HUMBERTO TREVIÑO LANDOIS, Subsecretario de Transporte y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, con fundamento en los artículos 36 fracciones I, IX, XII, XXV y XXVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1o., 38 fracción II, 40 fracciones XIII, XVI y XVII, 41 y 47 fracción IV y 51 de la Ley Federal Sobre Metrología y Normalización; 4o. de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 5o. fracción VI de la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal; 28, 33 y 39 del Reglamento de la Ley Federal Sobre Metrología y Normalización; 34, 35 y 36 del Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos; 6o. fracción XIII del Reglamento Interior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y demás ordenamientos jurídicos que resulten aplicables; y

CONSIDERANDO

Que el diseño, construcción, inspección y pruebas de cisternas portátiles destinadas al transporte terrestre de gases licuados no refrigerados debe realizarse considerando la compatibilidad de la cisterna con las propiedades de los gases que se transporten, así como tener una resistencia al impacto, a la carga y al fuego.

Que la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, en el artículo 51 cuarto párrafo, establece la obligatoriedad de revisar en forma quinquenal las Normas Oficiales Mexicanas. En este sentido, una vez efectuada la revisión se concluyó que es necesario continuar con la aplicación de las especificaciones establecidas en la Norma, motivo por el cual se determinó su modificación, con el fin de actualizarla conforme a la décimo quinta edición de las Recomendaciones relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas, Reglamentación Modelo de la Organización de las Naciones Unidas.

Que como resultado de los trabajos para la implementación del Tratado de Libre Comercio entre México, Estados Unidos y Canadá, en el capítulo IX, "Medidas Relativas a Normalización" artículo 905, "Uso de Normas Internacionales" se señala que cada una de las partes utilizará como base para sus propias medidas, relativas a normalización, las normas internacionales pertinentes o de adopción inminente. En lo que a transporte de materiales peligrosos se refiere, se tomarán como fundamento las recomendaciones de la Organización de las Naciones Unidas para el Transporte de Sustancias Peligrosas u otras normas que las partes acuerden.

Que es necesaria, la modificación de las Especificaciones y Características Relativas al Diseño, Construcción, Inspección y Pruebas de Cisternas Portátiles de Gases Licuados no Refrigerados, en virtud de que los lineamientos internacionales con los que se encuentran armonizadas y sirvieron de base para su elaboración fueron actualizados, así mismo, es fundamental incorporar en la Norma Oficial Mexicana los criterios generales en materia de Evaluación de la Conformidad, a efecto de dar seguridad y certeza jurídica a los involucrados en la transportación de Gases Licuados no Refrigerados.

Que habiéndose dado cumplimiento al procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento, el 2 de noviembre de 2009, se publicó, para comentarios del público en general, el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-046-SCT2/2009 Especificaciones y características relativas al diseño, construcción, inspección y pruebas de cisternas portátiles de gases licuados no refrigerados, que establece las especificaciones y características que se deben cumplir para la construcción de cisternas portátiles que se destinan al transporte de los gases licuados refrigerados.

Que durante el plazo de 60 días naturales, contados a partir de la publicación del Proyecto de la Norma Oficial Mexicana, la Manifestación de Impacto Regulatorio a que se refiere el artículo 45 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 32 de su Reglamento, estuvieron a disposición del público en general en el domicilio del Comité para su consulta.

Que durante el plazo señalado los interesados presentaron sus comentarios al Proyecto de Norma Oficial Mexicana de referencia, los cuales fueron objeto de estudio en el seno del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, resolviéndose la respuesta correspondiente a cada uno de ellos, ordenándose la publicación en el Diario Oficial de la Federación de la respuesta a los mismos con fecha 23 de abril de 2010.

Que el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, de conformidad con el inciso d) de la fracción II del artículo 28 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el cual indica que la clave de la norma debe hacer referencia al año en el que ésta es aprobada por el Comité Consultivo Nacional de Normalización correspondiente, tuvo a bien aprobar la actualización de la clave o código de la Norma Oficial Mexicana NOM-046-SCT2/2010, Especificaciones y Características Relativas al Diseño, Construcción, Inspección y Pruebas de Cisternas Portátiles de Gases Licuados No Refrigerados, así como la Norma Oficial Mexicana, en su sesión ordinaria celebrada el 23 de marzo de 2010.

En tal virtud he tenido a bien ordenar la publicación de la Norma Oficial Mexicana siguiente:

NOM-046-SCT2/2010, ESPECIFICACIONES Y CARACTERISTICAS RELATIVAS AL DISEÑO, CONSTRUCCION, INSPECCION Y PRUEBAS DE CISTERNAS PORTATILES DE GASES LICUADOS NO REFRIGERADOS.

Atentamente

4.010/DGAF/NOM-046-SCT2/2010

México, D.F., a 12 de mayo de 2010.- El Subsecretario de Transporte y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, **Humberto Treviño Landois**.- Rúbrica.

NORMA OFICIAL MEXICANA PARA EL TRANSPORTE TERRESTRE DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS. ESPECIFICACIONES Y CARACTERISTICAS RELATIVAS AL DISEÑO, CONSTRUCCION, INSPECCION Y PRUEBA DE CISTERNAS PORTATILES DE GASES LICUADOS NO REFRIGERADOS

PREFACIO

En la elaboración de esta Norma Oficial Mexicana participaron:

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.
DIRECCION GENERAL DE AUTOTRANSPORTE FEDERAL.
DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL.
DIRECCION GENERAL DE MARINA MERCANTE.
DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL.
INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE.
FIDEICOMISO DE FORMACION Y CAPACITACION PARA EL PERSONAL DE LA MARINA MERCANTE NACIONAL (FIDENA).

SECRETARIA DE GOBERNACION.
DIRECCION GENERAL DE PROTECCION CIVIL.
CENTRO NACIONAL DE PREVENCION DE DESASTRES.
CENTRO DE INVESTIGACION Y SEGURIDAD NACIONAL.
SECRETARIA DE SEGURIDAD PUBLICA.
POLICIA FEDERAL.

SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO.
ADMINISTRACION GENERAL DE ADUANAS.
SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES.
DIRECCION GENERAL DE GESTION INTEGRAL DE MATERIALES Y ACTIVIDADES RIESGOSAS.

PROCURADURIA FEDERAL DE PROTECCION AL AMBIENTE.
DIRECCION GENERAL DE INSPECCION DE FUENTES DE CONTAMINACION.

SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL.
DIRECCION GENERAL DEL REGISTRO FEDERAL DE ARMAS DE FUEGO Y CONTROL DE EXPLOSIVOS.
DIRECCION GENERAL DE INDUSTRIA MILITAR.
DIRECCION GENERAL DE MATERIALES DE GUERRA.

SECRETARIA DE ENERGIA.
COMISION NACIONAL DE SEGURIDAD NUCLEAR Y SALVAGUARDIAS.
DIRECCION GENERAL DE GAS L. P.

SECRETARIA DE SALUD.
COMISION FEDERAL PARA LA PROTECCION CONTRA RIESGOS SANITARIOS.

SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL.
DIRECCION GENERAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

SECRETARIA DE ECONOMIA.
DIRECCION GENERAL DE NORMAS.

GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL.
DIRECCION GENERAL DE PROTECCION CIVIL.

PETROLEOS MEXICANOS.
PEMEX REFINACION.

INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD.

GERENCIA DE ABASTECIMIENTOS/DEPARTAMENTO DE TRAFICO.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

FACULTAD DE INGENIERIA, DIVISION DE INGENIERIA CIVIL Y GEOMATICA

FACULTAD DE QUIMICA, COORDINACION DE EDUCACION CONTINUA.

CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE TRANSFORMACION.

CAMARA NACIONAL DEL AUTOTRANSPORTE DE CARGA.

CONFEDERACION NACIONAL DE TRANSPORTISTAS MEXICANOS, A. C.

ASOCIACION NACIONAL DE LA INDUSTRIA QUIMICA, A. C.

ASOCIACION NACIONAL DE TRANSPORTE PRIVADO.

