

PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-009-SESH-2010, Recipientes para contener Gas L.P., tipo no transportable. Especificaciones y métodos de prueba.

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

PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-009-SESH-2010, RECIPIENTES PARA CONTENER GAS L.P., TIPO NO TRANSPORTABLE. ESPECIFICACIONES Y METODOS DE PRUEBA.

La Secretaría de Energía, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 26, 33 fracciones I, II, XII y XXV de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38 fracciones II y IX, 40 fracciones V, XII y XIII, 41, 43, 44, 46, 47, 51 párrafo primero, 73 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 4o. párrafo segundo, 9o. párrafo primero, 14 fracciones IV y VI, 15 párrafo primero, 16 de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo; 20, 28, 30, 40, fracciones III y IV, 80 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 2, fracción XXX, 59, 87 y Octavo Transitorio del Reglamento de Gas Licuado de Petróleo; 3o. fracción III inciso c), 10, fracciones XXI, XXIII, XXVI y XXIX, 13 fracción XVI y 23 fracciones XI, XIII, XV, XVII, XVIII y XIX del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía, y

CONSIDERANDO

Que el presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana se sometió a consideración y fue aprobado por el Comité Consultivo Nacional de Normalización en Materia de Hidrocarburos en su Segunda Sesión Ordinaria del 28 de junio de 2010, para su publicación en el Diario Oficial de la Federación, con el propósito de someterla a consulta pública, de conformidad con el artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y a efecto de que los interesados, dentro de los sesenta días naturales, contados a partir de la fecha de su publicación en el Diario Oficial de la Federación, presenten sus comentarios ante el citado Comité, sito en Avenida de los Insurgentes Sur número 890, piso 4, colonia Del Valle, Delegación Benito Juárez, código postal 03100, México, D.F., teléfono 50006000, Ext. 1130; fax: 50006253 o bien a los correos electrónicos csotelo@energia.gob.mx, mmendoza@energia.gob.mx, iposadas@energia.gob.mx o mahorta@energia.gob.mx

Que durante el plazo mencionado, la Manifestación de Impacto Regulatorio a que se refiere el artículo 45 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y los documentos que sirvieron de base para la elaboración del proyecto, estarán a disposición del público para su consulta en el domicilio del Comité antes citado.

Por lo expuesto y fundado he tenido a bien expedir para consulta pública el siguiente:

PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-009-SESH-2010, RECIPIENTES PARA CONTENER GAS L.P., TIPO NO TRANSPORTABLE. ESPECIFICACIONES Y METODOS DE PRUEBA**INDICE**

1. Objetivo y campo de aplicación
2. Referencias
3. Definiciones
4. Clasificación
5. Especificaciones aplicables a los recipientes Tipos A, B, C y D
6. Especificaciones aplicables a los recipientes Tipo E
7. Requisitos específicos
8. Métodos de prueba
9. Marcado
10. Procedimiento para la evaluación de la conformidad (PEC)
11. Vigilancia
12. Sanciones
13. Concordancia con normas internacionales
14. Bibliografía
- Transitorios
- Apéndice, Figuras y Tablas
1. Objetivo y campo de aplicación

Este Proyecto de Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones de diseño y fabricación de los recipientes sujetos a presión para contener Gas L.P., tipo no transportable, no expuestos a calentamiento por medios artificiales, destinados a plantas de almacenamiento, estaciones de Gas L.P. para carburación, instalaciones de aprovechamiento, depósitos de combustible para motores de combustión interna y transporte de Gas L.P. en autotankers, remolques y semirremolques, incluyendo las correspondientes a la seguridad y métodos de prueba a los que deben ser sometidos, así como el procedimiento de evaluación de la conformidad correspondiente.

2. Referencias

Este Proyecto de Norma Oficial Mexicana se complementa con los siguientes manuales y normas mexicanas o aquellas que las sustituyan:

MX-B-035-1987	Soldadura-Guía para la calificación de procedimientos y personal para soldar piezas coladas de acero. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30/10/1987.
MX-B-086-1991	Guía para examen radiográfico. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3/01/1992.
MX-B-172-1988	Métodos de prueba mecánicos para productos de acero. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11/07/1988.
MX-B-266-1989	Requisitos generales para lámina laminada en caliente y en frío de acero al carbono y de acero de baja aleación y alta resistencia. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14/12/1989.
MX-H-007-1978	Métodos de pruebas mecánicas para juntas soldadas. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28/12/1978.
MX-X-011-SCFI-2005	Gas L.P.- Válvulas para recipientes tipo no portátil-Especificaciones y métodos de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15/08/2005.
MX-X-013-SCFI-2005	Gas L.P.- Válvulas de exceso de flujo y no retroceso, utilizadas en tuberías y recipientes-Especificaciones y métodos de prueba (cancela a la MX-X-013-1965). Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15/08/2005.

Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad.

3. Definiciones

Para efectos del presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana se establecen las definiciones siguientes:

3.1 Capacidad nominal: Es el volumen geométrico calculado de un recipiente lleno de agua.

3.2 Eficiencia de junta soldada: Factor por el que hay que multiplicar el valor del esfuerzo máximo permisible del material utilizado para obtener el esfuerzo permisible de trabajo. Depende del tipo de junta soldada y del nivel del radiografiado, como se indica en la Tabla 2.

3.3 Entrada (registro) pasa-hombre: Acceso al interior de un recipiente no transportable que permite inspeccionar la parte interna del mismo.

3.4 Esfuerzo de ruptura a la tensión: Es el valor mínimo de tensión en el cual el material falla por ruptura.

3.5 Esfuerzo límite de cedencia: Es el límite elástico a partir del cual se inicia la deformación permanente del material.

3.6 Esfuerzo máximo permisible del material: Resistencia a la tensión mínima del material del recipiente, afectado por el factor de seguridad.

3.7 Espárrago: Sujetador roscado externamente, metálico, sin cabeza, que se emplea para unir y asegurar dos bridas entre sí.

3.8 Espesor de pared nominal: Es el indicado en el certificado de calidad del material. Para fines de relevado de esfuerzos, en juntas con espesores diferentes, el espesor nominal será el mayor.

3.9 Espesor mínimo de pared: Es el calculado con las fórmulas de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana, considerando únicamente la presión interna del recipiente sin contemplar el efecto de cargas externas ni la compensación por corrosión.

3.10 Factor de seguridad: Es un factor determinado para garantizar la seguridad en la operación del recipiente y equivale al cociente de dividir la resistencia mínima a la tensión del material utilizado entre el esfuerzo máximo permisible en las paredes del recipiente.

3.11 Gas L.P. o Gas Licuado de Petróleo: Combustible compuesto primordialmente por butano y propano.

3.12 Imperfecciones de las soldaduras: Son deficiencias en los cordones de soldadura que consisten en grietas, porosidad, fusión incompleta, falta de penetración e inclusión de escoria, las cuales se pueden detectar por inspección visual, radiografías, líquidos penetrantes, ultrasonido y partículas magnéticas.

3.13 Indicaciones lineales: Son imperfecciones de los cordones de soldadura que consisten en grietas, fusión incompleta, falta de penetración y escorias, las cuales se aprecian en las radiografías como indicaciones con una longitud mayor a tres veces su espesor.

3.14 Indicaciones redondas: Son imperfecciones de los cordones de soldadura que consisten en porosidades e inclusiones, como la escoria de tungsteno, las cuales se aprecian en las radiografías como indicaciones con una longitud menor o igual a 3 veces su espesor. Estas indicaciones pueden ser circulares, elípticas o de forma irregular, pudiendo tener colas y variar en densidad.

3.15 Indicador de nivel: Dispositivo mecánico de operación manual o automática utilizado para indicar el nivel de Gas L.P. líquido contenido en el recipiente.

3.16 Instalaciones de aprovechamiento: El sistema formado por las tuberías, válvulas y demás dispositivos y accesorios apropiados para recibir Gas L.P., regular su presión, conducirlo desde la salida del medidor hasta los equipos de almacenamiento y/o consumo, dirigir y/o controlar su flujo y, en su caso, efectuar su vaporización artificial y medición, con el objeto de aprovecharlo en condiciones controladas. El sistema inicia en el punto de entrega y termina en los equipos de consumo. Para efectos de lo anterior, por punto de entrega se entiende el punto de la instalación de aprovechamiento donde se recibe el Gas L.P. para su almacenamiento o la salida del medidor volumétrico que registra el consumo en las instalaciones abastecidas por ducto.

3.17 Interruptor de máximo llenado: Dispositivo electromecánico de operación automática que interrumpe la entrada de gas líquido al recipiente, cuando alcanza el nivel de máximo llenado.

3.18 Interruptor de nivel mínimo: Dispositivo electromecánico de operación automática que interrumpe la salida de gas líquido del recipiente, cuando tiene el nivel de mínimo de operación.

3.19 Junta a tope con soldadura doble: Es la unión a tope de dos o más piezas soldadas por ambos lados.

3.20 Junta a tope con soldadura sencilla: Es la unión a tope de dos o más piezas soldadas por un solo lado.

3.21 Junta soldada: Es la unión de dos o más piezas producida por la aplicación de un proceso de soldadura.

3.22 Presión de diseño: Es la presión que soportaría el recipiente en las condiciones extremas de operación previstas durante su vida útil tomando como base el propano puro. Para los recipientes clasificados como Tipos A, B, C y D de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana, la presión de diseño debe ser como mínimo de 1.72 MPa (17.58 kgf/cm²). Para los recipientes clasificados como Tipo E, la presión de diseño debe estar en función de la temperatura máxima de almacenamiento del producto.

3.23 Presión externa de diseño: En el caso de los recipientes Tipo E, es la presión ejercida en el exterior del recipiente por la presión atmosférica a nivel del mar e igual a una atmósfera.

3.24 Presión interna de diseño: Es la presión ejercida en el interior del recipiente debida a la suma de la presión de vapor del gas L.P. y su carga estática.

3.25 Prueba hidrostática: Prueba de presión para verificar la integridad del recipiente.

3.26 Pruebas no destructivas: Métodos para detectar imperfecciones en juntas soldadas mediante la aplicación de radiación nuclear, rayos gama o rayos X, líquidos penetrantes, ultrasonido o partículas magnéticas.

3.27 Radiografiado: Método para detectar imperfecciones en juntas soldadas mediante la aplicación de radiación nuclear, rayos gama, rayos X o fluoroscopia.

3.28 Recipiente esférico: Envase metálico de conformación esférica, utilizado para contener Gas L.P. a presión, y que por su peso, capacidad, forma o dimensiones, debe ser armado en su sitio de ubicación.

3.29 Recipientes esféricos para temperatura ambiente: Recipientes esféricos que por sus necesidades de almacenamiento no requieren ningún sistema de aislamiento térmico y refrigeración por lo que sólo se toma en cuenta la temperatura de diseño; la cual nunca debe ser inferior a la temperatura máxima histórica del lugar.

3.30 Recipientes esféricos auto-refrigerados: Recipientes esféricos que por sus necesidades de almacenamiento cuentan con un sistema de aislamiento térmico y refrigeración de acuerdo a la temperatura del lugar, de manera que mantenga estable la temperatura de diseño.

3.31 Recipiente no transportable: Envase utilizado para contener Gas L.P., a presión, y que por sus accesorios, peso, dimensiones, o tipo de instalación fija, no puede manejarse o transportarse por los usuarios finales, una vez llenado, por lo cual debe ser abastecido en su sitio de instalación.

3.32 Recipiente nuevo: Es aquel recipiente no transportable cuyos materiales utilizados en su fabricación no han sido usados en la construcción de otro recipiente.

3.33 Relevado de esfuerzos: Tratamiento térmico que se da al recipiente con el fin de eliminar los esfuerzos residuales generados durante el proceso de formado y soldadura.

3.34 Respaldo: Material (metal, fundente, carbón, etc.) utilizado de soporte para depositar metal de aporte y facilitar tanto la operación de soldado como la obtención de una soldadura sana en la raíz.

3.35 Sistema de protección anticorrosiva: Es un método de preparación, limpieza y recubrimiento de la superficie del recipiente, mediante capas sucesivas de pinturas o cualquier otro medio para evitar la corrosión del metal base.

3.36 Temperatura de diseño: Aquella a la cual la presión de saturación del propano corresponde con la presión de diseño del recipiente.

3.37 Termopar: Elemento bimetalico de diferentes características físicas cuya propiedad es registrar diferencias de temperaturas.

3.38 Vacío Total: Para efectos de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana se entiende como vacío total a la capacidad de la esfera para resistir una presión externa igual a una atmósfera a nivel del mar considerando que no existe presión en el interior.

3.39 Válvula de cierre de actuación remota: Dispositivo hidráulico, neumático, mecánico o eléctrico de acción automática que permite el paso del Gas L.P. en un sentido o en otro cerrando cuando el flujo es detenido o invertido.

3.40 Válvula de drenado: Dispositivo mecánico de doble sello de no retroceso y que permite la salida de Gas L.P. líquido del recipiente para su drenado.

3.41 Válvula de exceso de flujo: Dispositivo mecánico de acción automática que cierra cuando el flujo de Gas L.P. en estado líquido o vapor excede el valor del gasto preestablecido.

3.42 Válvula de llenado: Dispositivo mecánico de operación automática formado por dos válvulas de no retroceso, instalado en el recipiente para su llenado con Gas L.P. Este dispositivo sólo permite el flujo de Gas L.P. hacia el interior del recipiente.

3.43 Válvula de máximo llenado: Dispositivo mecánico de operación manual que indica el nivel preestablecido de máximo llenado de Gas L.P. en estado líquido en el recipiente.

3.44 Válvula de no retroceso: Dispositivo mecánico de acción automática que permite el paso del Gas L.P. en un solo sentido cerrando cuando el flujo es detenido o invertido.

3.45 Válvula de relevo de presión: Dispositivo mecánico de acción automática utilizado para aliviar la presión dentro del recipiente, abriendo cuando la presión sobrepasa un valor predeterminado y cerrando al caer ésta por debajo de dicho valor.

3.46 Válvula de retorno de vapores: Dispositivo mecánico de acción automática destinado al trasiego de Gas L.P. en estado de vapor, que integra en un solo cuerpo un obturador de no retroceso y otro por exceso de flujo.

3.47 Válvula de servicio: Dispositivo mecánico de operación manual que integra en su cuerpo una válvula de descarga y un indicador con vena de máximo llenado de líquido al 85%. Esta válvula es utilizada para suministrar Gas L.P. en estado vapor. El indicador de máximo llenado puede ser integrado al recipiente en forma independiente. Para los recipientes clasificados como Tipo C de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana, la Válvula de servicio es el dispositivo mecánico de operación manual utilizado para suministrar Gas L.P. en estado líquido, que integra en su cuerpo una válvula de descarga y una de exceso de flujo.

3.48 Válvula interna: Dispositivo constituido por una válvula de exceso de flujo integrada a una válvula de cierre con accionamiento a control remoto, instalado en el recipiente no transportable.

4. Clasificación

Los recipientes para contener Gas L.P. a que se refiere este Proyecto de Norma Oficial Mexicana, de acuerdo a su uso y tamaño, se clasifican en los tipos siguientes:

Tipo A	Recipientes con capacidad nominal mayor a 5 000 litros y hasta 455 000 litros de agua, destinados a colocarse a la intemperie en plantas de almacenamiento, estaciones de Gas L.P. para carburación e instalaciones de aprovechamiento. En el caso de los recipientes de forma esférica, la capacidad máxima será de 378 000 litros de agua.
--------	--

Tipo B	Recipientes destinados a colocarse a la intemperie en instalaciones de aprovechamiento y estaciones de Gas L.P. para carburación, mismos que se dividen en, Tipo B1 Con capacidad nominal de 100 litros a 1 000 litros de agua, Tipo B2 Con capacidad nominal mayor a 1 000 litros y hasta 5 000 litros de agua.
Tipo C	Recipientes con capacidad máxima de 300 litros, para utilizarse como depósitos de combustible para motores de combustión interna que carburan a Gas L.P., mismos que se dividen en, Tipo C1. Cuando los accesorios de control y seguridad se encuentran colocados en el cuerpo del recipiente, Tipo C2 Cuando los accesorios de control y seguridad se encuentran colocados en cualquiera de las cabezas del recipiente, Tipo C3 Cuando los accesorios de control y seguridad se encuentren colocados tanto en el cuerpo como en cualquiera de las cabezas del recipiente.
Tipo D	Recipientes con capacidad máxima de 55 000 litros de agua, para el transporte de Gas L.P. en autotanques, remolques y semirremolques.
Tipo E	Recipientes esféricos con capacidad mayor a 378 000 litros de agua para temperatura ambiente.

5. Especificaciones para los recipientes Tipos A, B, C y D

5.1 Especificaciones de diseño.

5.1.1 Forma.

Los recipientes deben tener cualquiera de las formas siguientes:

- Cuerpo cilíndrico con cabezas semielipsoidales
- Cuerpo cilíndrico con cabezas toriesféricas (capsulados)
- Cuerpo cilíndrico con cabezas semiesféricas
- Forma esférica

5.1.2 Cálculo del espesor mínimo de pared.

5.1.2.1 Características y espesores.

El material utilizado para su fabricación debe cumplir con las especificaciones establecidas en el numeral 5.1.2.5.