ASOCIACION MEXICANA DE LA INDUSTRIA FITOSANITARIA, A. C.

ASOCIACION NACIONAL DE FABRICANTES DE PRODUCTOS AROMATICOS, A. C.

ASOCIACION MEXICANA DE EMPRESAS DE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS, A. C.

ASOCIACION NACIONAL DE FABRICANTES DE PINTURAS Y TINTAS, A. C.

ASOCIACION DE TRANSPORTISTAS DE CARGA DE LA ZONA CENTRO DEL ESTADO DE VERACRUZ, A. C.

UNION MEXICANA DE FABRICANTES Y FORMULADORES DE AGROQUIMICOS, A. C.

SOCIEDAD MEXICANA DE NORMALIZACION Y CERTIFICACION, S. C.

NACIONAL DE CARROCERIAS, S. A. DE C. V.

GRUPO INTERMEX.

GRUPO KUO, S. A. B. DE C. V.

BAYER DE MEXICO, S A. DE C. V.

VISAPLAST, S. A. DE C. V.

LIDERAZGO EN TRANSPORTACION, S. A. DE C. V.

FERROCARRIL Y TERMINAL DEL VALLE DE MEXICO, S. A. DE C. V.

FERROCARRIL MEXICANO, S. A. DE C. V.

FERROSUR, S. A. DE C. V.

INDICE

1. Objetivo.
2. Campo de aplicación.
3. Referencias.
4. Definiciones.
5. Cisternas Portátiles Diseño y Construcción.
 - 5.1 Especificaciones y/o características relativas al diseño y la construcción.
 - 5.2 Criterios de diseño.
 - 5.3 Espesor mínimo del depósito.
 - 5.4 Equipos de servicio.
 - 5.5 Orificios por el fondo.
 - 5.6 Dispositivos de descompresión.
 - 5.7 Caudal de los dispositivos de descompresión.
 - 5.8 Marcado de los dispositivos de descompresión.
 - 5.9 Conexión de los dispositivos de descompresión.
 - 5.10 Emplazamiento de los dispositivos de descompresión.
 - 5.11 Dispositivos indicadores.
 - 5.12 Soportes, bastidores y dispositivos de elevación y de sujeción de las cisternas portátiles
 - 5.13 Aprobación de diseño.
 - 5.14 Inspección y pruebas.
 - 5.15 Marcado.

6. Procedimiento para la evaluación de la conformidad
7. Bibliografía
8. Concordancia con normas internacionales
9. Observancia
10. Vigilancia
11. Vigencia
12. Transitorio

1. Objetivo

La presente Norma Oficial Mexicana tiene como objetivo establecer las características y especificaciones para el diseño, construcción, inspección y pruebas de las cisternas portátiles de gases licuados no refrigerados, así como la aprobación, y marcado de las mismas y las especificaciones relativas a su transporte, con el propósito de proteger las vías generales de comunicación y la seguridad de sus usuarios.

2. Campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana es de aplicación obligatoria para los constructores y reconstrutores de cisternas portátiles destinadas al transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos, particularmente de gases licuados no refrigerados.

Los expedidores y destinatarios deberán utilizar, para transportar gases licuados no refrigerados, que transitan por la vías generales de comunicación, sólo cisternas portátiles que hayan sido previamente marcadas y aprobadas de conformidad con la placa de metal fijada en la misma cisterna.

Dentro de la esfera de responsabilidades, el transportista aceptará el envío de cisternas portátiles, que hayan sido seleccionadas por los expedidores y destinatarios de conformidad con la normatividad.

3. Referencias

Para la correcta aplicación de esta Norma Oficial Mexicana, es necesario consultar las siguientes: normas oficiales mexicanas vigentes.

NOM-002-SCT/2003	Listado de las sustancias y materiales peligrosos más usualmente transportados.
NOM-004-SCT/2008	Sistemas de identificación de unidades destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
NOM-005-SCT/2008	Información de emergencia para el transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
NOM-023-SCT2/1994	Información técnica que debe contener la placa que portarán los autotankers, recipientes metálicos intermedios para granel (RIG) y envases de capacidad mayor a 450 litros que transportan materiales, sustancias y residuos peligrosos.
NOM-043-SCT/2003	Documento de embarque de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
NOM-008-SCFI-2002	Sistema General de Unidades de Medidas.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

4. Definiciones

Acero de referencia: Es aquel que tiene una resistencia a la tracción de 370 N/mm² y un alargamiento a la rotura del 27%.

Acero dulce: Acero que tiene una resistencia mínima garantizada a la tracción de 360 N/mm² a 440 N/mm² y un alargamiento mínimo garantizado de rotura conforme a lo establecido en 5.2.3.3.

Cisterna portátil: Una cisterna multimodal de capacidad superior a 450 litros utilizada para el transporte de gases licuados no refrigerados de la clase 2. La cisterna portátil lleva un depósito provisto de los equipos de servicio y los elementos estructurales que sean necesarios para el transporte de gases. La cisterna portátil debe poder ser llenada y vaciada sin necesidad de desmontar sus elementos estructurales. Debe tener elementos estabilizadores exteriores al depósito y poder ser izada cuando esté llena. Está diseñada principalmente para ser cargada en un vehículo de transporte o en un buque y está equipada con patines, soportes o accesorios que faciliten su manipulación mecánica. Los vehículos cisterna para el transporte por carretera, los furgones cisterna, las cisternas no metálicas, los recipientes intermedios para graneles (RIG's), las botellas y los envases de grandes dimensiones no se consideran cisternas portátiles.

Densidad de llenado: La masa media de gas licuado no refrigerado por litro de capacidad del depósito (kg/l).

Depósito: La parte de la cisterna portátil que contiene el gas licuado no refrigerado transportado, es decir, la cisterna propiamente dicha, con inclusión de los orificios y sus cierres, pero con exclusión de los equipos de servicio o los elementos estructurales externos.

Elementos estructurales: Los elementos o piezas de refuerzo, fijación, sujeción, protección o estabilización exteriores al depósito, las botellas, tubos o bloques de botellas según corresponda.

Por prueba de estanqueidad. Una prueba en la que se utiliza gas para someter el depósito y sus equipos de servicio a una presión interna efectiva no inferior al 25% de la PSMA.

Equipos de servicio: Los instrumentos de medida y los dispositivos de llenado, vaciado, aireación, seguridad y aislamiento térmico.

La gama de temperatura de cálculo para el depósito es de (menos) -40°C a 50°C en el caso de los gases licuados no refrigerados transportados en las condiciones ambientales. Debe preverse temperaturas de cálculo más rigurosas para la cisterna portátil sometida a condiciones climáticas adversas.

Masa bruta máxima permisible (para cisterna portátil): La suma de la tara de la cisterna portátil y la carga máxima cuyo transporte esté autorizado.

Presión de cálculo: La presión que se utilice en los cálculos. La presión de cálculo no debe ser inferior a la mayor de las presiones siguientes:

- a) La presión manométrica efectiva máxima autorizada en el depósito durante el llenado o el vaciado; o
- b) La suma de:
 - i) La presión manométrica efectiva máxima para la que esté diseñado el depósito, en el caso de los gases licuados no refrigerados, la PSMA (en bar) para el gas de que se trate; y
 - ii) La presión hidrostática calculada de acuerdo con las fuerzas estáticas especificadas en 5.1.9, pero nunca inferior a 0.35 bar.

Presión de prueba: La presión manométrica máxima en la parte superior del depósito, medida durante la prueba de presión.