5.1.2.2 Espesor mínimo para los recipientes Tipos A y D

El espesor mínimo de la placa ya procesada y conformada del cuerpo y cabezas del recipiente debe ser el resultado obtenido de las fórmulas para el cálculo del espesor de pared indicadas en el numeral 5.1.2, pero en ningún caso puede ser menor a 6 mm.

5.1.2.3 Espesor mínimo para los recipientes Tipo B

El espesor mínimo de la placa ya procesada y conformada del cuerpo y cabezas del recipiente debe ser el resultado obtenido de las fórmulas para el cálculo de espesor de pared indicadas en el numeral 5.1.2, pero en ningún caso puede ser menor a 4.18 mm para el cuerpo y 3.72 mm para las cabezas del recipiente.

5.1.2.4 Espesor mínimo para los recipientes Tipo C

El espesor mínimo de la placa ya procesada y conformada del cuerpo y cabezas del recipiente, debe ser el resultado obtenido de las fórmulas para el cálculo del espesor de pared indicadas en el numeral 5.1.2, pero en ningún caso puede ser menor a 3.72 mm.

5.1.2.5 Aspectos generales

El material utilizado para la fabricación de las partes sujetas a presión del recipiente debe cumplir con las especificaciones establecidas en la Tabla 1.

El material utilizado en las partes del recipiente no sujetas a presión, que sean soldadas a la pared sujeta a presión, debe ser de acero compatible para su unión soldable.

El espesor mínimo de pared del cuerpo y cabezas del recipiente debe calcularse considerando únicamente la presión interna a la que estará sujeto, es decir, sin considerar cargas externas o compensación por corrosión, utilizando las fórmulas descritas en los numerales 5.1.2.7 y 5.1.2.8.

La tolerancia aceptada en la capacidad nominal de estos recipientes es de $\pm 2\%$.

5.1.2.6 Presión de diseño.

La presión de diseño en este tipo de recipientes debe ser como mínimo de 1.72 MPa (17.58 kgf/cm²).

5.1.2.7 Espesor mínimo de pared del cuerpo de recipientes cilíndricos.

a) En función del radio interior:

a1) Juntas longitudinales (esfuerzo circunferencial)

$$t = \frac{PR_i}{SE - 0.6P}; \quad P = \frac{SEt}{R_i + 0.6t}$$

a2) Juntas circunferenciales (esfuerzo longitudinal)

$$t = \frac{PR_i}{2SE + 0.4P}; \quad P = \frac{2SEt}{R_i - 0.4t}$$

Donde:

t = Espesor mínimo de pared.

P = Presión de diseño del recipiente.

R_i = Radio interior del cuerpo del recipiente.

S = Esfuerzo máximo permisible del material (factor de seguridad de 3.5).

E = Eficiencia de junta soldada (ver Tabla 2).

b) En función del radio exterior:

Juntas longitudinales (esfuerzo circunferencial)

$$t = \frac{PRe}{SE + 0.4P}; \quad P = \frac{SEt}{Re - 0.4t}$$

Donde:

Re = Radio exterior del cuerpo del recipiente.

5.1.2.8 Espesor mínimo de pared de las cabezas del recipiente.

5.1.2.8.1 Cabezas semielipsoidales (ver Figura 1).

a) En función del diámetro interior

$$t = \frac{PD_i}{2SE - 0.2P}; \quad P = \frac{2SEt}{D_i + 0.2t}$$

Estas fórmulas son aplicables cuando la relación entre el eje mayor y el eje menor ($D_i/2h$) es 2:1. Cuando esta relación es diferente, estas fórmulas se afectan por un factor K que depende de la relación entre el eje mayor y el eje menor de la cabeza.

$$t = \frac{PD_iK}{2SE - 0.2P}; \quad P = \frac{2SEt}{KD_i + 0.2t}$$

$$K = \frac{1}{6} \left[2 + \left[\frac{D_i}{2h} \right]^2 \right] \quad (\text{ver Tabla 3})$$

Donde:

D_i = Longitud interior del eje mayor de la elipse o diámetro interior del faldón.

h = La mitad de la longitud interior del eje menor de la elipse o diámetro interior del faldón.

b) En función del diámetro exterior:

$$t = \frac{PDeK}{2SE + 2P(K-0.1)}; \quad P = \frac{2SEt}{KDe - 2t(K-0.1)}$$

$$K = \frac{1}{6} \left[2 + \left[\frac{D_i}{2h} \right]^2 \right] \quad (\text{ver Tabla 3})$$

Donde:

De = Longitud exterior del eje mayor de la elipse o diámetro exterior del faldón.

5.1.2.8.2 Cabezas toriesféricas (ver Figura 1).**a) En función del radio central interior.**

$$t = \frac{0.885PLi}{SE - 0.1P}; \quad P = \frac{SEt}{0.885Li + 0.1t}$$

Donde:

Li = Radio central interior de la cabeza.

Estas fórmulas son aplicables cuando el radio interior de nudillos (r) es el 6% del radio central interior de la cabeza y éste es igual al diámetro exterior del faldón. Cuando no se cumplen estas condiciones, se deben aplicar las fórmulas siguientes:

$$t = \frac{PLiM}{2SE - 0.2P}; \quad P = \frac{2SEt}{LiM + 0.2t}$$

$$M = \frac{1}{4} \left[3 + \sqrt{\frac{Li}{r}} \right] \quad (\text{ver Tabla 4})$$

Donde:

M = Factor que depende de la relación entre el radio central interior y el radio interior de nudillos (Li/r).

b) En función del radio central exterior.

$$t = \frac{PLeM}{2SE + P(M - 0.2)}; \quad P = \frac{2SEt}{MLE - t(M - 0.2)}$$

$$M = \frac{1}{4} \left[3 + \sqrt{\frac{Li}{r}} \right] \quad (\text{ver Tabla 4})$$

Donde:

Le = Radio central exterior de la cabeza.

5.1.2.8.3 Cabezas semiesféricas (ver Figura 1)

$$t = \frac{PLi}{2SE - 0.2P}; \quad P = \frac{2SEt}{Li + 0.2t}$$

Donde:

Li = Radio interior de la cabeza.

Estas fórmulas son aplicables cuando el espesor de pared (t) no es mayor de 0.35 Li o P no es mayor de 0.665 SE.

5.1.2.9 Espesor mínimo de pared del cuerpo de los recipientes de forma esférica. No es aplicable a los recipientes Tipo E.

a) En función del radio interior

$$t = \frac{PRi}{2SE - 0.2P}; \quad P = \frac{2SEt}{Ri + 0.2t}$$

Donde:

Ri = Radio interior de la esfera.

Estas fórmulas son aplicables cuando el espesor de pared (t) no es mayor de 0.35 Ri o P no es mayor de 0.665 SE.

b) En función del radio exterior

$$t = \frac{PRe}{2SE + 0.8P}; \quad P = \frac{2SEt}{Re - 0.8t}$$

Donde:

Re = Radio exterior del recipiente

5.1.2.10 Factor de seguridad.

Para los recipientes materia de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana, el factor de seguridad es de 3.5.

5.1.3 Aberturas.**5.1.3.1 Forma.**

Las aberturas en el cuerpo o cabezas de los recipientes deben ser de forma circular o elipsoidal.

5.1.3.2 Tamaño.

El tamaño de las aberturas no debe ser mayor a la mitad del diámetro del recipiente, pero sin exceder en ningún caso de 610 mm.

5.1.3.3 Boquillas.

El espesor de pared de una boquilla soldada a una abertura del recipiente debe ser mayor o igual al mínimo obtenido de acuerdo con el cálculo de espesor de pared del recipiente. El material utilizado debe cumplir con lo especificado en la Tabla 5 y puede ser fabricado por maquinado en barras sólidas o bien por el proceso de forja. La forma de conexión de los accesorios a las boquillas puede ser a través de un roscado del tipo cónico o bien de una conexión tipo brida, no permitiéndose el uso de tubo adaptado para estos fines.

5.1.3.4 Refuerzo.

Una abertura en la pared de un recipiente no requiere refuerzo si su diámetro máximo es:

a) 0.089 m en recipientes con espesor de pared hasta de 9.5 mm.

b) 0.061 m en recipientes con espesor de pared mayor de 9.5 mm.

Toda abertura que exceda estos valores de diámetro final de abertura circular o dimensión final de abertura elíptica, se debe reforzar de manera tal que el área transversal del refuerzo no sea menor al producto del diámetro de la abertura por el espesor de pared del cuerpo o cabeza del recipiente. Cuando se utilice material de menor resistencia al utilizado en la sección a reforzar, éste debe compensarse con espesor, no debiendo ser éste menor a 1.5 veces el espesor mínimo requerido para esta sección del recipiente.

5.1.3.5 Entrada pasa-hombre.

- Los recipientes Tipo A de diámetro interior de 180 cm o mayor deben contar al menos con una entrada pasa-hombre de diámetro mínimo de 0.38 m y máximo de 0.61 m.
- Todos los recipientes Tipo D (para autotankers, remolques y semirremolques), indistintamente de su diámetro, deben contar con entrada pasa-hombre de diámetro mínimo de 0.38 m.

5.2 Especificaciones de fabricación.**5.2.1 Conformación.**

Las placas para la fabricación del cuerpo y cabezas del recipiente deben ser conformadas empleando cualquier proceso que no afecte las propiedades físicas del material.

5.2.2 Tolerancias por conformado.**5.2.2.1 Tolerancia por falta de redondez.**

En recipientes cilíndricos y esféricos terminados, la diferencia entre el diámetro máximo y el mínimo de cualquier sección transversal no debe exceder del 1% del diámetro nominal de ésta, excepto cuando la sección transversal considerada pase a través de un orificio, en cuyo caso, la tolerancia por falta de redondez puede ser hasta de 2%.

5.2.2.2 Tolerancia en cabezas.

Las desviaciones máximas permitidas en la forma de las cabezas semielipsoidales, semiesféricas y torisféricas terminadas, respecto a la forma de diseño son: hacia el exterior, de 1.25% de su diámetro interior, medido en la unión con la parte cilíndrica y hacia el interior, de 0.625% del mismo diámetro.

5.2.3 Tolerancia en la alineación de juntas soldadas a tope.

El desnivel permitido entre los bordes de las placas soldadas a tope no debe exceder al indicado en la Tabla 6.

5.2.4 Juntas soldadas.**5.2.4.1 Proceso.**

Los procesos de soldadura utilizados en la fabricación de recipientes deben ser de fusión por arco eléctrico con o sin protección de gas.

5.2.4.2 Tipos de juntas y eficiencia

La eficiencia de juntas soldadas permitidas para el cuerpo y cabezas del recipiente son las que se indican en la Tabla 2 de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana.

5.2.4.3 Preparación

Las superficies que van a ser soldadas deben estar limpias de óxidos y materias extrañas, tales como escamas, polvo, escoria, grasas y pinturas. Cuando el metal de aporte se va a depositar sobre una superficie que haya sido previamente soldada, se debe remover la escoria para evitar la inclusión de impurezas en la soldadura.

La forma y dimensiones de los extremos de las placas que se van a soldar deben permitir una fusión y penetración completas. Las placas con espesor mayor de 13 mm deben tener bisel a un ángulo que garantice la penetración total del material de aporte.

5.2.4.4 Acabado de juntas.

Las juntas soldadas deben tener una fusión y penetración de acuerdo al tipo de junta indicado en la Tabla 2. El acabado de los cordones de soldadura debe ser uniforme, de tal manera que permita la interpretación correcta del examen radiográfico.

En las juntas a tope, el material de aporte debe llenar completamente la acanaladura y sobresalir del nivel de las placas que se unen, como refuerzo de la soldadura. El espesor de este refuerzo no debe exceder los valores indicados en la Tabla 7.

5.2.5 Calificación de procedimientos de soldadura.

Los procedimientos de soldadura empleados en la fabricación de recipientes deben ser previamente calificados por medio de pruebas mecánicas. Asimismo, los soldadores y operadores de máquinas de soldar deben ser calificados conforme a estos procedimientos de soldadura.

Dichas calificaciones deben realizarse de acuerdo con lo especificado en la Norma Mexicana NMX-B-035-1987.

5.2.6 Examen radiográfico de juntas soldadas.

La cobertura del examen radiográfico de las soldaduras depende del valor considerado para el factor de eficiencia de junta soldada al determinar el espesor de pared del recipiente (ver Tabla 2). Su aplicación debe hacerse para lograr un nivel de calidad de imagen radiográfica designado como 4T (referido al diámetro del agujero del indicador de calidad de imagen expresado como un múltiplo de su espesor).

5.2.6.1 Radiografiado por muestreo.

Las juntas soldadas a tope que se van a radiografiar en puntos se deben probar por muestreo como está previsto en este apartado.

a) Extensión mínima de prueba radiográfica por muestreo.

- 1)** Se debe inspeccionar un punto en cada recipiente por cada tramo de 15.24 m de soldadura o fracción de la misma. Sin embargo, para recipientes idénticos, cada uno con menos de 15.24 m de soldadura, los tramos de 15.24 m de soldadura pueden estar representados por una radiografía por muestreo. La longitud mínima del área de interés debe ser de 15.24 cm.
- 2)** Por cada tramo de soldadura que se vaya a probar, se tomará un número suficiente de radiografías por muestreo para inspeccionar la soldadura de cada soldador u operario de soldadura. Durante las condiciones en donde dos o más soldadores u operarios de soldadura hacen capas de soldaduras en una junta o en los dos lados de una junta a tope de soldadura doble, un punto puede representar el trabajo de todos los soldadores u operarios de soldadura.
- 3)** Cada inspección radiográfica por muestreo se debe efectuar tan pronto como sea practicable, después de la terminación del tramo de soldadura que se va a probar. La ubicación del lugar debe ser seleccionada por el inspector de control de calidad, después de la terminación del tramo de soldadura que se va a probar, excepto cuando el inspector no puede ser notificado o estar presente, en cuyo caso, el fabricante puede ejercer su propio juicio en la selección de los lugares.

b) Evaluación y nuevas pruebas.

- 1)** Cuando un lugar radiografiado como se requiere en a) 1) y 2) anteriores es aceptable de acuerdo con el apartado 5.2.6.2 de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana, el tramo entero de soldadura representado por esta radiografía es aceptable.
- 2)** Cuando un lugar radiografiado como se requiere en a) 1) y 2) anteriores ha sido probado y la radiografía revela que la soldadura no cumple con los requerimientos mínimos de calidad del apartado 5.2.6.2 de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana, dicho lugar se debe reparar por soldadura e inspeccionar por radiografía nuevamente; además, se deben inspeccionar radiográficamente dos lugares adicionales en el mismo tramo de soldadura en ubicaciones distanciadas del lugar original. Las ubicaciones de estos lugares adicionales serán determinadas por el inspector o el fabricante, como se estipula en a) 3) anterior.

Si los dos lugares adicionales probados muestran soldadura que reúne los requerimientos mínimos de calidad del apartado 5.2.6.2 de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana, el tramo entero de soldadura representado por las tres radiografías es aceptable.

Si cualquiera de los dos lugares adicionales probados muestran soldadura que no cumple con los requerimientos mínimos de calidad del apartado 5.2.6.2 de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana, el tramo entero de soldadura representado se debe rechazar. La soldadura entera rechazada se debe remover y soldar la junta nuevamente o, a opción del fabricante, el tramo entero de soldadura representado se debe radiografiar completamente y sólo corregir los defectos. El área reparada de soldadura se debe inspeccionar por radiografía nuevamente.

5.2.6.2 Criterios de aceptación para uniones soldadas e inspeccionadas por examen radiográfico.

Las uniones soldadas serán inaceptables cuando sus radiografías revelen imperfecciones en los cordones de soldadura que excedan de los siguientes límites especificados:

Indicaciones lineales:

- a) Cualquier clase de grieta o zona incompleta por falta de fusión o penetración.
- b) Cualquier inclusión de escoria que tenga una longitud mayor que:
 - 1) 3.18 mm, para espesores de material de hasta 9.52 mm.
 - 2) 1/3 del espesor, para espesores de material arriba de 9.52 mm y hasta 57.15 mm.
 - 3) 19.05 mm, para espesores de material arriba de 57.15 mm.
- c) Cualquier grupo de escoria o inclusiones en línea que sumen una longitud mayor al espesor del material, en una longitud de 12 veces el espesor del material, excepto cuando la distancia entre imperfecciones sucesivas exceda de 6L, donde L es la longitud de la imperfección más grande dentro del grupo.

Indicaciones redondas:

La máxima dimensión permitida para indicaciones redondas debe ser de 20% del espesor del material o de 3.18 mm, lo que sea menor.

Las indicaciones redondas menores a 0.8 mm de diámetro máximo no se deben considerar en estos rangos de espesor de material para la aceptación radiográfica de las pruebas de soldadores y operadores de máquinas de soldar.

5.2.7 Boquillas y accesorios de control, medición y seguridad.

Los recipientes deben estar provistos de boquillas para la colocación de las válvulas de relevo de presión y los accesorios que requiera el tipo específico de recipiente, de acuerdo a lo siguiente:

a) Recipientes Tipo A

El recipiente debe estar provisto de una o más boquillas ubicadas en el domo para la colocación de válvulas de relevo de presión. En el caso de que el recipiente salga de fábrica con las válvulas instaladas, éstas deben cumplir con los requisitos indicados numeral 5.2.8.1.

Es opcional la colocación de aditamentos portaválvulas, en cuyo caso el diámetro de la boquilla no podrá ser menor al de éste. Este aditamento debe contar con una válvula extra a fin de poder dar mantenimiento a cualquiera de las válvulas sin necesidad de desfogar el recipiente.

b) Recipientes Tipo B

El recipiente debe contar con una o varias válvulas de relevo de presión, las cuales deben cumplir con los requisitos indicados en el numeral 5.2.8.1.

c) Recipientes Tipos C y D

El recipiente debe contar con una válvula o más válvulas de relevo de presión de resorte interno, la cual debe cumplir con los requisitos indicados en el numeral 5.2.8.1.

5.2.8 Accesorios de control, medición y seguridad.

La ubicación de los accesorios y partes complementarias y/o de protección debe permitir la libre operación y mantenimiento del sistema del que forman parte.

5.2.8.1 Válvulas de relevo de presión.

Los recipientes deben ser provistos de boquillas para la colocación de válvulas de relevo de presión. La presión de apertura de estas válvulas debe ser de 1.72 MPa (17.58 kgf/cm²) y para su calibración se acepta una variación de 10% arriba de dicho valor. La presión de cierre debe ser la presión de inicio de apertura, aceptándose una variación de 10% abajo de dicho valor.

La capacidad mínima de descarga de la válvula o conjunto de válvulas de relevo de presión requeridas para cualquier recipiente debe calcularse por la fórmula siguiente (ver Tabla 8):

$$Q = 10.6582 S^{0.82}$$

Donde:

Q = Capacidad de descarga requerida, en m³/min de aire a 288.75 K (15.6°C) y 101.33 kPa absolutos (1.003 kgf/cm² absolutos). <Factor 1 MPa absoluto = 9.9 kgf/cm² absoluto>

S = Superficie exterior del recipiente, en m².

Para aquellas válvulas de relevo de presión que tengan asignadas por el fabricante dos capacidades de descarga diferentes, debido a que se establecieron por métodos distintos, la capacidad a considerar será la mayor.

5.2.8.2 Accesorios específicos.

5.2.8.2.1 Accesorios para Recipientes Tipo A

Los accesorios que sean suministrados por el fabricante a petición del cliente, ya sea que se entreguen instalados en el recipiente o sin instalar, deben cumplir con las especificaciones siguientes:

a) Indicador de nivel.

El indicador de nivel de líquido debe ser del tipo rotatorio, con orificio restrictor que tenga un diámetro máximo de 1.37 mm o del tipo flotador con indicador magnético, ambos con escala en la carátula para determinar el nivel de llenado máximo permisible de acuerdo con la temperatura y composición del Gas L.P. que contendrá.

b) Válvulas de máximo llenado.

El recipiente debe contar con dos válvulas de máximo llenado, una al 85% y otra al 90% de su capacidad nominal, las cuales deben quedar clara y permanentemente identificadas.

c) Manómetro.

El recipiente debe contar con una boquilla provista de un orificio restrictor con un diámetro máximo de 1.37 mm, destinada a la colocación de un manómetro. Dicha boquilla debe estar conectada a una vena metálica que se extienda hasta la zona por encima del máximo nivel de llenado permisible correspondiente al propano.

En caso de que el recipiente salga de fábrica con el manómetro instalado, éste debe ser de tipo bourdon o de indicación remota. El manómetro debe ser para un rango de 0 a 2.06 MPa (0 a 21 kgf/cm²) y la medida nominal de su carátula no debe ser menor de 50.8 mm.

d) Termómetro.

Debe contarse con una boquilla provista de un termopozo para acoplamiento del termómetro, formado por un tubo ciego colocado inclinado, con el extremo ciego apuntando hacia abajo de modo que permita su llenado con un líquido adecuado para la medición de la temperatura. La colocación de esta boquilla-termopozo debe ser a una altura no mayor del centro del diámetro del recipiente.

En caso de que el recipiente salga de fábrica con el termómetro instalado, éste debe colocarse en un termopozo lleno con un aceite mineral con viscosidad no mayor de SAE-40. La medida nominal de su carátula no debe ser menor de 50.8 mm y debe ser capaz de registrar temperaturas entre 253.15 K (-20°C) y 323.15 K (50°C), pudiendo ser bimetalico o de indicación remota con escala graduada en Kelvin o Celsius como mínimo.

e) Válvulas de exceso de flujo y no retroceso.

Todas las aberturas que tenga el recipiente para la conexión de accesorios deben estar provistas de válvulas de exceso de flujo o de no retroceso, excepto en las conexiones para válvulas de relevo de presión, indicadores de nivel, válvulas de máximo llenado y manómetros. El tubo ciego para termómetro (termopozo) no se considera abertura.

Todas aquellas aberturas que lleven instalada una válvula de exceso de flujo deben de indicar con caracteres indelebles, que serán las iniciales L o V, si están conectadas a la zona de líquido o de vapores dentro del recipiente.

Las válvulas de exceso de flujo pueden ser independientes o estar integradas en una válvula interna.

Las válvulas de exceso de flujo y de no retroceso pueden ser instaladas por el fabricante a petición del cliente y deben cumplir con lo establecido en la NMX-X-013-SCFI-2005 o aquella que la sustituya.

f) Boquillas para trasiego de Gas L.P.

El recipiente debe estar provisto con boquillas ubicadas en su parte inferior, para el trasiego de Gas L.P. en estado líquido y vapor; para este último caso, éstas deben estar provistas con una vena metálica de diámetro interior no menor a su boquilla. Esta vena debe extenderse por encima del nivel de máximo llenado del recipiente.

g) Placa de asiento para recipientes horizontales.

En el caso de recipientes diseñados para colocarse en forma horizontal para ser soportado en bases de sustentación tipo cuna debe estar provisto de un asiento metálico con el cual se apoyará en dicha base. Este asiento debe cubrir un ángulo no menor a 120 grados y la placa utilizada no debe ser menor de 6.35 mm.

Es opcional rellenar el espacio entre la cara interior de la placa de asiento y la pared del recipiente con un compuesto sellante que impida la acumulación de humedad, pero en cualquier caso su cara interior debe cubrirse como mínimo con primario anticorrosivo. Si se opta por el relleno, debe dejarse un espacio libre de

soldadura con una longitud máxima de 6.35 mm en la parte alta de la placa de asiento para introducir el producto sellador o bien tener un orificio de 6.3 mm de diámetro nominal, con o sin tapón. Si no se opta por el relleno, la placa metálica debe estar soldada en todo su perímetro al recipiente.

h) Entrada pasa-hombre.

Los recipientes con diámetro interior de 180 cm o mayor deben llevar al menos una entrada pasa-hombre cuyo diámetro interior debe ser de 380 mm como mínimo y de 610 mm como máximo.

La distancia de esta abertura a cualquier cordón de soldadura debe ser de 30 mm, como mínimo. Si fuere necesario hacer las aberturas sobre las costuras, debe radiografiarse una longitud equivalente a 3 veces el diámetro de la abertura, medida a partir del centro de la misma. Las aberturas que llevan refuerzo pueden localizarse sobre las costuras sin ser necesario el radiografiado.

i) Soportes.

Los soportes y bases de sustentación soldados al recipiente deben soportar el peso del mismo lleno de agua.

5.2.8.2.2 Accesorios para Recipientes Tipo B

Los recipientes a que se refiere la presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana, antes de salir de la fábrica, deben tener instalados como mínimo los siguientes accesorios, los cuales pueden ser instalados en el recipiente por separado o formar parte de una unidad integral o válvula múltiple:

a) Indicador de nivel.

El recipiente debe contar con un indicador de nivel de líquido, el cual debe ser de operación automática y del tipo flotador con indicador magnético.

b) Válvula de llenado.

El recipiente debe contar con una válvula de llenado de 19 mm a 32 mm NPT para la conexión al recipiente y de 44.45 mm x 6 ACME para el acoplamiento de llenado.

c) Válvula de retorno de vapores.

Los recipientes con capacidad nominal comprendida entre 500 litros y 5 000 litros de agua deben contar con una válvula de retorno de vapores.

d) Válvula de servicio.

El recipiente debe contar con una válvula de servicio y su indicador de máximo llenado con vena a un nivel del 85% de su capacidad nominal. El indicador de máximo llenado puede quedar integrado al recipiente en forma independiente.

e) Válvula de drenado.

Los recipientes con capacidad nominal comprendida entre 500 litros y 5 000 litros de agua deben contar con una válvula de drenado. Si esta válvula es instalada en la parte superior del recipiente, debe contar con una vena de profundidad cuyo diámetro nominal no debe ser menor a 19.1 mm.

f) Protector de accesorios.

Para la protección de los accesorios, el recipiente debe contar con una cubierta metálica que pueda ser removida o retirada sin presentar obstáculos para su instalación, uso e inspección.

g) Soportes.

Conforme a lo establecido en el inciso i) del numeral 5.2.8.2.1.

Para el caso de los recipientes verticales, los soportes, patas o faldón cilíndrico para sustentarlo, además de lo anterior, deben contar con barrenos para el sistema de anclaje.

5.2.8.2.3 Accesorios para Recipientes Tipo C

Los recipientes a que se refiere el presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana, antes de salir de la fábrica, deben tener instalados como mínimo los siguientes accesorios:

a) Indicador de nivel.

Conforme al inciso a) del numeral 5.2.8.2.2.

b) Válvula de máximo llenado.

El recipiente debe contar con un dispositivo independiente que avise cuando el nivel del líquido ha alcanzado un 85% máximo de su capacidad nominal. El dispositivo debe quedar instalado directamente al cople del recipiente.

c) Válvula de llenado.

Al recipiente se le debe colocar una boquilla con cuerda cónica de 19 mm para colocación de una válvula de llenado de 19 mm NPT para la conexión al recipiente y 44.45 mm x 6 ACME para el acoplamiento de llenado.

d) Válvula de servicio.

El recipiente debe contar con una válvula para descarga de combustible, roscada directamente al cople del recipiente y con un dispositivo de exceso de flujo integrado al cuerpo de ésta.

El cople donde se rosque la válvula debe contar con una vena cuyo extremo final debe estar separado aproximadamente 25 mm del fondo del interior del recipiente, con lo cual la válvula tendrá acceso al Gas L.P. en su estado líquido.

e) Protector de accesorios.

El recipiente debe contar con un protector metálico para los accesorios soldado al mismo.

Los accesorios del recipiente deben estar dentro del área de seguridad proporcionado por el protector para evitar daños. La distancia entre cualquier accesorio y la pared interna del protector no debe ser menor de 38 mm.

En caso de que un accesorio por su ubicación quede fuera de esa área de seguridad, se debe de proteger individualmente.

f) Soportes.

Cuando se utilicen soportes o patas, deben estar diseñados para soportar al recipiente lleno de agua y contar con barrenos para su anclaje.

5.2.8.2.4 Accesorios para Recipientes Tipo D**a) Indicador de nivel.**

Conforme a lo establecido en el inciso a) del numeral 5.2.8.2.1.

b) Válvula de máximo llenado.

El recipiente debe contar con dos válvulas de máximo llenado, una al 85% y otra al 90%, de su capacidad nominal, como mínimo.

c) Manómetro.

El recipiente debe contar con una boquilla provista de un orificio restrictor con un diámetro máximo de 1.37 mm, destinada a la colocación de un manómetro. Dicha boquilla debe estar conectada a una vena metálica que se extienda hasta la zona por encima del máximo nivel de llenado permisible correspondiente al propano.

El manómetro debe ser de tipo bourdon, para un rango de 0 a 2.06 MPa (0 a 21 kgf/cm²) y la medida nominal de su carátula no debe ser menor de 50.8 mm.

d) Termómetro.

El termómetro debe estar en un tubo ciego (termopozo) inclinado que permita el llenado con un líquido adecuado para la medición de la temperatura. La colocación de este termopozo debe ser a una altura no mayor del centro del diámetro del recipiente.

e) Válvulas de exceso de flujo y no retroceso.

Todas las aberturas que tenga el recipiente para la conexión de accesorios deben estar provistas de válvulas de exceso de flujo o de no retroceso, excepto en las conexiones para válvulas de relevo de presión, indicadores de nivel, válvulas de máximo llenado, manómetros, así como válvula interna y válvula de llenado, en su caso. El tubo ciego para termómetro (termopozo) no se considera abertura.

Todas aquellas aberturas que lleven instalada una válvula de exceso de flujo deben de indicar con caracteres indelebles, que serán las iniciales L o V, si están conectadas a la zona de líquido o de vapores dentro del recipiente.

Las válvulas de exceso de flujo y de no retroceso deben cumplir con lo establecido en la NMX-X-013-SCFI-2005.

f) Válvula de llenado.

El recipiente del autotank debe contar con una válvula de llenado con rosca de 82.55 mm x 6 ACME para el acoplamiento de llenado.

g) Protección de accesorios.

Todos los accesorios del recipiente deben estar protegidos contra daños que pudieran sufrir debido a colisión, volcaduras o cualquier otra emergencia que sufra el vehículo de transporte, ya sea que los accesorios se instalen en forma embutida, por medio de escotaduras apropiadas o, si esto no es posible, por medio de protectores metálicos adecuadamente reforzados de acuerdo con la capacidad del recipiente.

h) Válvula interna.

El recipiente de un autotank debe contar con una válvula interna colocada en la boquilla de descarga de Gas L.P. en estado líquido.

i) Entrada pasa-hombre.

Todos los recipientes materia de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana deben contar con entrada pasa-hombre de diámetro mínimo de 0.38 m.

La distancia mínima de la abertura de la entrada pasa-hombre a cualquier cordón de soldadura debe ser de 30 mm. Si fuera necesario hacer esta abertura sobre las costuras, debe radiografiarse una longitud equivalente a tres veces su diámetro, medida a partir del centro de la misma. Las aberturas que llevan refuerzo pueden localizarse sobre las costuras sin ser necesario el radiografiado.

j) Rompeolas.

Todo recipiente para transporte de Gas L.P. debe estar dotado de un número suficiente de rompeolas del tipo adecuado para evitar golpes de ariete del líquido sobre la pared interna del recipiente cuando el vehículo se encuentre en movimiento o esté sujeto a desaceleraciones repentinas.

k) Métodos de sujeción.

El recipiente debe ser instalado sobre una placa de asiento, de tal forma que pueda sujetarse adecuadamente al vehículo de transporte de Gas L.P., para evitar que sufra desplazamientos durante su movimiento.

Todas las partes que se sujeten al recipiente deben soldarse o atornillarse a una placa de asiento y en ningún caso debe soldarse directamente al recipiente refuerzo o accesorio alguno después de efectuar el relevado de esfuerzos.

Estas placas de asiento deben tener un espesor mínimo de 6.35 mm, debiendo extenderse por lo menos cuatro veces su espesor en cualquier dirección, soldándose en toda la periferia.

6. Especificaciones para los recipientes Tipo E**6.1 Especificaciones de diseño****Requisitos generales**

Los recipientes esféricos Tipo E a que se refiere este Proyecto de Norma Oficial Mexicana deben cumplir con los requisitos aplicables establecidos en la misma.

6.1.1 Material.

6.1.1.1 La placa del recipiente de la superficie sujeta a presión utilizada para su fabricación debe cumplir con las propiedades de cualquiera de los materiales, establecidos en la Tabla 9.

6.1.1.2 El Esfuerzo Máximo Permisible del Material (S), deberá ser determinado por cualquiera de los métodos siguientes:

6.1.1.2.1 Método analítico.

Es el cálculo del valor del esfuerzo para materiales no cubiertos en las tablas del numeral 11 de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana, debe ser el resultado de la aplicación de los factores de seguridad que siguen:

Para materiales con valores de resistencia especificados a temperaturas elevadas:

a) Hasta e incluyendo 323.15 K (50°C)

$$S = \frac{S_y}{1.5} \quad \text{o bien} \quad S = \frac{S_u}{2.35}$$

Se utiliza el valor que sea menor.

b) Para temperaturas de 423.15 K (150°C) y mayores y para aquellos materiales cuyo valor de S_y (T), a temperaturas elevadas, se desconoce; se aplica lo siguiente:

$$S = \frac{S_y(T)}{1.6} \quad \text{o bien} \quad S = \frac{S_u}{2.35}$$

Se utiliza el valor que sea menor.

Donde:

S_y = Es el mínimo valor especificado del punto de cedencia del material analizado, a la temperatura de laboratorio.

$S_y(T)$ = Corresponde al valor mínimo del punto de cedencia para el material analizado; a la temperatura (T) especificada.

S_u = Es la Resistencia Mínima a la tensión para el material analizado, a la temperatura de laboratorio.