Presión de servicio máxima autorizada (PSMA): Una presión no inferior a la mayor de las dos presiones siguientes, medidas en la parte superior del depósito cuando éste se encuentra en su posición normal pero que en ningún caso será inferior a 7 bar:

- a) La presión manométrica efectiva máxima autorizada en el depósito durante el llenado o el vaciado; o
- b) La presión manométrica efectiva máxima para la que esté diseñado el depósito, que debe ser:
 - i) En el caso de los gases licuados no refrigerados, la PSMA (en bar) para el gas de que se trate;
 - ii) En el caso de otros gases licuados no refrigerados, igual o mayor que la suma de:
 - La presión de vapor absoluta (en bar) del gas licuado no refrigerado a la temperatura de referencia para el cálculo menos 1 bar; y
 - La presión parcial (en bar) del aire o de otros gases que haya en el espacio vacío, determinada por la temperatura de referencia para el cálculo y la dilatación de la fase líquida debida a un aumento de la temperatura media de la carga de $t_r - t_f$ (t_f es la temperatura de llenado, generalmente 15°C ; $t_r = 50^{\circ}\text{C}$, es la temperatura media máxima de la carga).

Temperatura de referencia para el cálculo: La temperatura a la que se determina la presión de vapor del contenido a efectos del cálculo de la PSMA. La temperatura de referencia para el cálculo debe ser inferior a la temperatura crítica del gas licuado no refrigerado que se vaya a transportar, a fin de garantizar que dicho gas se encuentre en todo momento en estado líquido.

Los valores correspondientes a cada tipo de cisterna portátil son:

- a) Depósitos con diámetro igual o inferior a 1.5 metros: 65°C ;
- b) Depósitos con diámetro superior a 1.5 metros:
 - i) sin aislamiento ni parasol: 60°C ;
 - ii) con parasol (véase 5.1.12): 55°C ; y
 - iii) con aislamiento (véase 5.1.12): 50°C .

5. Cisternas portátiles

5.1 Especificaciones y/o características relativas al diseño y la construcción

5.1.1 Los depósitos deben diseñarse y construirse de acuerdo con las especificaciones sobre recipientes a presión. Deben ser de acero capaz de recibir la forma deseada. Para los depósitos soldados sólo debe utilizarse un material cuya soldabilidad esté plenamente demostrada. Las soldaduras deben estar bien hechas y ofrecer total seguridad.

5.1.1.1 Cuando el proceso de fabricación o el material lo exija, el depósito debe ser sometido a un tratamiento térmico adecuado que garantice la resistencia necesaria de las soldaduras y de las zonas afectadas por el calor. Al elegir el material debe tenerse en cuenta la gama de temperaturas de cálculo desde el punto de vista del riesgo de rotura frágil bajo tensión, la aparición de fisuras por corrosión y la resistencia a los choques.

5.1.1.2 Cuando se utilice acero de grano fino, el valor garantizado del límite elástico no superará los 460 N/mm² y el valor garantizado del límite superior de la resistencia a la tracción no será superior a 725 N/mm² según la especificación del material. Los materiales de las cisternas portátiles deben estar adaptados al ambiente exterior en el que vayan a ser transportadas.

5.1.2 Los depósitos de las cisternas portátiles, sus accesorios y sus tuberías deben estar fabricados con materiales que:

- a) Sean prácticamente inmunes a la acción de los gases licuados no refrigerados transportados;
- b) Sean eficazmente pasivados o neutralizados por reacción química.

5.1.3 Las juntas deben estar hechas de un material compatible con los gases licuados no refrigerados transportados.

5.1.4 Debe evitarse el contacto entre metales diferentes que pueda causar daños por corrosión galvánica.

5.1.5 Los materiales de que esté hecha la cisterna portátil, incluidos los de cualesquiera dispositivos, juntas y accesorios, no deben ser capaces de alterar el gas o gases licuados no refrigerados que deban transportarse en la cisterna portátil.

5.1.6 Las cisternas portátiles deben ser diseñadas y construidas con soportes que les sirvan de base estable durante el transporte y con dispositivos para elevación y anclaje adecuados.

5.1.7 Las cisternas portátiles deben ser diseñadas de forma que resistan, sin pérdida de su contenido, al menos la presión interna ejercida por éste, y las cargas estáticas, dinámicas y térmicas en las condiciones normales de manipulación y transporte. El diseño debe mostrar claramente que se han tenido en cuenta los efectos de la fatiga, resultantes de la aplicación reiterada de esas cargas durante la vida de servicio prevista de la cisterna portátil.

5.1.8 Los depósitos deben ser diseñados de forma que resistan, sin deformación permanente, una presión externa de al menos 0.4 bar (presión manométrica) por encima de la presión interna. Los depósitos que vayan a ser sometidos a un vacío considerable antes del llenado o durante el vaciado deben diseñarse de forma que resistan una presión externa de al menos 0.9 bar (presión manométrica) y deben ser probados a esa presión.

5.1.9 Las cisternas portátiles y sus elementos de sujeción deben poder soportar, cuando lleven la carga máxima autorizada, las fuerzas estáticas siguientes aplicadas por separado:

- a) En la dirección de transporte: el doble de la masa bruta máxima autorizada multiplicado por la aceleración de la gravedad (g)¹;
- b) Horizontal o perpendicularmente a la dirección de transporte: la masa bruta máxima autorizada (cuando la dirección del transporte no esté claramente determinada, las fuerzas deben ser iguales al doble de la masa bruta máxima autorizada) multiplicada por la aceleración de la gravedad (g) 1;
- c) Verticalmente, de abajo a arriba: la masa bruta máxima autorizada multiplicada por la aceleración de la gravedad (g) 1; y
- d) Verticalmente, de arriba a abajo: el doble de la masa bruta máxima autorizada (carga total incluido el efecto de la gravedad) multiplicado por la aceleración de la gravedad (g) 1.

¹ a efectos de cálculo, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

5.1.10 Para cada una de las fuerzas mencionadas en 5.1.9, los coeficientes de seguridad que habrán de aplicarse deben ser los siguientes:

- a) En el caso de los aceros que tengan un límite de elasticidad claramente definido, un coeficiente de seguridad de 1.5 en relación con el límite de elasticidad garantizado; o
- b) En el caso de los aceros que no tengan un límite de elasticidad claramente definido, un coeficiente de seguridad de 1.5 en relación con el límite de elasticidad garantizado de 0.2% y, en el caso de los aceros austeníticos, de 1%.

5.1.11 El valor del límite de elasticidad o del límite de elasticidad garantizado debe ser el establecido para el material utilizado. Cuando se utilicen aceros austeníticos, los valores mínimos especificados para esas propiedades podrán aumentarse hasta en un 15%.

Cuando no exista ningún valor para el material en cuestión, los valores que se deben utilizar para el límite de elasticidad aparente o el límite de elasticidad garantizado debe ser el recomendado por el fabricante de los materiales de que se trate.

5.1.12 Si el depósito destinado al transporte de gases licuados no refrigerados tiene un sistema de aislamiento térmico, éste debe cumplir los requisitos siguientes:

- a) Debe estar formado por una pantalla que cubra, como mínimo, el tercio superior y como máximo, la mitad superior de la superficie del depósito y que esté separada de éste por una capa de aire de alrededor de 40 mm de espesor, o bien;
- b) Debe estar formado por un revestimiento completo de espesor suficiente, hecho de materiales aislantes protegidos de manera que el revestimiento no pueda impregnarse de humedad ni resultar dañado en las condiciones normales de transporte con objeto de obtener una conductividad térmica máxima de $0.67 \text{ (W}\cdot\text{m}\cdot\text{K}^{-1}\text{)}$;
- c) Si la camisa de protección está cerrada de forma que sea hermética a los gases, debe estar provista de un dispositivo que impida que se acumule una presión peligrosa en la capa aislante en caso de fuga en el depósito o en sus elementos o accesorios;
- d) El aislamiento térmico no debe impedir el acceso a los accesorios ni a los dispositivos de vaciado.

5.1.13 Las cisternas portátiles destinadas al transporte de gases licuados no refrigerados inflamables deben tener la característica de ser conectadas eléctricamente a tierra.

5.2 Criterios de diseño

5.2.1 Los depósitos deben tener una sección transversal circular.

5.2.2 Los depósitos deben ser diseñados y construidos de forma que resistan una presión de la prueba de al menos 1.3 veces la presión de cálculo. Al proyectar el depósito deben tenerse en cuenta los valores mínimos de la presión de servicio máxima autorizada, para cada gas licuado no refrigerado destinado al transporte. También hay que tener en cuenta los requisitos relativos al espesor mínimo del depósito indicados en 5.3.