Entre 323.15 y 423.15 K (50° y 150°C), el valor de (S) estará basado en una interpolación lineal entre los valores obtenidos en (a) y (b).

6.1.1.2.2 Método de selección directa.

Es la determinación del valor del esfuerzo mínimo permisible (S), para materiales cubiertos en las Tablas 9, 11 y 12 de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana, mediante selección del valor de esfuerzo mostrado en la Tabla 10 para la temperatura especificada en dicha Tabla.

6.1.2 Esfuerzo permisible

El esfuerzo permisible de diseño a utilizar no será afectado por un factor de eficiencia dado que todas las juntas del cuerpo de los recipientes Tipo E siempre serán clase "A".

Clase de Juntas, de acuerdo a lo señalado en la Figura 5.

Juntas Clase "A" Estas juntas serán examinadas 100% con pruebas no destructivas, las cuales pueden ser Radiografía o Ultrasonidos. Se definen como tal las siguientes: Todas las juntas soldadas del cuerpo esférico ya sean meridionales, de círculo máximo o paralelas al ecuador. Así mismo, las juntas de cuello con brida tipo cuello soldable, juntas del cuello cuando éste sea fabricado de placa.

Juntas Clase "B" Estas juntas serán examinadas en toda su longitud, con líquidos penetrantes o partículas magnéticas en su paso de raíz y en el último paso. Se definen como tal las siguientes: Juntas del cuello de boquilla al cuerpo esférico (sean con o sin refuerzo); Juntas de accesorios como coples, o insertos soldables a cuerpo esférico; Juntas de cuello a brida tipo deslizante o tipo inserto; Juntas de las columnas de soporte al cuerpo esférico.

Juntas Clase "C" Estas juntas serán examinadas por inspección visual solamente. Se definen como tales las soldaduras de partes no a presión con el cuerpo esférico; como clips, y soportes de tubería, así como las juntas soldadas de partes no a presión entre sí.

6.1.3 El material a usar en las bridas forjadas de boquillas será el mostrado en la Tabla 10. Su selección estará basada en la temperatura de diseño.

6.1.4 El material que se utilizará para los cuellos de boquilla con diámetros menores a 610 mm serán de tubo sin costura como los mostrados en la Tabla 11; Seleccionándolo de acuerdo a la temperatura de diseño. Los cuellos de boquilla de diámetro 610 mm y mayores puede ser fabricados del mismo material que el cuerpo.

6.1.5 El material utilizado en las partes del recipiente no sujetas a presión puede ser acero estructural, siempre que no estén soldadas al cuerpo.

6.1.6 Espesor mínimo.

Es el calculado con las fórmulas del numeral 6.1 de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana, sin considerar el efecto de cargas externas ni compensación por corrosión.

6.1.6.2 Cálculo del espesor de pared mínimo.

El espesor de pared mínimo del cuerpo de los recipientes Tipo E, considerando únicamente la presión interna a la que está sujeto (sin estimar fuerzas o cargas externas o compensación por corrosión) debe ser calculado con las fórmulas siguientes:

a) En función del Diámetro interior:

$$t = \frac{PD_i}{4S - 1.2P}$$

Donde: (Las unidades usadas deben ser consistentes)

t = Espesor de Pared Mínimo.

P = Presión Interna de Diseño

S = Esfuerzo Máximo Permissible del material

Di = Diámetro interior del recipiente

b) En función del Diámetro exterior:

$$t = \frac{PDe}{4S - 0.8P}$$

Donde:

De = Diámetro exterior del recipiente.

6.1.6.3 Presión externa.

El cuerpo esférico sujeto a una presión externa, como la presión atmosférica, en ningún caso tendrá un espesor inferior al calculado para presión interna.

Esta presión externa es particularmente importante en las esferas auto-refrigeradas que operan a una temperatura más baja que la ambiente y para las cuales se determinará la "Presión Externa Permisible". Usando en primera instancia el espesor calculado para presión interna sin incluir ninguna previsión por corrosión, en el caso de que el resultado sea menor a 101.325 kPa (1.003 kgf/cm² absolutos; 1.04 kgf/cm²)

6.1.6.4 Verificación del espesor de pared del cuerpo.

El espesor del cuerpo esférico no será menor que el obtenido con el siguiente procedimiento:

- a)** Asumir un valor para (t) y calcular P_{yv} .

$$P_{yv} = 2 (c \times S \times t) / R$$

Donde:

P_{yv} = Es la presión a la cual los esfuerzos de membrana del cuerpo esférico alcanza el punto de cedencia del material

c = Factor relativo al punto de cedencia efectivo del material, para los materiales cubiertos por las tablas de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana (c =1.4)

S = Esfuerzo permisible de diseño del material del cuerpo.

t = Espesor del cuerpo esférico bajo análisis.

R = Radio medio de la esfera.

- b)** Calcular P_e como sigue: (usando el mismo valor de (t) asumido para el cálculo anterior).

$$P_e = 1.21 (E \times t^2) / R^2$$

Donde:

P_e = Presión de inestabilidad elástica requerida para colapsar el cuerpo esférico.

E = Módulo de elasticidad del material considerado.

- c)** Calcular $K = P_e / P_{yv}$ y determinar la variable Dt de la curva dada en la Figura 6

- d)** Calcular la Presión Externa Permisible (P_x). Si este valor es menor que el requerido, el valor asumido de (t) deberá incrementarse hasta que se obtenga el valor de (P_x) requerido ya sea de Vacío Total o Vacío Parcial.

$$P_x = Dt \times P_{yv}$$

- e)** Este procedimiento es aplicable solo si la esfera se acerca a un cuerpo esférico perfecto dentro del 1% del radio, y en la cual el radio de curvatura; medido sobre un arco de $2.4 [(R_{max}) \times t]^{1/2}$ no excede del valor nominal por más del 30% del radio teórico medio.

El valor mayor de (t) obtenido por cualquiera de los métodos indicados en los incisos 6.1.6.2 y 6.1.6.3 será el espesor "mínimo calculado", al cual se le debe adicionar tanto el espesor previsto para corrosión, como el sobre-espesor por adelgazamiento por maquinado. Dicho valor será el espesor de pared para la fabricación del recipiente Tipo E.

6.1.7 Boquillas para la colocación de los accesorios de operación, control, medición y seguridad.

Los accesorios de operación, control, medición y seguridad, pueden ser suministrados o no, por el fabricante del recipiente.

Los recipientes deben estar provistos de boquillas para la colocación de los accesorios y las válvulas de relevo de presión que requiera el recipiente, según se establece a continuación:

6.1.7.1 Operación.

- Carga/descarga
- Pasa-hombre
- Retorno de vapores
- Interruptor de máximo y mínimo llenado.
- Drenado

6.1.7.2 Medición

- Indicador de presión
- Indicador / transmisor de nivel
- Indicador de temperatura

6.1.7.3 Seguridad.

- Válvulas de relevo de presión.

Los recipientes Tipo E deben ser provistos de boquillas para la colocación de válvulas de relevo de presión. La presión de apertura de estas válvulas debe ser como mínimo la presión de diseño y para su calibración se acepta una variación de 10% arriba de dicho valor. La presión de cierre debe ser la presión de inicio de apertura, aceptándose una variación de 10% abajo de dicho valor.

Para efectos de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana se consideran las propiedades del Propano puro en condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente máxima, que siempre serán más críticas que para cualquier otra mezcla de gas L.P., la capacidad mínima de descarga de la válvula o conjunto de válvulas de alivio de presión requeridas debe calcularse mediante la fórmula siguiente:

$$Q = 10.6582 \times (S)^{0.82}$$

Donde:

Q = Capacidad de descarga requerida, en m³/min de aire en condiciones estándar (288.75 K (15.6°C) y 101.325 kPa absolutos (1.003 kgf/cm² absolutos))

S = Superficie Exterior del Recipiente en m²

Cálculo del caudal másico mínimo requerido, mediante la siguiente fórmula:

$$W = 25.375 \times Q$$

Donde:

W = Caudal másico convertido a Propano en kg/h

Puede calcularse el Caudal Másico para el caso de fuego en la parte inferior del recipiente, empleando un método alternativo y se usará el de mayor valor.

Con lo anterior se calcula el área del orificio mínimo requerido, la cual puede ser alcanzada con una o más boquillas, de acuerdo a lo siguiente:

$$A_o = [W / (C \times P_a)] \times \sqrt{(Z \times T / M)}$$

Donde:

A_o = Área de alivio de presión en cm²

C = Relación de Calores Específicos (C_p / C_v) p/ Propano = 330 (Adimensional)

P_a = Presión de Apertura = Presión de Diseño en kPa x 0.010197

Z = Factor de Compresibilidad p/ Propano = 0.982 (Adimensional)

T = Temperatura de Apertura en K = Temperatura de Diseño en °C + 273.15

M = Peso Molecular del Propano = 44.097 (Adimensional)

6.1.7.4 Los materiales utilizados para las boquillas deben cumplir con lo especificado en las Tablas 11 y 12.

6.1.7.5 Para el dimensionado, número de pernos, acabados y determinación del rango de presión de las bridas de conexión aquí mencionadas podrá utilizarse la normatividad regional aplicable.

6.1.7.6 Los materiales utilizados para la tornillería de bridas deben cumplir con lo especificado en las Tablas 13 y 14.

6.1.7.7 Aberturas para boquillas.

6.1.7.7.1 Forma.

Las aberturas en el cuerpo del Recipiente Tipo E deben ser de formas circulares o elípticas.

6.1.7.7.2 Espesor de boquillas.

- a) El espesor de pared de una boquilla soldada a una abertura del recipiente no será menor al calculado con las siguientes fórmulas, sin considerar cualquier compensación por corrosión:

$$t_b = \frac{PD_i}{2S - P}$$

O bien:

$$t_b = \frac{PDe}{2S + P}$$

Donde: (Las unidades usadas deben ser consistentes)

t_b = Espesor de Pared Mínimo.

P = Presión Interna de Diseño

S = Esfuerzo Máximo Permisible del Material

D_i = Diámetro Interior de la Boquilla

- b) El cuello de la boquilla puede ser fabricado de placa del mismo material con que se fabrica el cuerpo esférico. En caso de usar tubo, la pared deberá incrementarse un 12.5% del espesor calculado considerando además la compensación por corrosión. El material del tubo será de acuerdo al mostrado en la Tabla 11.

6.1.7.7.3 Refuerzos en aberturas.

Una abertura en la pared del Recipiente Tipo E no requiere refuerzo si su diámetro no excede de:

- a) 89 mm en cuerpos con espesor de pared de hasta 13 mm
b) 61 mm en cuerpos con espesores de pared mayores a 13 mm

El detalle de unión de la boquilla al cuerpo esférico estará de acuerdo a lo indicado en la Figura 7.

Toda abertura que exceda estos valores de diámetro se deben reforzar de manera tal que el área transversal del refuerzo no sea menor al producto del diámetro de la abertura por el espesor de pared del cuerpo. Para el caso de aberturas elípticas el área se calcula igual usando los diámetros mayor y menor. El espesor del refuerzo en ningún caso será menor al del cuerpo, ni mayor a 1.25 veces el mismo. El detalle de unión de la boquilla al cuerpo se hará de acuerdo a lo mostrado en la Figura 8.

6.1.7.7.4 La distancia desde la soldadura perimetral del parche de refuerzo a la soldadura perimetral de otro refuerzo no será menor a 4 veces el espesor del cuerpo. Del mismo modo, la distancia de la soldadura perimetral del parche de refuerzo a una junta del cuerpo será no menor a 4 veces el espesor del cuerpo o 100 mm. El que sea mayor; excepto que, cuando sea impráctico y la junta coincida con el parche o con el cuello de la boquilla, dicha junta será radiografiada o examinada por ultrasonido en una extensión de al menos una y media veces el diámetro a cada lado de la boquilla antes de colocar boquilla y parche, con el objeto de registrar la integridad de la junta antes de obstruirla o cortarla.

6.1.7.7.5 Las Placas de Refuerzo estarán dotadas de un agujero roscado de 6 mm de diámetro pasado de lado a lado, para conducir una prueba neumática a través de él a una presión de 1.0 MPa (10.22 kgf/cm²) o a la presión de diseño, la que sea menor; inspeccionando con jabonadura las soldaduras exteriores e interiores con el fin de detectar fugas, la prueba se realizará después de la inspección con líquidos penetrantes o partículas magnéticas.

6.1.8 Entrada pasa-hombre.

Los recipientes deben tener al menos una entrada pasahombre, con un diámetro de 610 mm como mínimo. La tapa ciega estará dotada de pescante si la entrada está en la parte superior o bisagra si es inferior, así mismo contará con asa en ambos casos.

6.1.9 Estructura de soporte.

Esta consiste de columnas cilíndricas y elementos de contraviento que dan rigidez a la estructuración y ambos elementos soportan al recipiente.

6.1.9.1 Diseño

Esta será diseñada de acuerdo al sitio donde se ubica el recipiente, en lo referente a zona sísmica, tipo de suelo y velocidad de viento, utilizando para estos parámetros, lo indicado en el Capítulo C.1.3 Diseño por Sismo y Capítulo C.1.4 Diseño por Viento, del Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad.

6.2 Especificaciones de fabricación.

Requisitos generales

Los recipientes a que se refiere el numeral 6 deben cumplir con los requisitos aplicables establecidos en este Proyecto de Norma Oficial Mexicana.

6.2.1 Conformación.

Las placas para la fabricación del cuerpo del recipiente deben ser conformadas empleando un proceso de formado que no afecte las propiedades físicas del material.

6.2.1.1 Tolerancias por conformado.

En cada gajo del cuerpo esférico del recipiente, la tolerancia máxima permitida será de una dimensión que cumpla con lo establecido en el inciso e) del numeral 6.1.6.4, donde el radio de curvatura medido sobre un arco de $2.4 [(R_{\max}) \times t]^{1/2}$ no excede del valor nominal por más del 30% del radio teórico medio.

6.2.1.2 Tolerancia por falta de redondez.

En recipientes esféricos terminados, la diferencia entre el diámetro máximo y el mínimo de cualquier sección transversal no debe exceder del 1% del diámetro nominal de ésta.

6.2.2 Juntas soldadas.

6.2.2.1 Tolerancia en la alineación de juntas soldadas a tope.

El desnivel permitido entre los bordes de las placas soldadas a tope no debe exceder lo indicado en la Tabla 6.

6.2.2.2 Proceso.

Los procesos de soldadura utilizados en la fabricación de recipientes deben ser de fusión por arco eléctrico metálico o con protección de gas.

6.2.2.2.1 Tipos

Los tipos de juntas soldadas permitidas para el cuerpo del recipiente deben ser a tope con penetración y fusión completas.

6.2.2.3 Preparación.

Las superficies que van a ser soldadas deben estar limpias de óxidos y materias extrañas, tales como escamas, polvo, escoria, grasas y pinturas. Cuando el metal de aporte se va a depositar sobre una superficie que haya sido previamente soldada, se debe remover la escoria para evitar la inclusión de impurezas en la soldadura. La forma y dimensiones de los extremos de las placas que se van a soldar deben permitir una fusión y penetración completas. Las placas con espesor mayor de 13 mm deben tener bisel a un ángulo que garantice la penetración total del material de aporte.

6.2.2.4 Acabado de juntas.

El acabado de los cordones de soldadura debe ser uniforme, de tal manera que permita la interpretación correcta del examen radiográfico.

En las juntas a tope, el material de aporte debe llenar completamente la acanaladura y sobresalir del nivel de las placas que se unen, como refuerzo de la soldadura. El espesor de este refuerzo no debe exceder de 4 mm.

6.2.2.5 Calificación de Procedimientos de Soldadura.

Debe efectuarse conforme al numeral 5.2.5

6.2.2.6 Examen radiográfico de juntas soldadas.

Debe efectuarse conforme al numeral 5.2.6

6.2.3 Acceso

El recipiente esférico debe tener escalera y plataforma con barandal para acceso a los instrumentos de medición, control y seguridad.

7. Requisitos específicos

7.1 Relevado de esfuerzos.

7.1.1 Relevado de esfuerzos para Recipientes Tipo D

Al concluir la fabricación de un Recipiente Tipo D, éste se debe sujetar a un tratamiento térmico a fin de eliminar esfuerzos residuales.

7.1.1.1 Después de efectuarse el examen radiográfico, estos recipientes deben someterse a un tratamiento térmico y realizarse posteriormente la prueba hidrostática.

7.1.1.2 Antes de iniciar el tratamiento térmico, el recipiente debe de haber sido soldado al 100%, incluyendo boquillas, coples, placas de asiento y entrada pasahombre. Con posterioridad a este tratamiento, sólo pueden soldarse elementos a la placa del asiento o puntearse con puntos chicos y separados láminas delgadas como carrocerías, excepto cuando se estipule lo contrario para el material empleado en la fabricación del recipiente.

7.1.1.3 La temperatura y el tiempo que deben regir en el tratamiento térmico de relevado de esfuerzos deben ser siempre para el espesor más grueso que haya sido empleado en partes sujetas a presión en el recipiente, tomando por ejemplo:

- a) El espesor de las bridas, si éstas se sueldan al recipiente directamente, tanto en el cuerpo como en las cabezas.
- b) El espesor del cuello de la boquilla o brida.
- c) El espesor combinado del cuerpo y el refuerzo necesario para aberturas de más de 89.0 mm.