5.2.3 Para los aceros que tengan un límite de elasticidad claramente definido o se caractericen por tener un límite de elasticidad garantizado (en general, límite de elasticidad con el 0.2% de alargamiento o el 1% para los aceros austeníticos) el esfuerzo primario de membrana o (sigma) del depósito, debido a la presión de la prueba no deberá exceder del menor de los valores siguientes: $0.75 R_e$ o $0.50 R_m$ siendo:

R_e = límite de elasticidad aparente, en N/mm^2 , o límite de elasticidad garantizado con el 0.2% de alargamiento o 1% en el caso de los aceros austeníticos;

R_m = resistencia mínima a la rotura por tracción, en N/mm^2 .

5.2.3.1 Los valores de R_e y R_m que han de utilizarse deben ser los mínimos para los materiales. Cuando se utilicen aceros austeníticos, los valores mínimos de R_e y R_m pueden aumentarse hasta en un 15%. Cuando no exista ningún valor para el acero, los valores de R_e y R_m que se utilicen deben ser los recomendados por el fabricante de los materiales de que se trate.

5.2.3.2 No se permitirá la construcción de depósitos soldados con aceros que tengan una relación R_e/R_m de más de 0.85. Los valores de R_e y R_m que han de utilizarse para determinar esa relación son los especificados para el material utilizado.

5.2.3.3 Los aceros utilizados en la construcción de depósitos deben tener un alargamiento a la rotura de por lo menos $10,000/R_m$ (en %), con un mínimo absoluto del 16% en el caso de los aceros de grano fino y del 20% en el de los demás aceros.

5.2.3.4 Para determinar las características reales de los materiales, se debe observar que, en el caso del metal en láminas, el eje de las probetas para las pruebas de tracción debe ser perpendicular (transversalmente) direccional en sentido del laminado. El alargamiento permanente a la rotura debe medirse en probetas de sección transversal rectangular, utilizando una distancia entre marcas de 50 mm.

5.3 Espesor mínimo del depósito.

5.3.1 El espesor mínimo del depósito deberá ser el mayor de los siguientes:

- a) El espesor mínimo determinado de conformidad con las especificaciones del 5.3; y
- b) El espesor mínimo determinado para recipientes a presión, habida cuenta de las especificaciones del 5.2.

5.3.2 En los depósitos cuyo diámetro no sea superior a 1.80 m, la virola, los fondos y las tapas pasa hombre deben tener al menos 5 mm de espesor si son de acero de referencia o un espesor equivalente si son de otro metal. En los depósitos cuyo diámetro exceda de 1.80 m, deben tener al menos 6 mm de espesor si son de acero de referencia o el espesor equivalente si son de otro acero.

5.3.3 La virola, los fondos y las tapas pasa hombre de todos los depósitos deben tener al menos 4 mm de espesor, sea cual fuere el material empleado en su construcción.

5.3.4 En el caso de un acero distinto del acero de referencia, el espesor equivalente al prescrito para éste en 5.3.2 se determina mediante la siguiente ecuación:

$$e_t = \frac{21,4 e_o}{\sqrt[3]{Rm_t \times A}}$$

siendo:

- e_t = espesor equivalente requerido (en mm) del acero que se utilice;
- e_o = espesor mínimo (en mm) del acero de referencia especificado en 5.3.2;
- Rm_t = resistencia mínima garantizada a la tracción (en N/mm²) del acero que se utilice (véase 5.2.3);
- A = alargamiento mínimo garantizado a la rotura (en %) del acero que se utilice.

5.3.5 El espesor de la chapa no debe, en ningún caso, ser inferior al indicado en 5.3.1 a 5.3.3. Todas las partes del depósito deben tener el espesor mínimo determinado en 5.3.1 a 5.3.3. En este espesor no se incluye una tolerancia por corrosión.

5.3.6 Cuando se utilice acero dulce (véase 4), no es preciso utilizar la ecuación del 5.3.4.

5.3.7 El espesor de la chapa no debe cambiar bruscamente en la unión de las extremidades con la parte cilíndrica del depósito.

5.4 Equipos de servicio

5.4.1 Los equipos de servicio deben estar dispuestos de forma que no corran el riesgo de ser arrancados o dañados durante las operaciones de transporte y manipulación. Si la unión entre el bastidor y el depósito permite un movimiento relativo de esos subconjuntos, los equipos de servicio deben estar sujetos de forma que ese movimiento no produzca ningún daño a los órganos activos. Los accesorios exteriores de vaciado (conexiones de tubería, órganos de cierre), la válvula interna de cierre y su asiento deben estar protegidos contra el riesgo de ser arrancados por fuerzas exteriores (por ejemplo mediante el uso de dispositivos de cizallamiento). Los dispositivos de llenado y vaciado (incluidas las bridas y los tapones roscados) y las tapas protectoras, si las hubiere, deben poder fijarse para evitar su apertura fortuita.

5.4.2 Todos los orificios de los depósitos de cisternas portátiles que tengan un diámetro superior a 1.5 mm, excepto los destinados a recibir dispositivos de descompresión, tapas de inspección u orificios de purga cerrados, deben estar provistos de un mínimo de tres dispositivos de cierre independientes entre sí colocados en serie, de los cuales el primero será un obturador interno, una válvula limitadora de caudal o un dispositivo equivalente, el segundo un obturador externo y el tercero una brida ciega o un dispositivo equivalente.

5.4.2.1 Cuando una cisterna portátil esté provista de válvulas limitadoras de caudal, éstas deben montarse de manera que su asiento esté situado en el interior del depósito o en el interior de una brida soldada; si están montadas en el exterior, sus soportes deben estar diseñados de manera que en caso de choque conserven su eficacia. Las válvulas limitadoras de caudal se deben seleccionar y montar de manera que se cierren automáticamente cuando se alcance el caudal especificado por el fabricante. Las conexiones y los accesorios situados en la entrada o en la salida de tales válvulas deben tener capacidad superior al caudal calculado de la válvula limitadora de caudal.

5.4.3 En el caso de los orificios de llenado y de vaciado, el primer dispositivo de cierre debe ser un obturador interno y el segundo un obturador colocado en una posición accesible en cada tubería de llenado y/o de vaciado.

5.4.4 En el caso de los orificios de llenado y de vaciado de las cisternas portátiles destinadas al transporte de gases licuados no refrigerados, inflamables y/o tóxicos, el obturador interno debe ser un dispositivo de seguridad de cierre instantáneo que se cierre automáticamente si la cisterna portátil experimenta un movimiento anormal durante el llenado o el vaciado o está envuelta en llamas. Este dispositivo también debe poder accionarse mediante un mando a distancia, salvo en el caso de las cisternas portátiles cuya capacidad no exceda de los 1,000 litros.

5.4.5 Además de los orificios de llenado, de vaciado y de equilibrado de la presión de los gases, los depósitos pueden estar provistos de orificios en los que se puedan montar indicadores, termómetros y manómetros. Las conexiones de esos instrumentos deben hacerse mediante boquillas o cámaras soldadas adecuadamente y no por medio de conexiones roscadas a través del depósito.

5.4.6 Toda cisterna portátil debe ir provista de una tapa pasa hombre o tapa de inspección, de tamaño adecuado para permitir la inspección y un acceso adecuado para los trabajos de mantenimiento y reparación del interior.

5.4.7 Los accesorios exteriores deben estar agrupados en la mayor medida posible.

5.4.8 Todas las conexiones de la cisterna portátil deben llevar inscripciones que indiquen claramente su función.

5.4.9 Los obturadores y demás medios de cierre deben estar diseñados y contruidos para que resistan una presión nominal que no debe ser inferior a la PSMA del depósito, teniendo en cuenta las temperaturas previstas durante el transporte. Todos los obturadores con vástago roscado deben cerrarse por rotación en el sentido de las agujas del reloj. Para los demás obturadores debe indicarse claramente la posición (abierto y cerrado) y el sentido de cierre. Todos los obturadores deben diseñarse de manera que no pueda producirse una apertura fortuita.

5.4.10 Las tuberías se deben diseñar, construir e instalar de manera que no corran el riesgo de ser dañadas por la dilatación y la contracción térmicas, los choques mecánicos y las vibraciones. Todas las tuberías deben ser de un metal apropiado. Siempre que sea posible, las uniones de las tuberías deben estar soldadas.

5.4.11 Las juntas de las tuberías de cobre deben hacerse con soldadura fuerte o tener una unión metálica de igual resistencia. El punto de fusión de los materiales utilizados para la soldadura no debe ser inferior a 525 °C. Las juntas no deben reducir la resistencia de las tuberías, como puede ocurrir con las uniones roscadas.

5.4.12 La presión de rotura de todas las tuberías y de todos sus accesorios no debe ser inferior al mayor de los dos valores siguientes: el cuádruple de la PSMA del depósito o el cuádruple de la presión a la que puede estar sometido el depósito en servicio por la acción de una bomba u otro dispositivo (excepto los dispositivos de descompresión).

5.4.13 Se deben utilizar metales dúctiles para la fabricación de las válvulas y de los accesorios.

5.5 Orificios por el fondo

5.5.1 Determinados gases licuados no refrigerados no deben ser transportados en cisternas portátiles con orificios por el fondo cuando la instrucción de transporte sobre cisternas portátiles prohíba dichos orificios. No debe haber orificios por debajo del nivel del líquido cuando el depósito esté lleno hasta el nivel de llenado máximo autorizado.

5.6 Dispositivos de descompresión

5.6.1 Las cisternas portátiles deben estar provistas de uno o varios dispositivos de descompresión de muelle. Los dispositivos deben abrirse automáticamente a una presión no inferior a la PSMA y estar completamente abiertos a una presión igual al 110% de la PSMA. Tras la descompresión, los dispositivos deben cerrarse a una presión no inferior en más de un 10% a la presión de comienzo de la apertura y permanecer cerrados a todas las presiones más bajas. Los dispositivos de descompresión deben ser de un tipo que resista los esfuerzos dinámicos, incluidos los debidos al movimiento del líquido. No están permitidos los discos de ruptura que no estén montados en serie con un dispositivo de descompresión de muelle.

5.6.2 Los dispositivos de descompresión deben estar diseñados de manera que impidan la entrada de sustancias extrañas, las fugas de gas y todo aumento peligroso de la presión.

5.6.3 Las cisternas portátiles destinadas al transporte de ciertos gases licuados no refrigerados, deben tener un dispositivo de descompresión. Excepto en el caso de las cisternas portátiles destinadas especialmente al transporte de una sustancia y provistas de un dispositivo de descompresión que esté construido con materiales compatibles con la carga, tal dispositivo debe llevar un disco de ruptura por encima de un dispositivo de descompresión de muelle. En el espacio comprendido entre el disco de ruptura y el

dispositivo de muelle debe conectarse a un manómetro u otro indicador adecuado. Este sistema permite detectar una ruptura, una perforación o un defecto de hermeticidad del disco susceptible de perturbar el funcionamiento del dispositivo de descompresión. El disco de ruptura debe ceder a una presión nominal superior en un 10% a la presión a la que empieza a funcionar el dispositivo de descompresión.

5.6.4 En el caso de cisternas portátiles para usos múltiples, los dispositivos de descompresión se deben abrir a la presión indicada en 5.6.1 para el gas que tenga la PSMA más elevada de todos los gases cuyo transporte en la cisterna portátil esté autorizado.

5.7 Caudal de los dispositivos de descompresión

5.7.1 El caudal combinado de los dispositivos de descompresión en las condiciones en que la cisterna está completamente envuelta en llamas debe ser suficiente para que la presión (incluida la presión acumulada) en el depósito no sea superior al 120% de la PSMA. Para alcanzar el caudal total de salida dispuesto, se deben utilizar dispositivos de descompresión de muelle. En el caso de las cisternas de usos múltiples, se tomará, para el caudal combinado, el valor correspondiente al gas que requiera el caudal de descarga mayor de todos los gases cuyo transporte en la cisterna portátil esté autorizado.

5.7.1.1 Para determinar el caudal total requerido de los dispositivos de descompresión, que se debe considerar igual a la suma de los caudales individuales de cada uno de ellos, se debe utilizar la siguiente fórmula:

Nota: Esta fórmula sólo es válida para gases licuados no refrigerados con temperaturas críticas muy superiores a la temperatura en condiciones de acumulación. Cuando se trate de gases con temperaturas críticas próximas o inferiores a esta última, para calcular el caudal de descarga de los dispositivos de reducción de la presión hay que tener en cuenta otras propiedades termodinámicas del gas.

$$Q = 12.4 \frac{FA^{0.82}}{LC} \sqrt{\frac{ZT}{M}}$$

Siendo:

Q = caudal mínimo requerido de descarga, en metros cúbicos de aire por segundo (m³/s) en condiciones normales: 1 bar y 0 °C (273 K);

F = coeficiente cuyo valor es el siguiente:

- en los depósitos sin aislamiento térmico F = 1;
- en los depósitos con aislamiento térmico F = U(649-t)/13.6, pero en ningún caso inferior a 0.25 siendo:

U = conductividad térmica del aislamiento a 38 °C, expresada en kW m⁻² K⁻¹;

t = temperatura real del gas licuado no refrigerado durante el llenado (en °C); cuando se desconoce esta temperatura deberá tomarse t = 15 °C;

Puede tomarse el valor de F dado anteriormente para los depósitos con aislamiento térmico a condición de que éste se ajuste a las especificaciones del 5.7.1.2;

A = superficie total externa del depósito, en metros cuadrados;

Z = factor de compresibilidad del gas en las condiciones de acumulación (cuando no se conoce este factor, deberá tomarse Z = 1.0);

T = temperatura absoluta en grados Kelvin (°C + 273) por encima de los dispositivos de descompresión en las condiciones de acumulación;

L = calor latente de vaporización del líquido, en kJ/kg, en las condiciones de acumulación;

M = masa molecular del gas que se descarga;

C = constante que se calcula mediante una de las fórmulas siguientes como función del coeficiente k de los calores específicos;

$$k = \frac{C_p}{C_v}$$

siendo:

C_p = calor específico a presión constante; y

C_v = calor específico a volumen constante.

Cuando $k > 1$:

$$C = \sqrt{k \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{k-1}}}$$

Cuando $k = 1$ o se desconoce su valor:

$$C = \frac{1}{\sqrt{e}} = 0.607$$

siendo "e" la constante matemática 2.7183

C puede tomarse también del cuadro siguiente:

k	C	k	C	k	C
1.00	0.607	1.26	0.660	1.52	0.704
1.02	0.611	1.28	0.664	1.54	0.707
1.04	0.615	1.30	0.667	1.56	0.710
1.06	0.620	1.32	0.671	1.58	0.713
1.08	0.624	1.34	0.674	1.60	0.716
1.10	0.628	1.36	0.678	1.62	0.719
1.12	0.633	1.38	0.681	1.64	0.722
1.14	0.637	1.40	0.685	1.66	0.725
1.16	0.641	1.42	0.688	1.68	0.728
1.18	0.645	1.44	0.691	1.70	0.731
1.20	0.649	1.46	0.695	2.00	0.770
1.22	0.652	1.48	0.698	2.20	0.793
1.24	0.656	1.50	0.701		

5.7.1.2 Los sistemas de aislamiento, utilizados para reducir el caudal de descarga, deben:

- mantener su eficacia a cualquier temperatura hasta 649 °C; y
- estar rodeados por un material cuyo punto de fusión sea igual o superior a 700 °C.

5.8 Marcado de los dispositivos de descompresión.

5.8.1 Todo dispositivo de descompresión debe tener marcadas, con caracteres claramente legibles e indelebles, las indicaciones siguientes:

- La presión (en bar o kPa) a la que esté previsto que funcione;
- La tolerancia autorizada para la presión de descarga de los dispositivos de descompresión de muelle;
- La temperatura de referencia correspondiente a la presión nominal de los discos de ruptura; y
- El caudal nominal del dispositivo, en metros cúbicos de aire por segundo (m³/s).