7.1.1.4 Requisitos para el tratamiento térmico.

El tratamiento térmico se debe aplicar a los recipientes de acuerdo con lo establecido en la Tabla 15 y con los requisitos siguientes:

- a) Al ser colocado el recipiente en el horno, la temperatura de éste debe ser como máximo de 700.15 K (427°C).
- b) Por encima de 700.15 K (427°C), la velocidad de calentamiento no debe ser mayor de 5 480.15 K (5207°C), por hora, divididos entre el espesor máximo de la placa del cuerpo o cabezas en mm, pero en ningún caso debe ser mayor de 478.15 K (205°C) por hora. Durante el periodo de calentamiento, la variación de temperatura no debe ser mayor de 413.15 K (140°C), en un intervalo de longitud del recipiente de 5 m.
- c) Para el control de esta temperatura, el horno debe contar con termopares de contacto, punteados al recipiente con puntos de soldadura fáciles de ser removidos por un golpe (no se permite usar para este fin soplete, torcha, etc.) o termopares ambientales.
- d) El horno debe contar con un registrador de temperatura, mediante el cual se debe imprimir en una gráfica el ciclo calentamiento-enfriamiento y las variaciones de temperatura que no deben sobrepasar las indicadas en los incisos a) y b).
- e) El fabricante debe de anotar en la gráfica la orden de trabajo o número de serie del recipiente y conservarla por un periodo no menor de cinco años.

7.1.1.5 El horno debe ser de un diseño tal que se impida el contacto directo de la flama con el recipiente.

7.1.1.6 Por encima de 300.15 K (27°C), el enfriamiento debe hacerse en un horno cerrado o en una cámara de enfriamiento cerrada, a una velocidad no mayor de 7 334.15 K (7 061°C) por hora, divididos entre el espesor máximo de la placa del cuerpo o cabezas en mm, pero en ningún caso debe ser mayor de 551.15 K (278°C) por hora. A partir de 700.15 K (427°C), el recipiente debe ser enfriado en atmósfera tranquila.

7.1.1.7 Si después del tratamiento térmico, los recipientes fueron sujetos a reparación o alteración de sus soldaduras o se soldaron partes directamente al cuerpo o cabezas, éstos deben ser nuevamente tratados térmicamente.

7.1.1.8 Se permite efectuar el tratamiento térmico a una temperatura más baja por periodos más largos de tiempo, de acuerdo a lo indicado en la Tabla 16.

El tiempo mínimo no puede ser en ningún caso menor de 15 min.

7.1.2 Relevado de esfuerzos para Recipientes Tipo E.

Se debe realizar este tratamiento al cuerpo del recipiente, en su totalidad, cuando el espesor nominal de la pared de cualquier parte del cuerpo sea mayor a 35 mm, de la siguiente manera:

7.1.2.1 Para todos los materiales contemplados en la Tabla 9, se eleva la temperatura del recipiente hasta 873.15 ± 50 K (600 ± 50 °C), la cual debe mantenerse durante 30 min por cada 25 mm de espesor nominal.

7.1.2.2 El rango de calentamiento / enfriamiento del relevado de esfuerzos será de acuerdo a lo siguiente:

- 5 773.15 K/h (5 500 °C/h), dividido entre el espesor de pared nominal (en mm) y en ningún caso será mayor a 150 K/h (150 °C/h).
- Abajo de 673.15 K (400°C) el recipiente puede ser enfriado al aire quieto.

7.1.2.3 Para espesores de 35 mm y menores, el relevado de esfuerzos solo se realizará a las placas polares con boquillas y a las placas ecuatoriales donde apoyan las columnas, excepto que si éstas últimas tienen una columna cuyo diámetro permita sean soldadas por ambos lados al cuerpo esférico, es decir tanto interior como exterior de la columna, estarán exentas del relevado de esfuerzos.

7.1.2.4 En ambos casos el relevado de esfuerzos deberá ser graficado y dichos registros deben conservarse por tres años como mínimo. Para la medición y graficado de temperatura se deben colocar termopares fijos al cuerpo del recipiente y distribuidos de tal manera que la distancia entre uno y otro no exceda 4.5 m.

En ningún caso la flama debe impactar directamente sobre la pared del recipiente.

7.1.2.5 Después de realizar el relevado de esfuerzos no es aceptable ninguna soldadura de producción, excepto reparaciones menores de soldadura de filete con espesor no mayor a 12 mm y aplicando un precalentamiento de 373.15 K (100°C).

7.2 Prueba hidrostática.

Al terminar la fabricación de cada recipiente de los Tipos A, B, C y D, se le debe someter a una prueba hidrostática conforme al numeral 8.1.1.

Al terminar la fabricación de cada recipiente Tipo E y antes de aplicar cualquier pintura, se le debe someter a una prueba hidrostática de presión, conforme al numeral 8.1.2.

7.3 Prueba neumática.

Los recipientes Tipos B, C y D, con sus válvulas instaladas deben someterse a una prueba neumática conforme al numeral 8.2.

7.4 Acabado

7.4.1 Los recipientes Tipo A deben presentar una superficie uniforme, exenta de abolladuras, pliegues, grietas, cavidades, incisiones, ranuras o rebabas, tanto interior como exteriormente y además deben ser pintados con una pintura anticorrosiva.

7.4.2 Los recipientes Tipo B deben presentar una superficie uniforme, exenta de abolladuras, pliegues, grietas o rebabas y cubrirse de color blanco en su superficie exterior con una capa de recubrimiento anticorrosivo (pintura) en polvo horneable o a través de un primario y acabado o únicamente con recubrimiento que no requiera primario. Dicho recubrimiento debe proporcionar una resistencia mínima a la corrosión de 350 horas en cámara de niebla salina, con un espesor mínimo de 50 micrómetros.

7.4.3 Los recipientes Tipo C deben presentar una superficie uniforme, exenta de abolladuras, pliegues, grietas o rebabas y deben cubrirse de color blanco en su superficie exterior con una capa de recubrimiento anticorrosivo (pintura) en polvo horneable. Dicho recubrimiento debe proporcionar una resistencia mínima a la corrosión de 350 horas en cámara de niebla salina, con un espesor mínimo de 50 micrómetros.

7.4.4 Los recipientes Tipo D deben presentar una superficie uniforme, exenta de abolladuras, pliegues, grietas o rebabas, tanto interior como exteriormente. Además, deben ser pintados con un recubrimiento anticorrosivo y terminado en esmalte automotivo.

7.4.5 Los recipientes Tipo E deben presentar una superficie uniforme y tener un sistema de protección anticorrosivo seleccionado y diseñado de acuerdo a las condiciones ambientales del sitio donde se ubique el recipiente.

7.5 Líneas de interconexión de fase líquida y vapor.

En el caso de los recipientes Tipo C que cuenten con líneas de interconexión de fase líquida y vapor entre dos o más recipientes, éstas deben ser como mínimo de acero cédula 40, soldadas a los recipientes.

8. Métodos de prueba

8.1 Prueba hidrostática.

8.1.1 Los recipientes Tipos A, B, C y D deben someterse a una presión hidrostática de 1.3 veces su presión de diseño, como mínimo, la cual en ningún caso debe exceder el 90% del esfuerzo límite de cedencia del material. Esta prueba debe efectuarse al 100% de los recipientes.

8.1.1.1 Aparatos y equipos.

- a)** Dispositivo hidráulico que proporcione una presión de 2.23 MPa (22.79 kgf/cm²) como mínimo.

- b) Medidor indicador de presión analógico de carátula (manómetro), el cual debe estar graduado para un alcance de entre 1.5 veces y 4 veces la presión de prueba máxima. Pueden emplearse medidores de presión de lectura digital que tengan un alcance más amplio, siempre y cuando las lecturas den el mismo o mayor grado de exactitud que el obtenido con medidores de presión analógicos de carátula.

8.1.1.2 Procedimiento.

Una vez que el recipiente ha sido llenado completamente con agua, debe elevarse la presión hidrostática a por lo menos 1.3 veces la presión de diseño, durante el tiempo necesario para inspeccionar si existen fugas en el material base o en las juntas soldadas.

8.1.1.3 Resultado.

El recipiente no debe presentar fugas, defectos en el material base ni deformaciones permanentes.

8.1.2 Los recipientes Tipo E deben someterse a una prueba hidrostática de presión, observando las siguientes condiciones:

- a) Se aplicará la presión de prueba determinada de acuerdo con este numeral.
- b) Como medio para la presurización debe usarse agua dulce.
- c) Para evitar poner en riesgo el recipiente, es recomendable que la temperatura del agua durante la prueba no sea menor a 280.15 K (7° C). Sin embargo si se espera que la temperatura del agua esté por debajo de esto, pueden ser necesarias precauciones especiales para evitar estos riesgos.
- d) El recipiente y sus conexiones serán apropiadamente venteadas antes de que la presión de prueba sea aplicada, para prevenir la formación de bolsas de aire.

La Presión de prueba hidrostática mínima (Pt) se calculará aplicando la fórmula siguiente:

$$P_t = 1.25 [P \times (S_t / S_m) \times (t / (t - c))]$$

Donde: (Las unidades de medida serán congruentes)

P = Presión de Diseño.

S_t = Esfuerzo de Diseño del Material determinado a la temperatura de prueba.

S_m = Esfuerzo de Diseño del Material determinado a la temperatura nominal de diseño.

t = Espesor nominal de la sección del recipiente bajo consideración.

c = Tolerancia por corrosión.

La Presión de prueba aplicada, incluirá la porción de la columna estática actuando sobre el punto bajo consideración.

Se hará una verificación del esfuerzo de membrana actuando durante la prueba de presión de tal manera que éste no exceda el 90% del esfuerzo de cedencia del material a la temperatura de prueba. En dicha verificación se usará el espesor nominal (nuevo y frío) del punto bajo consideración.

Esta prueba debe efectuarse al 100% de los recipientes.

8.1.2.1 Aparatos y equipos.

- a) Dispositivo hidráulico que proporcione una presión mayor que la presión de prueba hidrostática mínima (Pt), al menos en un 10%.
- b) Manómetro, el cual debe estar graduado para un alcance de entre 1.5 veces y 2 veces la presión de prueba hidrostática mínima. Pueden emplearse medidores de presión de lectura digital siempre y cuando las lecturas que proporcione sean similares o de mayor grado de exactitud.

8.1.2.3 Procedimiento.

Una vez que el recipiente ha sido llenado completamente con agua, debe elevarse la presión a por lo menos la presión de prueba hidrostática (Pt), durante el tiempo necesario para inspeccionar si existen fugas en el material base o en las juntas soldadas.

8.1.2.4 Resultado.

El recipiente no debe presentar fugas, defectos en el material base ni deformaciones permanentes (elásticas).

Se debe elaborar un registro de presión contra tiempo, aplicados durante la prueba.

8.2 Prueba neumática.

Los recipientes Tipos B, C y D con sus válvulas instaladas deben someterse a una presión neumática de 0.686 MPa (7 kgf/cm²), como mínimo. Esta prueba debe efectuarse al 100% de los recipientes.

8.2.1 Aparatos y equipos.

- a) Compresor.
- b) Medidor indicador de presión analógico de carátula (manómetro), graduado conforme a lo indicado en el numeral 8.1.2.1, inciso b).

8.2.2 Procedimiento.

Se elimina completamente el agua y cualquier materia extraña que pudiera contener el recipiente, se instalan todos sus accesorios de control y seguridad, se aplica una presión neumática mínima de 0.686 MPa (7 kgf/cm²) y se coloca jabonadura en todas las conexiones y accesorios, verificando que no existan fugas. Esta prueba puede realizarse sumergiendo el recipiente en agua.

8.2.3 Resultado.

El recipiente no debe presentar fugas en las juntas soldadas ni en los accesorios instalados.

9. Marcado**9.1 Placa de datos.**

Todos los recipientes a que se refiere el presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana deben llevar colocada en un lugar visible una placa descriptiva metálica soldada en todo su perímetro, con caracteres grabados claramente en relieve e indelebles, especificando el tipo de recipiente conforme al numeral 4, y que ostente al menos los datos conforme a los numerales 9.1.1 y 9.1.2 según sea el caso. En el caso de los recipientes Tipos A, B, C y D, se permite el estampado en alto o bajo relieve en cualquier sección del recipiente, siempre y cuando se conserve el espesor de pared mínimo:

9.1.1 Recipientes Tipos A, B, C y D

- a) NOM-009-SESH-2010.
- b) Recipiente Tipo A, B1, B2, C1, C2, C3 o D, según corresponda.
- c) Nombre y domicilio del fabricante.
- d) Capacidad nominal, en litros de agua.
- e) Presión de diseño, en MPa (kgf/cm²).
- f) Tara, en kg.
- g) Diámetro exterior o interior, en cm.
- h) Longitud total, en cm.
- i) Espesor nominal de la placa correspondiente al cuerpo, en mm.
- j) Espesor nominal de la placa correspondiente a las cabezas, en mm.
- k) Fecha de fabricación (mes y año).
- l) Indicar si fue o no radiografiado.
- m) Número de serie de fabricación.
- n) Material del cuerpo.
- o) Material de las cabezas.
- p) La leyenda: "ESTE RECIPIENTE NO DEBE SUJETARSE A CALENTAMIENTO POR MEDIOS ARTIFICIALES"
- q) La leyenda: "ESTE RECIPIENTE DEBE CONTENER GAS L.P."
- r) La leyenda: "HECHO EN MEXICO" o la designación en español del país de origen.
- s) Forma de las cabezas.

9.1.2 Recipientes Tipo E

- a) NOM-009-SESH-2010 Recipiente Tipo E
- b) Nombre del fabricante y del ensamblador

- c) Capacidad nominal en m^3
- d) Presión interna de diseño, en MPa (kgf/cm^2)
- e) Presión externa de diseño, en MPa (kgf/cm^2)
- f) Temperatura de diseño, en K ($^{\circ}C$)
- g) Masa del recipiente, en kg
- h) Diámetro interior, en m
- i) Espesor mínimo del cuerpo, en mm
- j) Fecha de prueba hidrostática
- k) Radiografiado 100%
- l) Número de serie
- m) Material del cuerpo del recipiente
- n) Relevado de esfuerzos: _____ Parcial _____ Total
- o) La leyenda: "ESTE RECIPIENTE NO DEBE SUJETARSE A CALENTAMIENTO POR MEDIOS ARTIFICIALES"
- p) La leyenda: "ESTE RECIPIENTE DEBE CONTENER GAS L.P."
- q) Forma del recipiente: Esférica

9.1.3

No se permiten abreviaturas en las leyendas, con excepción de las unidades de medida.

10. Procedimiento para la evaluación de la conformidad (PEC)

La evaluación de la conformidad de los recipientes sujetos a la observancia del presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana será realizada en términos de este PEC por la Dirección General de Gas L.P. de la Secretaría de Energía y, en su caso, por organismos de certificación acreditados y aprobados en dicha normatividad, conforme a lo dispuesto por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento.

10.1 Para efectos de este PEC, se entenderá por:

10.1.1 Certificado de la conformidad

Documento mediante el cual la Dirección General de Gas L.P. o el organismo de certificación correspondiente hacen constar que los recipientes nuevos, cumplen con la totalidad de las especificaciones establecidas en este Proyecto de Norma Oficial Mexicana.

10.1.2 Certificado del sistema de gestión de la calidad.

Al documento que otorga un organismo de certificación de sistemas de gestión de la calidad a efecto de hacer constar ante la DGGLP o el organismo de certificación para producto que el sistema de gestión de la calidad del proceso de fabricación del producto objeto de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana contempla procedimientos de verificación.

10.1.3 DGGLP

Dirección General de Gas L. P. de la Secretaría de Energía.

10.1.4 Familia.

Al grupo de recipientes nuevos del mismo tipo, en los que las variantes entre sí son de carácter estético o de apariencia, pero conservan las características de diseño y desempeño y aseguran el cumplimiento con este Proyecto de Norma Oficial Mexicana.

10.1.5 Ley.

A la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

10.1.6 Muestreo de producto.

Al procedimiento mediante el cual se seleccionan los recipientes nuevos, con el fin de someterlos a las pruebas establecidas en este Proyecto de Norma Oficial Mexicana.

10.1.7 Proyecto de Norma Oficial Mexicana.

Al Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-009-SESH-2010.

10.1.8 Organismo de certificación para producto.

A la persona moral acreditada y aprobada conforme a la Ley, que tenga por objeto realizar funciones de certificación de la conformidad con este proyecto de norma oficial mexicana, una vez que sea publicado como norma definitiva, a los recipientes nuevos.

10.1.9 Organismo de certificación de sistemas de gestión de la calidad.

A la persona moral acreditada conforme a la Ley, que tenga por objeto realizar funciones de certificación de sistemas de gestión de la calidad de la línea de producción de los recipientes nuevos tipo no transportable y tenga los procedimientos de seguimiento de conformidad con lo dispuesto en la Ley.