En la medida de lo posible, debe indicarse igualmente la información siguiente:

- El nombre del fabricante y el número de referencia correspondiente del dispositivo de descompresión.

5.9 Conexión de los dispositivos de descompresión.

5.9.1 Las conexiones de los dispositivos de descompresión deben ser de tamaño suficiente para que el caudal requerido pueda circular sin obstáculos hasta el dispositivo de seguridad. No se debe instalar ningún obturador entre el depósito y los dispositivos de descompresión, salvo si éstos están duplicados por dispositivos equivalentes para permitir el mantenimiento o para otros fines y si los obturadores que comunican los dispositivos efectivamente en funcionamiento están inmovilizados en posición abierta o interconectados de forma que al menos uno de esos dispositivos duplicados esté siempre operando y cumpla los requisitos enunciados en 5.7 Nada debe obstruir una abertura hacia un dispositivo de aireación o un dispositivo de descompresión que pueda limitar o interrumpir el flujo de salida del depósito hacia estos dispositivos. Los dispositivos de aireación situados por debajo de los dispositivos de descompresión, cuando existan, deben permitir la evacuación de los vapores o de los líquidos a la atmósfera, no ejerciendo más que una contrapresión mínima sobre los dispositivos de descompresión.

5.10 Emplazamiento de los dispositivos de descompresión.

5.10.1 Las entradas de los dispositivos de descompresión deben estar situadas en la parte superior del depósito, lo más cerca posible del centro longitudinal y transversal del mismo. Todas las entradas de los dispositivos de descompresión, en las condiciones de llenado máximo, deben estar situadas en el espacio de vapor del depósito y los dispositivos deben estar dispuestos de forma que el vapor salga libremente. En el caso de gases licuados no refrigerados inflamables, la salida de vapor debe estar dirigida de manera que el vapor no pueda volver al depósito. Se permite el uso de dispositivos de protección para desviar el chorro de vapor, a condición de que no reduzcan el caudal requerido del dispositivo de descompresión.

5.10.2 Se deben tomar medidas para impedir que las personas no autorizadas tengan acceso a los dispositivos de descompresión y para evitar que éstos sufran daños en caso de volcadura de la cisterna portátil.

5.11 Dispositivos indicadores.

5.11.1 Las cisternas portátiles deben ir provistas de uno o varios dispositivos indicadores, a menos que estén destinadas a ser llenadas haciendo la medida por pesaje. No se deben utilizar indicadores de nivel hechos de cristal ni indicadores hechos de otros materiales frágiles que comuniquen directamente con el contenido del depósito.

5.12 Soportes, bastidores y dispositivos de elevación y de sujeción de las cisternas portátiles.

5.12.1 Las cisternas portátiles deben ser diseñadas y construidas con un soporte que asegure su estabilidad durante el transporte. En relación con este aspecto del diseño, se deben tener en cuenta las fuerzas que se indican en 5.1.9 y el coeficiente de seguridad indicado en 5.1.10. Se consideran aceptables los patines, los bastidores, las cunas y otras estructuras similares.

5.12.2 Los esfuerzos combinados ejercidos por los soportes (cunas, bastidores, etc.) y de los dispositivos de elevación y de sujeción de las cisternas portátiles no deben generar esfuerzos excesivos en ninguna parte del depósito. Todas las cisternas portátiles deben estar provistas de dispositivos permanentes de elevación y de sujeción. Es preferible que éstos estén montados en los soportes de la cisterna portátil, pero pueden estar montados sobre placas de refuerzo fijadas en el depósito en los puntos de apoyo.

5.12.3 En el diseño de soportes y bastidores se deben tener en cuenta los efectos de corrosión debidos al ambiente.

5.12.4 Se deben poder obturar los huecos de entrada de las horquillas elevadoras. Los medios de obturación deben ser un elemento permanente del bastidor o estar permanentemente fijados a éste. No es necesario que las cisternas portátiles de compartimiento único con una longitud inferior a 3.65 m estén provistas de huecos obturados, a condición de que:

- a) el depósito y todos sus accesorios estén bien protegidos contra los choques de las horquillas elevadoras; y
- b) la distancia entre los centros de los huecos para las horquillas elevadoras sea por lo menos igual a la mitad de la longitud máxima de la cisterna portátil.

5.12.5 Cuando las cisternas portátiles no estén protegidas durante el transporte, los depósitos y los equipos de servicio deben estar protegidos contra los daños resultantes de choques laterales y longitudinales y de volcaduras. Los accesorios externos deben estar protegidos de modo que se impida el escape del contenido del depósito en caso de choque o de volcadura de la cisterna portátil sobre sus accesorios. Constituyen ejemplos de protección:

- a) La protección contra los choques laterales, que puede consistir en barras longitudinales que protejan el depósito por ambos lados a la altura de su eje medio;
- b) La protección de la cisterna portátil contra las volcaduras, que puede consistir en aros de refuerzo o barras fijadas transversalmente sobre el bastidor;
- c) La protección contra los choques por la parte posterior, que puede consistir en un parachoques o un bastidor;
- d) La protección del depósito contra los daños resultantes de choques o volcaduras utilizando un bastidor.

5.13 Aprobación de diseño.

5.13.1 Para cada nuevo diseño de cisterna portátil, se debe contar con la aprobación del diseño. En esta aprobación debe constar que la cisterna portátil ha sido examinada, que es adecuada para el fin al que se le destina y que responde a las disposiciones establecidas en esta norma y, cuando proceda, a las especificaciones relativas a los gases. Si se fabrica una serie de cisternas portátiles sin modificación del diseño, la aprobación debe ser válida para toda la serie. La aprobación debe mencionar el informe de pruebas del prototipo, los gases que se permite transportar, los materiales de construcción del depósito y el número de aprobación. El número de aprobación estará formado por el signo o marca distintivos de México o de la Nación en cuyo territorio se haya concedido la aprobación y por un número de matriculación. La aprobación de un diseño puede aplicarse a cisternas portátiles más pequeñas hechas de materiales de la misma clase y del mismo espesor, con las mismas técnicas de fabricación, con soportes idénticos y sistemas de cierre y otros accesorios equivalentes.

5.13.2 El informe de pruebas del prototipo para la aprobación del diseño debe incluir, por lo menos, los siguientes datos:

- a) Los resultados de la prueba aplicable al bastidor;
- b) Los resultados de la inspección y de la prueba iniciales previstos en 5.14.3; y
- c) Los resultados de la prueba de choque previsto en 5.14.1, cuando proceda.

5.14 Inspección y pruebas.

5.14.1 Las cisternas portátiles que responden a la definición, no deberán emplearse a menos de que un prototipo representativo de cada modelo se haya sometido con éxito a la prueba dinámica de impacto longitudinal.

5.14.2 El depósito y los distintos componentes del equipo de cada cisterna portátil deben ser inspeccionados y probados, primero antes de ser puestos en servicio (inspección y pruebas iniciales) y después a intervalos de cinco años como máximo (inspección y prueba periódicos quinquenales) con una inspección y prueba periódicos intermedios (inspección y prueba a intervalos de dos años y medio), que se efectuará a mitad del periodo de cinco años. Esta última inspección y prueba pueden efectuarse dentro de los tres meses anteriores o posteriores a la fecha especificada. Cuando sea necesario en virtud del 5.14.7, se efectuará una inspección y prueba excepcionales, independientemente de la fecha de la última inspección y prueba periódicas.

5.14.3 Como parte de la inspección y prueba iniciales de una cisterna portátil se debe proceder a una comprobación de las características del diseño, a un examen interior y exterior de la cisterna portátil y de sus accesorios teniendo en cuenta los gases licuados no refrigerados que se han de transportar en ella, y a una prueba de presión, teniendo en cuenta las presiones de prueba estipuladas en 5.2.2. La prueba de presión puede ser de presión hidráulica o puede utilizarse otro líquido o gas. Antes de que la cisterna portátil sea puesta en servicio, también debe efectuarse una prueba de hermeticidad y una prueba del funcionamiento satisfactorio de todos los equipos de servicio. Si el depósito y los accesorios han sido sometidos por separado a una prueba de presión, deben someterse juntos, una vez montados, a una prueba de hermeticidad. Todas las soldaduras del depósito sometidas a esfuerzos máximos deben ser supervisadas inicialmente por radiografía, por ultrasonidos o por otro método no destructivo apropiado. Esta especificación no se aplica a la envoltura.

5.14.4 La inspección y prueba periódicos quinquenales deben comprender un examen interior y exterior y también, por lo general, una prueba de presión hidráulica. Los revestimientos, termoaislamientos, etc., de que esté provista la cisterna portátil no se retirarán sino en la medida necesaria para apreciar bien el estado en que ésta se encuentra. Si el depósito y los equipos de servicio han sido sometidos por separado a una prueba de presión, deben someterse juntos, una vez montados, a una prueba de hermeticidad.

5.14.5 La inspección y pruebas periódicos intermedios (a intervalos de dos años y medio), deben comprender, por lo menos, un examen interior y exterior de la cisterna portátil y de sus accesorios, teniendo en cuenta los gases licuados no refrigerados que se han de transportar, una prueba de hermeticidad y una prueba de funcionamiento satisfactorio de todos los equipos de servicio. Los revestimientos, termoaislamientos, etc., de que esté provista la cisterna portátil no se retirarán sino en la medida necesaria para apreciar bien el estado en que ésta se encuentra. En el caso de cisternas portátiles destinadas al transporte de un solo gas licuado no refrigerado, se puede renunciar al examen interior a los dos años y medio o sustituirlo por otros métodos de prueba o procedimientos de inspección.

5.14.6 No se puede llenar ni presentar para el transporte una cisterna portátil después de la fecha de vencimiento de la última inspección y prueba periódicos quinquenales o de los dos años y medio previstos en 5.14.2. Sin embargo, una cisterna portátil que se haya llenado antes de la fecha de vencimiento de la última

inspección y prueba periódicas puede ser transportada durante un periodo que no exceda de tres meses de dicha fecha. Además, las cisternas portátiles pueden transportarse después de la fecha de vencimiento de la última prueba e inspección periódicas:

- a) después del vaciado pero antes de la limpieza, con objeto de someterlas a la siguiente prueba o inspección requeridos antes de volver a llenarlas; y
- b) salvo disposición contraria, durante un periodo máximo de seis meses después de la fecha de vencimiento de la última prueba o inspección periódicos, con objeto de posibilitar la recuperación de mercancías peligrosas para su eliminación o reciclaje. En el documento de embarque de la norma respectiva debe constar esta exención.

5.14.7 La inspección y prueba excepcionales son necesarios cuando hay indicios de que la cisterna portátil tiene zonas dañadas o corroídas, o tiene escapes u otros defectos que puedan poner en peligro su integridad. El nivel de la inspección y prueba excepcionales dependerá de la importancia de los daños o deterioros sufridos por la cisterna portátil. Deben incluir por lo menos la inspección y prueba efectuadas a los dos años y medio con arreglo al 5.14.5.

5.14.8 En los exámenes interior y exterior se debe comprobar que:

- a) Se inspecciona el depósito para comprobar si tiene picaduras, corrosiones, abrasiones, abolladuras, deformaciones, defectos de soldadura o cualquier otra anomalía, incluidos los escapes, que puedan hacer que la cisterna portátil no sea segura para el transporte;
- b) Se inspeccionan las tuberías, las válvulas y las juntas para comprobar si existen zonas de corrosión, defectos y cualquier otra anomalía, incluidos los escapes, que puedan hacer que la cisterna portátil no sea segura durante el llenado, el vaciado o el transporte;
- c) Los dispositivos de cierre de las tapas pasa hombre funcionan correctamente y no hay escapes en las tapas o las juntas;
- d) Se reponen los pernos o tuercas que falten o se aprietan los pernos o tuercas sueltos en las juntas con brida o en las bridas ciegas;
- e) Todos los dispositivos y válvulas de emergencia están exentos de corrosión, deformación o cualquier daño o defecto que pueda impedir su funcionamiento normal. Deben hacerse funcionar los dispositivos de cierre a distancia y los obturadores de cierre automático para comprobar que funcionan correctamente;
- f) Las marcas prescritas sobre la cisterna portátil son legibles y cumplen las especificaciones aplicables; y
- g) El bastidor, los soportes y los dispositivos de elevación de la cisterna portátil se encuentran en buen estado.

5.14.9 La Unidad de Verificación debe realizar o presenciar las inspecciones y pruebas indicadas en 5.14.1, 5.14.3, 5.14.4, 5.14.5 y 5.14.7. Si la prueba de presión forma parte de la inspección y las pruebas, la presión de prueba debe ser la que se indique en la placa de inspección de la cisterna portátil. La cisterna debe ser inspeccionada a presión para detectar cualquier fuga en el depósito, las tuberías o los equipos de servicio.

5.14.10 Todos los trabajos de corte, calentamiento o soldadura que se realicen en el depósito deben llevarse a cabo teniendo en cuenta las disposiciones para recipientes a presión utilizado en la construcción del depósito. Una vez terminados esos trabajos, se debe efectuar una prueba de presión a la presión de prueba inicial.

5.14.11 Si se comprueba que la cisterna portátil tiene un defecto que la hace insegura, la cisterna no debe ponerse de nuevo en servicio mientras no haya sido reparada y haya superado una nueva prueba.

5.15 Marcado.

5.15.1 Toda cisterna portátil debe tener una placa de metal resistente a la corrosión, fijada de modo permanente en un lugar visible y de fácil acceso para la inspección. Si por la configuración de la cisterna portátil la placa no puede fijarse de modo permanente sobre el depósito, se deberá indicar sobre ésta al menos la información prescrita por el código de diseño para recipientes a presión.

En la placa se grabará, por estampación o por otro método similar, como mínimo la siguiente información:

País de fabricación

U	País de	Número de	Especificaciones alternativas.
N	Aprobación	Aprobación.	"AA"

Nombre o marca del fabricante.

Número de serie del fabricante.

Entidad autorizada para la aprobación del diseño.

Número de matrícula del propietario.

Año de fabricación.

Código para recipientes a presión al que se ajusta el diseño del depósito.

Presión de prueba bar/kPa^2 ____ (presión manométrica).

Presión de servicio máxima autorizada ____ bar/kPa^2 (presión manométrica).

Presión de cálculo externa¹ ____ bar/kPa^2 (presión manométrica).

Gama de temperaturas de cálculo ____ °C a ____ °C.

Temperatura de referencia para el cálculo ____ °C.

Capacidad de agua a 20 °C ____ litros.

Fecha de la prueba de presión inicial e identidad del testigo.

Material(es) del depósito y referencia(s) de la norma o normas de los materiales.

Espesor equivalente en acero de referencia ____ mm.

Fecha y tipo de la(s) prueba(s) periódica(s) más reciente(s).

Mes ____ Año ____ Prueba de presión ____ bar/kPa^2 (presión manométrica).

Sello de la Unidad de Verificación que realizó o presenció la prueba más reciente.

¹ Véase 5.1.8

² Se indicará la unidad utilizada.

5.15.2 En la cisterna portátil misma o en una placa de metal sólidamente fijada a la cisterna se deben marcar, además, los siguientes datos:

Nombre de la empresa explotadora.

Nombre del(los) gas(es) licuado(s) no refrigerado(s) cuyo transporte se ha autorizado.

Carga máxima autorizada de cada gas licuado no refrigerado autorizado ____ kg

Masa bruta máxima autorizada ____ kg

Tara ____ kg

Nota: Para la identificación de los gases licuados no refrigerados transportados, véase la norma correspondiente.