10.1.10 Verificación.

A la comprobación a la que están sujetos los recipientes nuevos que cuentan con un certificado de la conformidad o Certificado del sistema de gestión de la calidad, y en su caso, al sistema de gestión de la calidad, con el objeto de constatar que continúan cumpliendo con el Proyecto de Norma Oficial Mexicana y del que depende la vigencia de dicho certificado. La verificación puede ser de dos tipos: de seguimiento o aleatoria.

10.1.11 Informe de pruebas.

Al documento que emite un laboratorio de pruebas, mediante el cual se presentan los resultados obtenidos en las pruebas realizadas a las muestras recibidas de los recipientes nuevos.

El informe de pruebas tiene una vigencia de noventa días naturales a partir de la fecha de su emisión, para efectos de la solicitud de certificación ante la DGGLP o el organismo de certificación correspondiente.

10.1.12 Laboratorio de pruebas.

Al laboratorio de pruebas acreditado y aprobado en este Proyecto de Norma Oficial Mexicana, conforme lo establece la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

10.1.13 Informe del sistema de gestión de la calidad.

El que emite la DGGLP o un organismo de certificación para producto, a efecto de hacer constar que el sistema de gestión de la calidad del producto que se pretende certificar, incluye y aplica procedimientos para asegurar el cumplimiento con las especificaciones de este proyecto de norma oficial mexicana.

10.1.14 Seguimiento.

Etapas de la verificación que permite comprobar el cumplimiento con el Proyecto de Norma Oficial Mexicana.

10.2 Procedimiento.

Artículo 1. El presente procedimiento es aplicable a todos los recipientes nuevos materia de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana, de fabricación nacional o extranjera, que se pretendan comercializar en el territorio nacional.

Artículo 2. El certificado de la conformidad con este Proyecto de Norma Oficial Mexicana debe obtenerse de la DGGLP o de un organismo de certificación para producto. Los procedimientos para la evaluación de la conformidad establecidos por los organismos de certificación para producto deberán ser aprobados por la DGGLP y cumplir con lo ordenado en este procedimiento.

Artículo 3. Para obtener el certificado de producto o el certificado del sistema de gestión de la calidad, para los aparatos domésticos para cocinar alimentos que utilizan gas L.P. o gas natural, se estará a lo siguiente:

- a) Para obtener el certificado de producto por parte de la DGGLP, el interesado deberá cumplir con los requisitos que establece el Registro Federal de Trámites y Servicios, en lo correspondiente al Trámite SENER-01-021. La información sobre los Laboratorios de Pruebas y Organismos de Certificación puede ser consultada en la página Web de la Secretaría de Energía, vía Internet, en la dirección: www.energia.gob.mx.
- b) Para obtener el certificado de producto por parte de los organismos de certificación, el interesado deberá contactar directamente a dichos organismos.
- c) Para obtener el certificado del sistema de gestión de la calidad, el interesado deberá contactar directamente a los organismos de certificación de sistemas de gestión de la calidad.

Artículo 4. Los certificados de la conformidad son intransferibles y se otorgarán al fabricante nacional, importador o comercializador de los recipientes nuevos materia de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana, que los soliciten, previo cumplimiento de los requisitos a que se refiere el artículo 3 del presente Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad o de los que establezcan los organismos de certificación para producto, y sean aprobados por la DGGLP.

Artículo 5. Para propósitos de certificación, la DGGLP y los organismos de certificación para producto clasificarán a los recipientes tipo no portátil sujetos a presión para contener Gas L.P. materia de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana en familias de productos, a fin de otorgar un certificado de la conformidad por cada familia. Los criterios para la clasificación de los productos en familias establecidos por los organismos de certificación para producto deberán ser aprobados por la DGGLP.

Cualquier controversia que se presente en la clasificación de los productos en familias será resuelta por la DGGLP.

Artículo 6. La vigencia de los certificados de la conformidad será de:

- I. Un año a partir de la fecha de su emisión, para los certificados con verificación y en su caso seguimiento, mediante pruebas periódicas.
- II. Tres años a partir de la fecha de emisión, para los certificados con verificación y en su caso seguimiento, mediante el sistema de gestión de la calidad.

Las vigencias a que se refiere este artículo están sujetas al resultado de la verificación y en su caso del seguimiento correspondiente, en los términos del artículo siguiente.

Artículo 7. Los certificados de la conformidad estarán sujetos a verificaciones de seguimiento y aleatorias por parte de la DGGLP o de los organismos de certificación para producto, mediante inspección visual y documental, así como muestreo y pruebas de producto, si fuera necesario, a fin de constatar el cumplimiento con este Proyecto de Norma Oficial Mexicana. Esta verificación se llevará a cabo en los términos establecidos por la Ley.

Las verificaciones de seguimiento serán realizadas por la DGGLP o el organismo de certificación para producto, según quien haya otorgado el certificado de la conformidad y se programarán de común acuerdo con el titular de dicho certificado. La periodicidad de estas verificaciones será de dos veces al año para la certificación con verificación mediante pruebas periódicas al producto y una vez al año para la certificación con verificación mediante el sistema de calidad de línea de producción.

Las verificaciones aleatorias serán realizadas sólo por la DGGLP, en base a denuncias recibidas o como medida preventiva a posibles violaciones al Proyecto de Norma Oficial Mexicana, pudiendo efectuarse en cualquier momento y sin necesidad de aviso previo.

Los gastos que se originen por las verificaciones serán a cargo del titular del certificado de la conformidad.

En el caso de los recipientes Tipo E, los gastos que se originen por las verificaciones y en su caso seguimientos en actos de evaluación de la conformidad correrán a cargo de la persona a quien se efectúe ésta.

Los seguimientos se efectuarán a los productos que se encuentren en los sitios de fabricación o ensamblaje de los recipientes nuevos Tipo E o en lugares de su comercialización en el territorio nacional.

Los seguimientos para los recipientes Tipo E:

1. Para la certificación con seguimiento mediante pruebas periódicas a producto:

a) Por muestreo a producto, inspección documental y revisión de especificaciones establecidas en este Proyecto de Norma Oficial Mexicana:

Una vez al año.

2. Para la certificación con seguimiento mediante el sistema de gestión de la calidad:

a) Por muestreo a producto y por medio de seguimiento del cumplimiento de las especificaciones referidas a las partes del proceso de fabricación establecidos en este Proyecto de Norma Oficial Mexicana.

b) Mediante la emisión por parte de la DGGLP o del organismo de certificación para producto, de los resultados del informe del sistema de gestión de la calidad. Una vez al año.

Artículo 8. Para fines de certificación y cuando en la verificación se requiera de muestreo y pruebas al producto, para la selección de la muestra se aplicará el siguiente método:

Para los recipientes Tipos A y D

- I. Para cualquiera de las familias de productos materia de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana, la muestra estará constituida por un solo recipiente que se tomará en la fábrica o bodega del fabricante nacional, importador o comerciante.
- II. La muestra seleccionada en la fábrica se podrá tomar de la línea de producción o del área de producto terminado.

Para los recipientes Tipo B

- I. La muestra se tomará en la fábrica o bodega del fabricante nacional, importador o comerciante. La muestra seleccionada en la fábrica podrá tomarse de la línea de producción o del área de producto terminado.
- II. Para los recipientes Tipo B1, la muestra estará constituida por tres productos elegidos al azar del lote disponible al momento del muestreo.
- III. Para los recipientes Tipo B2, la muestra estará constituida por dos productos elegidos al azar del lote disponible al momento del muestreo.

Para los recipientes Tipo C

- I. La muestra se tomará en la fábrica o bodega del fabricante nacional, importador o comerciante. La muestra seleccionada en la fábrica podrá tomarse de la línea de producción o del área de producto terminado.
- II. La muestra estará constituida por tres recipientes elegidos al azar del lote disponible al momento del muestreo.

Artículo 9. Los resultados del informe de pruebas y de las verificaciones que se practiquen a los recipientes nuevos objeto de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana serán tomados en cuenta por la DGGLP o por los organismos de certificación para producto, según se trate, para efectos de suspender, cancelar y/o extender la vigencia del certificado de la conformidad correspondiente.

Artículo 10. En aquellos casos en los que, del resultado del seguimiento de los recipientes nuevos objeto de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana, se determine incumplimiento al Proyecto de Norma Oficial Mexicana o cuando la misma no pueda llevarse a cabo en tres ocasiones sucesivas por causa imputable a la empresa, a quien se pretende dar seguimiento, el organismo de certificación para producto debe dar aviso inmediato al titular del certificado de la conformidad de la suspensión o cancelación del certificado de la conformidad y a la DGGLP en los casos de cancelación de certificados de la conformidad.

Artículo 11. En caso de pérdida o suspensión de la vigencia del certificado de sistema de calidad, el titular del certificado de la conformidad debe dar aviso inmediato a la DGGLP o al organismo de certificación para producto, según corresponda.

En el caso de pérdida del certificado de sistema de calidad, el certificado de la conformidad será suspendido definitivamente a partir de la fecha de terminación de la auditoría realizada por el organismo de certificación para sistemas de calidad. Los organismos de certificación para producto notificarán de inmediato a la DGGLP para los efectos a que hubiere lugar.

En caso de suspensión de la vigencia del certificado de sistema de calidad, el certificado de la conformidad será suspendido por un periodo máximo de sesenta días naturales en el caso de los recipientes Tipo A, B, C y D, en el caso de los recipientes Tipo E, treinta días naturales, a partir de la fecha de terminación de la auditoría realizada por el organismo de certificación para sistemas de calidad. Si dentro del término anteriormente señalado se restablece la vigencia del certificado de sistema de calidad, la vigencia del certificado de la conformidad se restablecerá hasta la fecha para la que originalmente fue otorgado. En caso contrario, dicho certificado será cancelado y los organismos de certificación para producto notificarán de inmediato a la DGGLP para los efectos a que hubiere lugar.

En ambos casos, el titular del certificado de la conformidad cancelado podrá solicitar la modalidad de certificación de la conformidad con verificación mediante pruebas periódicas al producto.

Artículo 12. La vigencia del certificado de la conformidad está sujeta a los cambios en las especificaciones establecidas en este Proyecto de Norma Oficial Mexicana, en estos procedimientos de la evaluación de la conformidad, así como en lo señalado por las disposiciones legales o reglamentarias aplicables que para tal efecto se emitan.

11. Vigilancia

La vigilancia del cumplimiento de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana está a cargo de la Secretaría de Energía, conforme a sus atribuciones.

12. Sanciones

El incumplimiento de lo dispuesto en el presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana será sancionado por la Secretaría de Energía de conformidad con la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento, así como demás disposiciones aplicables.

13. Concordancia con normas internacionales

No es factible establecer concordancia con normas internacionales, por no existir referencia alguna al momento de elaborar el presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana.

14. Bibliografía

Norma Oficial Mexicana NOM-012/1-SEDG-2003, Recipientes a presión para contener Gas L.P., tipo no portátil. Requisitos generales para el diseño y fabricación. DOF. 24-II-2004.

Norma Mexicana NMX-Z-013/1-1977, Guía para la redacción, estructuración y presentación de las Normas Mexicanas. DOF 31-X-1977.

Código ASME, Sección VIII, División I. Reglas para la construcción de recipientes a presión. Edición 2001.

NFPA 58, Standard for the Storage and Handling of Liquefied Petroleum Gases. 2007 Edition.

American Society of Mechanical Engineers (ASME) Section VIII Division 1 "Rules for Construction of Pressure Vessels".

American Society of Mechanical Engineers (ASME) Section VIII Division 2 "Alternative Rules for Construction of Pressure Vessels".

American Society of Mechanical Engineers (ASME) Section II Part A; "Ferrous Material Specification".

American National Standard Institute ANSI B-16-5 "Pipe Flanges and Flanged Fittings".

American Institute of Steel Construction AISC Stresses Design.

British Standards Institution B.S.I PD-5500 "Specification for Unfired Fusion Welded Pressure Vessels".

TRANSITORIOS

PRIMERO.- Este Proyecto de Norma Oficial Mexicana cuando se publique Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los 180 días naturales siguientes después de su publicación.

SEGUNDO.- Este Proyecto de Norma Oficial Mexicana cuando se publique como Norma Oficial Mexicana, a su entrada en vigor cancela y sustituye a las Normas Oficiales Mexicanas NOM-012/1-SEDG-2003 Recipientes a presión para contener Gas L. P., tipo no portátil. Requisitos generales para el diseño y fabricación, NOM-012/2-SEDG-2003 Recipientes a presión para contener Gas L.P., tipo no portátil, destinados a ser colocados a la intemperie en plantas de almacenamiento, estaciones de Gas L. P. para carburación e instalaciones de aprovechamiento. Fabricación, NOM-012/3-SEDG-2003 Recipientes a presión para contener Gas L. P., tipo no portátil, destinados a ser colocados a la intemperie en estaciones de Gas L.P. para carburación e instalaciones de aprovechamiento. Fabricación, NOM-012/4-SEDG-2003, Recipientes a presión para contener Gas L. P., tipo no portátil, para uso como depósito de combustible en motores de combustión interna. Fabricación y NOM-012/5-SEDG-2003 Recipientes a presión para contener Gas L. P., tipo no portátil, destinados a vehículos para el transporte de Gas L. P. Fabricación., publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 20 de febrero de 2004 (NOM-012/1-SEDG-2003), 23 de febrero de 2004 (NOM-012/2-SEDG-2003, NOM-012/3-SEDG-2003), 25 de febrero de 2004 (NOM-012/4-SEDG-2003) y 2 de marzo de 2004 (NOM-012/5-SEDG-2003).

TERCERO.- Los certificados de la conformidad vigentes respecto de la Norma Oficial Mexicana NOM-012/1-SEDG-2003 y de las Normas Oficiales Mexicanas específicas NOM-012/2-SEDG-2003, NOM-012/3-SEDG-2003, NOM-012/4-SEDG-2003 y NOM-012/5-SEDG-2003, otorgados a fabricantes, importadores o comerciantes de recipientes tipo no portátil sujetos a presión para contener Gas L.P., continuarán vigentes hasta que concluya su término.

CUARTO.- Los recipientes fabricados con anterioridad a la entrada en vigor de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana cuando se publique como Norma Oficial Mexicana, deberán cumplir con lo establecido en la norma oficial mexicana vigente en el momento de su fabricación.

México, D.F., a los dieciséis días del mes de julio de dos mil diez.- El Presidente Suplente del Comité Consultivo Nacional de Normalización en Materia de Hidrocarburos, **Gerardo Bazán González.**- Rúbrica.

APENDICE

Figuras y tablas

FIGURA 1

FORMA DE LAS CABEZAS DE LOS RECIPIENTES

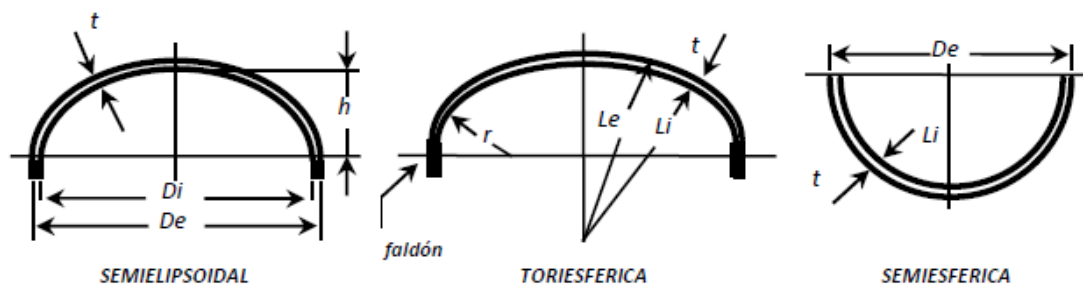


FIGURA 2

ALGUNOS TIPOS PERMITIDOS DE BOQUILLAS SIN REFUERZO

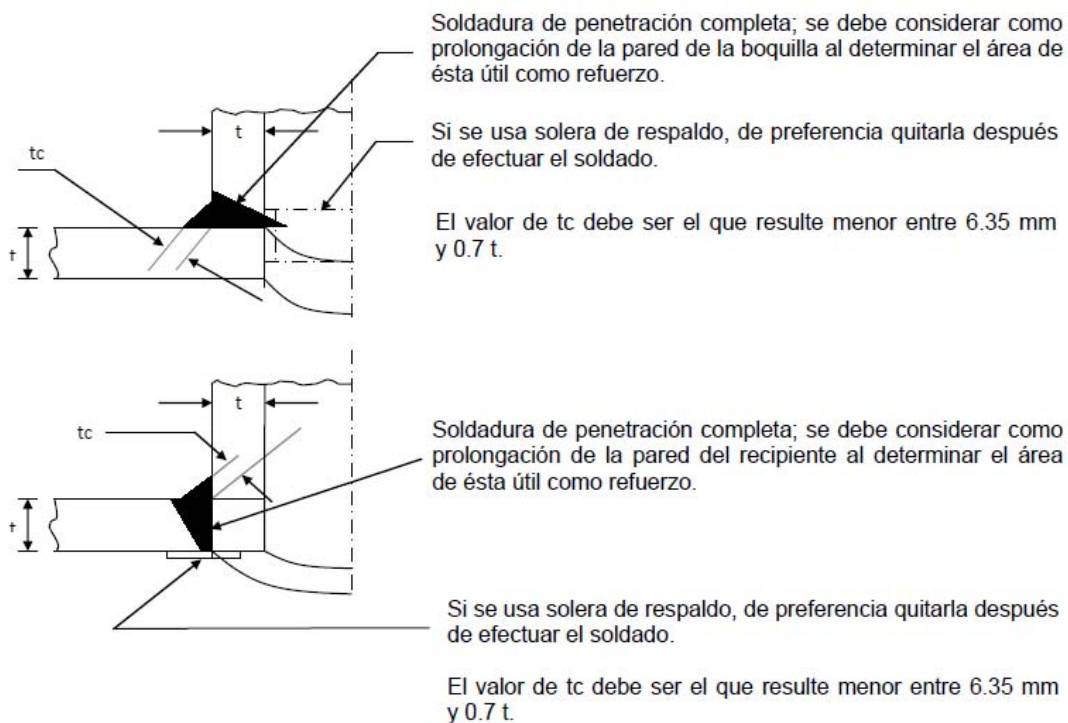
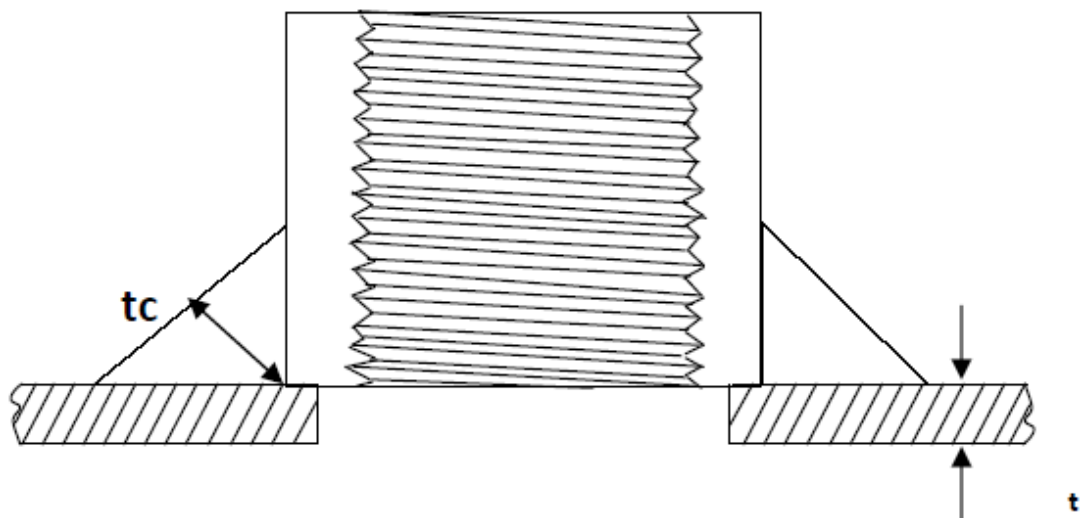
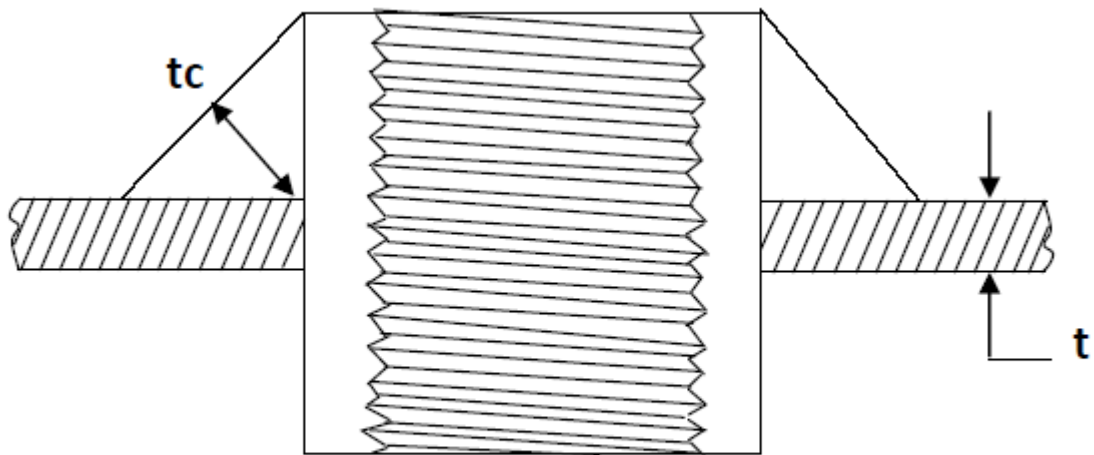


FIGURA 3
SOLDADURA DE COPLES Y BOQUILLAS
(DIAMETRO NOMINAL HASTA 80 mm)

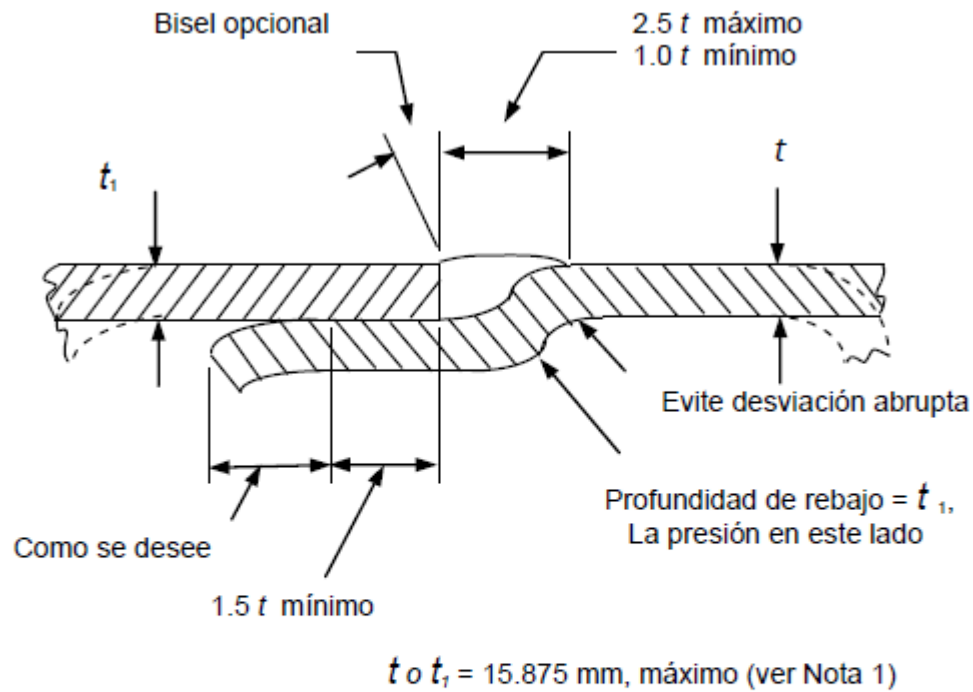


El valor de t_c debe ser el que resulte menor entre 6.35 mm y $0.7t$.



El valor de t_c debe ser el que resulte menor entre 6.35 mm y $0.7t$.

FIGURA 4
JUNTA A TOPE CON BAYONETA



Nota 1:

Para juntas que conecten tapas semiesféricas a envoltentes se aplicará lo siguiente:

- (a) t o $t_1 = 9.525$ mm, máximo
- (b) diferencia máxima en espesor entre t y $t_1 = 2.380$ mm