6. Procedimiento de la evaluación de la conformidad

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes y la Secretaría de Seguridad Pública, en el ámbito de sus respectivas competencias, se coordinarán en la vigilancia, verificación e inspección de los servicios de autotransporte federal y transporte privado.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes podrá realizar visitas de inspección, a través de los servidores públicos comisionados que exhiban identificación vigente y orden de visita, en la que se precisen las especificaciones cuyo cumplimiento habrá de inspeccionarse.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes a través de la Dirección General de Autotransporte Federal, podrá aprobar a terceros para que lleven a cabo verificaciones de acuerdo a lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Los aspectos a verificar son los siguientes:

1. Verificar de acuerdo a la información contenida en la placa de metal de la cisterna portátil y documental (memoria de cálculo) proporcionada por el fabricante que la cisterna portátil fue diseñada y construida con las especificaciones y los materiales para contener y transportar materiales o residuos peligrosos y en específico, el nombre de los gases para cuyo transporte fue aprobado.

2. Verificar que los materiales de que esté hecho el depósito, incluidos los de cualesquier dispositivo, junta y accesorio, no alteren el gas o gases licuados no refrigerados que se transporten en la cisterna portátil.

3. Verificar que el depósito en su caso, cuente con aislamiento térmico de acuerdo a la información documental (memoria de cálculo).

4. Verificar que las cisternas portátiles y sus elementos de sujeción, puedan soportar, cuando lleven la carga máxima autorizada, las fuerzas estáticas siguientes aplicadas por separado:

- a) En la dirección de transporte: el doble de la masa bruta máxima autorizada multiplicado por la aceleración de la gravedad (g);
- b) Horizontal o perpendicularmente a la dirección de transporte: la masa bruta máxima autorizada (cuando la dirección del transporte no esté claramente determinada, las fuerzas deben ser iguales al doble de la masa bruta máxima autorizada) multiplicada por la aceleración de a la gravedad (g);
- c) Verticalmente, de abajo a arriba: la masa bruta máxima autorizada multiplicada por la aceleración de la gravedad (g); y
- d) Verticalmente, de arriba a abajo: el doble de la masa bruta máxima autorizada (carga total incluido el efecto de la gravedad) multiplicado por la aceleración de la gravedad (g).

5. Verificar que los depósitos estén diseñados y contruidos de forma que resistan una presión de la prueba de al menos 1.3 veces la presión de cálculo. Al proyectar el depósito deben tenerse en cuenta los valores mínimos de la presión de servicio máxima autorizada que se dan en la instrucción de transporte sobre cisternas portátiles, para cada gas licuado no refrigerado destinado al transporte.

6. Verificar que el espesor mínimo del depósito, sea mayor a los siguientes:

- a) El espesor mínimo determinado de conformidad con las especificaciones del 5.3; y
- b) El espesor mínimo determinado para recipientes a presión, conforme a las especificaciones del 5.2.

7. Verificar que el espesor de la chapa no cambia bruscamente en la unión de las extremidades con la parte cilíndrica del depósito.

8. Verificar que los orificios de los depósitos de cisternas portátiles que tengan un diámetro superior a 1.5 mm, excepto los destinados a recibir dispositivos de descompresión, tapas de inspección u orificios de purga cerrados, deben estar provistos de un mínimo de tres dispositivos de cierre independientes entre sí.

9. Verificar que el dispositivo de descompresión esté diseñado de manera que impida la entrada de sustancias extrañas, fugas de gas todo aquello que aumente peligrosamente la presión.

10. Verificar que los sistemas de aislamiento, utilizados para reducir el caudal de descarga, cumplan con:

- a) Mantener su eficacia a cualquier temperatura hasta 649 °C; y
- b) Estar rodeados por un material cuyo punto de fusión sea igual o superior a 700 °C.

11. Se Verificará que todo dispositivo de descompresión tenga marcadas, con caracteres claramente legibles e indelebles, las indicaciones siguientes:

- a) La presión (en bar o kPa) a la que esté previsto que funcione;
- b) La tolerancia autorizada para la presión de descarga de los dispositivos de descompresión de muelle;
- c) La temperatura de referencia correspondiente a la presión nominal de los discos de ruptura; y
- d) El caudal nominal del dispositivo, en metros cúbicos de aire por segundo (m^3/s). e indicarse igualmente la información siguiente:
- e) El nombre del fabricante y el número de referencia correspondiente.

12. Verificar que las conexiones de los dispositivos de descompresión sean de tamaño suficiente para que el caudal requerido pueda circular sin obstáculos hasta el dispositivo de seguridad.

13. Verificar que las cisternas portátiles estén provistas de uno o varios dispositivos indicadores, diseñados y contruidos con un soporte que asegure su estabilidad durante el transporte.

14. Verificar que para cada nuevo diseño de cisterna portátil, se cuente con el certificado de aprobación del diseño, el cual debe contener:

- a) El informe de pruebas del prototipo,
- b) Los gases que se permite transportar,
- c) Los materiales de construcción del depósito y el número de aprobación, el cual debe incluir el signo o marca distintivos de México y el número de matrícula.

15. Verificar, que las pruebas iniciales de una cisterna portátil, en sus características de diseño, tanto interior, exterior y de sus accesorios, no permitan ninguna de las siguientes:

- a) El depósito de una cisterna portátil no tiene presencia de picaduras, corrosiones, abrasiones, abolladuras, deformaciones, defectos de soldadura o cualquier otra anomalía, incluidos los escapes, que puedan hacer que la cisterna portátil no sea segura para el transporte;
- b) Presencia de corrosión, defectos y cualquier otra anomalía, incluidos los escapes, que puedan hacer que la cisterna portátil no sea segura durante el llenado, el vaciado o el transporte, incluidas las tuberías, las válvulas y las juntas
- c) Que los dispositivos de cierre de las tapas pasa hombre funcionen incorrectamente o no hay escapes visibles en las tapas o las juntas;
- d) Que todos los dispositivos y válvulas de emergencia presenten corrosión, deformación o cualquier daño o defecto que pueda impedir su funcionamiento normal.
- e) Mal funcionamiento de los dispositivos de cierre a distancia y los obturadores de cierre automático.
- f) Que las marcas prescritas sobre la cisterna portátil sean ilegibles y que no cumplan las especificaciones aplicables; y
- g) Que el bastidor, los soportes y los dispositivos de elevación de la cisterna portátil se encuentren en mal estado.

16. Se verificará que toda cisterna portátil tenga una placa de metal resistente a la corrosión, fijada de modo permanente en un lugar visible y de fácil acceso para la inspección, la cual debe contener como mínimo la información establecida en el punto 5.15.1 de la norma.

7. Bibliografía

- Recomendaciones relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas, Regulación Modelo, emitida por la Organización de las Naciones Unidas, Décimo Quinta edición revisada, Nueva York y Ginebra, 2007
- Manual de Pruebas y Criterios, Recomendaciones relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas, emitido por la Organización de las Naciones Unidas, cuarta edición revisada, Nueva York y Ginebra, 2003.

8. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma Oficial Mexicana es idéntica a:

- Recomendaciones relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas, Regulación Modelo, emitido por la Organización de las Naciones Unidas, Décimo Quinta edición revisada, Nueva York y Ginebra, 2007. Volumen II, Capítulo 6.7.3.

9. Observancia

Con fundamento en lo dispuesto en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y residuos Peligrosos, la presente Norma Oficial Mexicana tiene carácter de obligatorio.

10. Vigilancia

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a través de las Direcciones Generales con injerencia, es la autoridad competente para vigilar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana, así mismo, la Secretaría de Seguridad Pública, en el ámbito de su respectiva competencia es la autoridad que vigilará el cumplimiento de la Norma, cuando las cisternas transiten en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal.

11. Vigencia

Esta Norma Oficial Mexicana entrará en vigor 60 días después de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

12. Transitorio

Unico.- Con la entrada en vigor de la presente Norma Oficial Mexicana, se cancela la NOM-046-SCT2/1998, Características y especificaciones para la construcción y reconstrucción de los contenedores cisterna destinados al transporte multimodal de gases licuados a presión no refrigerados, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de febrero de 1999.