FIGURA 5
CLASES DE JUNTAS

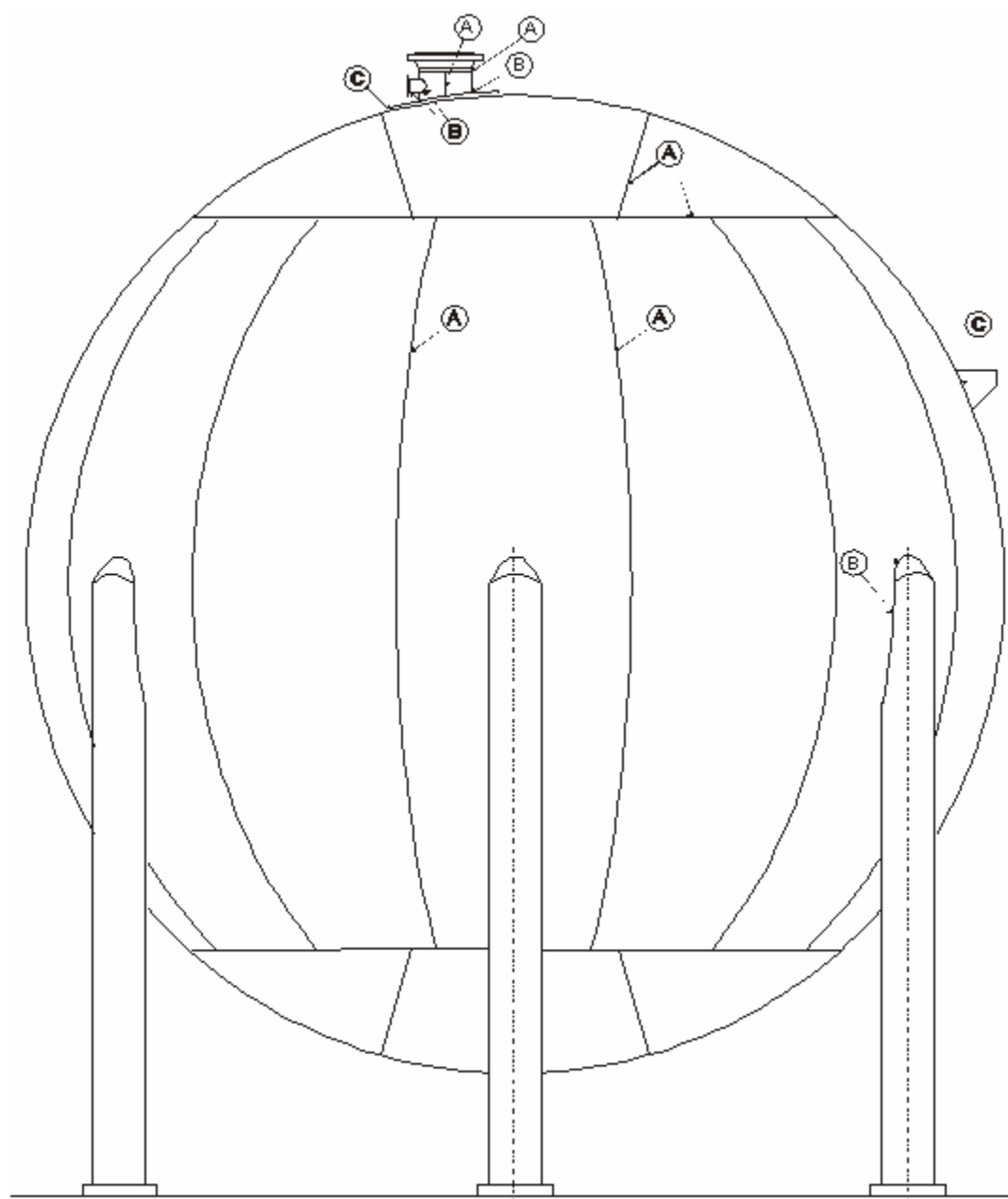


FIGURA 6
VALORES DE Dt

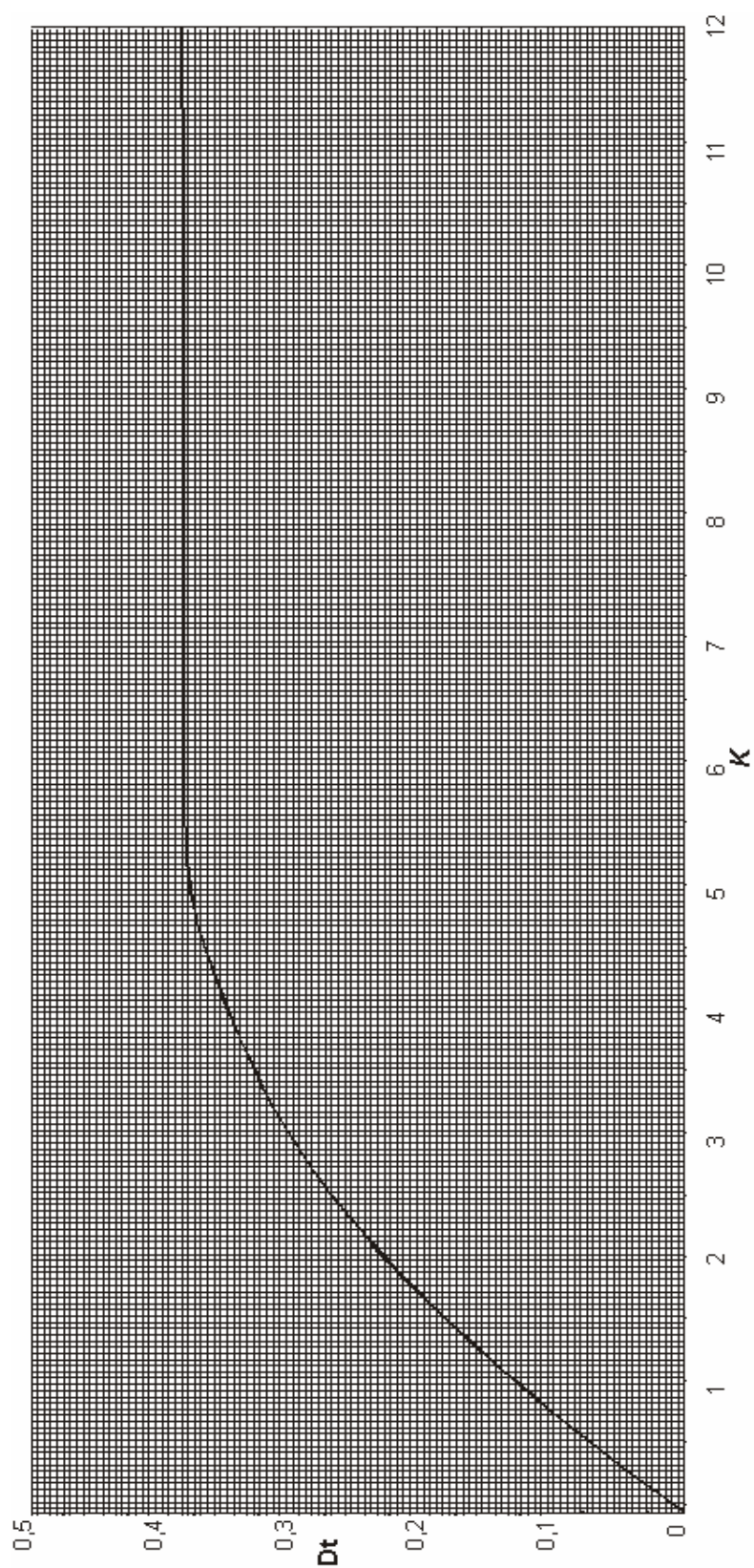


FIGURA 7
DETALLE PERMITIDO DE BOQUILLAS SIN REFUERZO

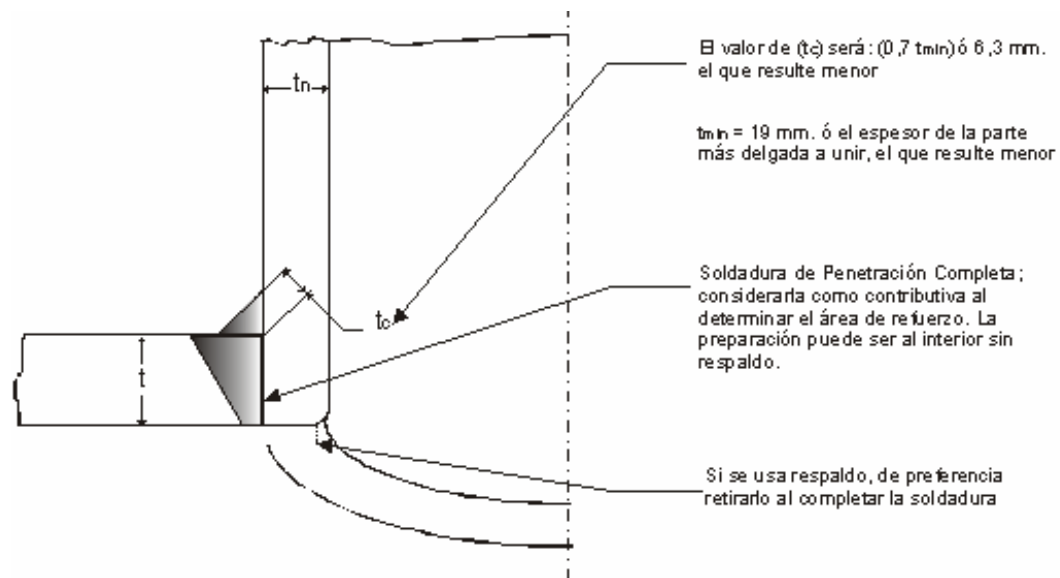


FIGURA 8
DETALLES PERMITIDOS DE BOQUILLAS CON REFUERZO

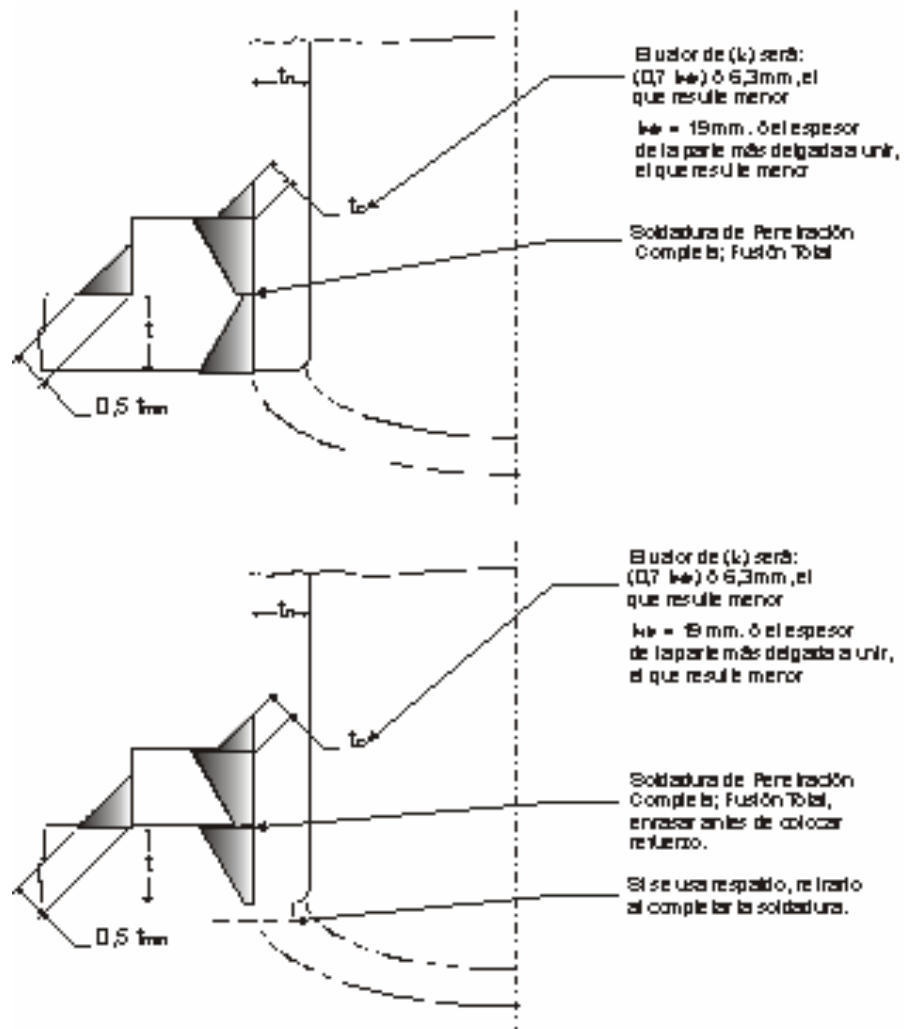


TABLA 1
ESPECIFICACIONES DE ACEROS PARA RECIPIENTES TIPO A, B, C Y D

		Tipo 1	Tipo 2 (SA-516-70)		Tipo 3 (SA-414-G; SA-455)*			Tipo 4 (SA-612)	
		(SA-285-C)	ESPEJOR	ESPEJOR	ESPEJOR	ESPEJOR	ESPEJOR	ESPEJOR	ESPEJOR
			Hasta 12,5 mm	>12,5 a 50 mm	Hasta 9,5 mm	>9,5 a 15 mm	>15 a 20 mm	Hasta 12,5 mm	>12,5 a 25 mm
Tensión	(MPa)	380-515	485-620	485-620	515-655	505-640	485-620	570-725	560-695
Cedencia mín.	(MPa)	205	260	260	260	255	240	345	345
Elong. mín. en 200 mm	(%)	23	17	17	10	10	10	16	16
Elong. mín. en 50 mm	(%)	27	21	21	14	14	14	22	22
Carbono (% máx.)	Col.	0,28	0,27	0,28	0,33	0,33	0,33	0,25	0,25
	Prod.	0,28	0,27	0,28	0,33	0,33	0,33	0,29	0,29
Manganeso (% máx.)	Col.	0,90 máx.	0,85-1,20	0,85-1,20	0,85-1,35	0,85-1,35	0,85-1,35	1,00-1,50	1,00-1,50
	Prod.	0,98 máx.	0,79-1,30	0,79-1,30	0,79-1,35	0,79-1,35	0,79-1,35	0,92-1,62	0,92-1,62
Fósforo (% máx.)	Col.	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
	Prod.	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
Azufre (% máx.)	Col.	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
	Prod.	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
Silicio (% máx.)	Col.		0,15-0,40	0,15-0,40	0,40 máx.	0,40 máx.	0,40 máx.	0,15-0,50	0,15-0,50
	Prod.		0,13-0,45	0,13-0,45	0,45 máx.	0,45 máx.	0,45 máx.	0,13-0,55	0,13-0,55
Cobre (% máx.)	Col.							0,035	0,035
	Prod.							0,038	0,038
Níquel (% máx.)	Col.							0,25	0,25
	Prod.							0,28	0,28
Cromo (% máx.)	Col.							0,25	0,25
	Prod.							0,29	0,29
Molibdeno (% máx.)	Col.							0,08	0,08
	Prod.							0,09	0,09
Vanadio (% máx.)	Col.							0,08	0,08
	Prod.							0,09	0,09

*Cuando El silicio es mayor que 0.10% en colada, el contenido máximo de carbono debe ser de 0.28%.

TABLA 2
EFICIENCIA DE JUNTA SOLDADA (E) PARA SOLDADURA DE ARCO ELECTRICO CON O SIN
PROTECCION DE GAS

TIPO DE JUNTA	LIMITACIONES	RADIOGRAFIADO TOTAL (E)	RADIOGRAFIADO POR MUESTREO (E)	SIN RADIOGRAFIADO (E)
A tope con fusión y penetración completa. Se excluyen las juntas hechas con solera de respaldo, cuando éstas quedan de manera permanente.	Ninguna	1.00	0.85	0.70
A tope con soldadura sencilla y solera de respaldo.	Ninguna	0.90	0.80	0.65
A tope con soldadura sencilla y bayoneta.	El espesor máximo de placa para unir la sección cilíndrica de recipientes a cabezas semielipsoidales y toriesféricas debe ser 16 mm y para cabezas semiesféricas, de 10 mm	0.90	0.80	0.65

TABLA 3
VALORES DEL FACTOR K PARA CABEZAS SEMIELIPSOIDALES

Di/2h	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0
K	1,83	1,73	1,64	1,55	1,46	1,37	1,29	1,21	1,14	1,07	1,00
Di/2h	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	
K	0,93	0,87	0,81	0,76	0,71	0,66	0,61	0,57	0,53	0,50	

Nota: No es necesario interpolar, úsese el valor más cercano a Di/2h.

TABLA 4
VALORES DEL FACTOR M PARA CABEZAS TORIESFERICAS

Li/r	1,0	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,5	2,75	3,00	3,25	3,50
M	1,00	1,03	1,06	1,08	1,10	1,13	1,15	1,17	1,18	1,20	1,22
Li/r	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	7,50	8,00	8,50	9,00
M	1,25	1,28	1,31	1,34	1,36	1,39	1,41	1,44	1,46	1,48	1,50
Li/r	9,50	10,00	10,50	11,00	11,50	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	16,67
M	1,52	1,54	1,56	1,58	1,60	1,62	1,65	1,69	1,72	1,75	1,77

Nota: No es necesario interpolar, úsese el valor más cercano a Li/r.

TABLA 5
COMPOSICION QUIMICA Y PROPIEDADES MECANICAS DEL ACERO PARA BOQUILLAS

Composición química		Propiedades Mecánicas	
Elemento	Composición, %		
Carbono	0.35 máx. (ver nota 1)	Resistencia a la Tensión mínima	485 MPa
Manganeso	0.60-1.05 (ver nota 1)	Límite Elástico mínimo (ver nota 4)	250 MPa
Fósforo	0.035 máx.	Dureza HB máxima	187
Azufre	0.040 máx.		
Silicio	0.10-0.35		
Cobre	0.40 máx. (ver nota 2)		
Níquel	0.40 máx. (ver nota 2)		
Cromo	0.30 máx. (ver notas 2 y 3)		
Molibdeno	0.12 máx. (ver notas 2 y 3)		
Vanadio	0.05 máx.		
Columbio	0.02 máx.		
Nota 1.-	Por cada reducción de 0.01% debajo de la composición máxima del Carbono, se permite un incremento de 0.06% de manganeso por arriba del máximo especificado en su composición química, hasta llegar a un máximo de 1.35%.		
Nota 2.-	La suma de cobre, níquel, cromo y molibdeno no debe exceder de 1.00%		
Nota 3.-	La suma de cromo y molibdeno no debe exceder de 0.32%.		
Nota 4.-	Determinado por el 2% del método "offset" o el 0.5% del método de extensión bajo carga.		

TABLA 6
TOLERANCIA EN LA ALINEACION DE JUNTAS SOLDADAS A TOPE

ESPESOR NOMINAL DE LA PLACA (mm)	JUNTAS LONGITUDINALES Y DE UNION DE CABEZA SEMIESFERICA-CUERPO CILINDRICO	JUNTAS CIRCUNFERENCIALES
Hasta 12.7	1/4 t	1/4 t
Mayor de 12.7 y hasta 19.0	3.17 mm	1/4 t
Mayor de 19.0 y hasta 38.1	3.17 mm	4.76 mm
Mayor de 38.1 y hasta 50.8	3.17 mm	1/8 t
Mayor de 50.8	El valor menor entre t /16 y 9.5 mm	El valor menor entre t/8 y 19.0 mm

t = Espesor de la placa.

TABLA 7
REFUERZO DE SOLDADURA

ESPESOR NOMINAL DE LA PLACA (mm)	ESPESOR MAXIMO DEL REFUERZO (mm)	
	JUNTAS CIRCUNFERENCIALES	OTRAS SOLDADURAS
De 3.7 a 4.8	3.2	1.6
Mayor de 4.8 y hasta 12.7	4.0	2.4
Mayor de 12.7 y hasta 25.4	4.8	2.4
Mayor de 25.4 y hasta 50.8	6.4	3.2

TABLA 8
CAPACIDAD DE DESCARGA DE LAS VALVULAS DE SEGURIDAD

Superficie exterior (m²)	Capacidad de descarga (m³/min)	Superficie exterior (m²)	Capacidad de descarga (m³/min)	Superficie exterior (m²)	Capacidad de descarga (m³/min)
Hasta 1.858	17.720	15.790	102.518	55.740	288.010
2.322	21.263	16.250	104.784	60.385	307.550
2.787	24.695	16.720	107.332	65.030	327.090
3.251	28.036	17.180	109.881	69.675	346.070
3.715	31.152	17.651	112.147	74.320	364.260
4.180	34.550	18.155	114.696	78.965	383.450
4.640	37.665	18.580	116.961	83.610	401.860
5.109	40.497	19.509	121.770	88.250	419.985
5.574	43.612	20.438	126.590	92.990	438.110
6.038	46.444	21.367	131.120	97.545	455.950
6.503	49.560	22.296	135.930	102.190	473.510
6.967	52.392	23.225	140.460	106.830	491.350
7.432	55.224	24.154	145.280	111.480	508.620
7.896	58.056	25.083	149.812	116.125	527.690
8.361	60.888	26.012	154.344	120.770	543.170
8.820	63.436	26.941	158.875	125.415	560.169
9.290	66.268	27.870	163.123	130.060	579.060
9.545	69.100	28.799	167.645	134.700	594.150
10.219	71.649	29.728	172.185	139.350	610.862
10.633	74.481	30.657	176.433	143.990	627.590
11.148	77.030	31.586	180.964	148.640	643.996
11.612	79.579	32.515	185.212	153.280	660.422
12.077	82.128	33.444	189.460	157.930	676.848
12.541	84.676	34.373	193.700	162.570	692.990
13.000	87.225	35.302	198.240	167.220	709.410
13.470	89.774	36.231	202.480	171.865	725.550
13.940	92.323	37.160	206.730	176.511	741.530
14.390	94.872	41.805	227.690	181.155	757.560
14.860	97.420	46.450	248.080	185.800	774.890
15.320	99.969	51.095	268.190		

TABLA 9
COMPOSICION QUIMICA Y PROPIEDADES MECANICAS DE ACEROS
PARA RECIPIENTES TIPO E

		TEMPERATURA: 244.15 a 423.15 K (-29 a 150°C)		TEMPERATURA: 244.15 a 423.15 K (-29 a 150°C)		TEMPERATURA: 233.15 a 423.15 K (-40 a 150°C)	
		TIPO 1P		TIPO 2P		TIPO 3P	
Tensión (MPa) Cedencia mín. (MPa) Elong. mín. En 200 mm (%) Elong. mín. en 50 mm (%) Impacto Trans a 233.15 K (-40°C) (Joules)		Hasta 12.5 mm	12.5 < t ≤ 50 mm	Hasta 65 mm	65 < t ≤ 100	Hasta 35 mm	35 < t ≤ 50
		485 – 620	485 – 620	485 – 620	450 - 585	530 - 630	500 - 600
		260	260	345	310	375	355
		17	17	N/A	N/A	17	17
		21	21	22	22	21	21
		20	20	20	20	21	21
Carbono (% máx.)	Colada	0.27	0.28	0.24	0.24	0.20	0.20
	Producto	0.27	0.28	0.24	0.24	0.20	0.20
Manganeso (%)	Colada	0.85 – 1.20	0.85 – 1.20	0.70 – 1.35	1.00 – 1.60	1.0 – 1.60	1.0 – 1.60
	Producto	0.79 – 1.30	0.79 – 1.30	0.64 – 1.46	0.92 – 1.72	1.0 – 1.60	1.0 – 1.60
Fósforo (% máx.)	Colada	0.035	0.035	0.035	0.035	0.030	0.030
	Producto	0.035	0.035	0.035	0.035	0.030	0.030
Azufre (% máx.)	Colada	0.035	0.035	0.035	0.035	0.020	0.020
	Producto	0.035	0.035	0.035	0.035	0.020	0.020
Silicio (%)	Colada	0.15 – 0.40	0.15 – 0.40	0.15 – 0.50	0.15 – 0.50	0.50 (Máx.)	0.50 Máx.)
	Producto	0.13 – 0.45	0.13 – 0.45	0.13 – 0.55	0.13 – 0.55	0.50 Máx.)	0.50 (máx.)
Niobio (%)	Colada	-	-	-	-	0.02 – 0.05	0.02 – 0.05
	Producto	-	-	-	-	0.02 – 0.05	0.02 – 0.05
Cobre (% máx.)	Colada	-	-	0.35	0.35	Nota 2	Nota 2
	Producto	-	-	0.38	0.38	-	-
Níquel (% máx.)	Colada	-	-	0.25	0.25	Nota 2	Nota 2
	Producto	-	-	0.28	0.28	-	-
Cromo (% máx.)	Colada	-	-	0.25	0.25	Nota 2	Nota 2
	Producto	-	-	0.29	0.29	-	-
Molibdeno (% máx.)	Colada	-	-	0.08	0.08	Nota 2	Nota 2
	Producto	-	-	0.09	0.09	-	-

NOTAS:

1.- "t" igual a espesor nominal del material.

2.- Trazas son aceptables siempre que, las propiedades mecánicas sean por lo menos igual a lo especificado en esta tabla.

REQUERIMIENTOS COMPLEMENTARIOS

Todos los Tipos de materiales enunciados en esta tabla sin importar su espesor deberán tratarse térmicamente para lograr una estructura metalográfica de "Grano Fino" condición que se conoce como "Normalizado"

Los valores de energía de impacto mostrados, son en el sentido transversal a la laminación del molino, además se entienden como el valor promedio de tres especímenes o probetas, preparadas de la misma placa.

Cuando el cociente del espesor entre el radio de formado exceda de 0.004 (alto porcentaje de deformación), el material deberá además ser inspeccionado por ultrasonidos de haz recto con un transductor de 25 mm de diámetro sobre una cuadrícula de 225 mm de separación entre líneas, sin que existan interrupciones en el eco ocasionadas por laminaduras o huecos.

TABLA 10
ESFUERZOS ADMISIBLES DE DISEÑO PARA RECIPIENTES TIPO E

FORMA	MATERIAL TIPO	244.15 a 303.15 K (-29 °C a 30 °C) (")		323.15 K (50 °C)		373.15 K (100 °C)		423.15 K (150 °C)	
		MPa	kg/mm ²	MPa	Kg/mm ²	MPa	Kg/mm ²	MPa	Kg/mm ²
PLACA	TIPO 1P	174	17.74	174	17.74	173	17.64	168	17.13
PLACA	TIPO 2P	206	21.0	206	21.0	206	21.0	202	20.6
PLACA	TIPO 3P *	225	22.94	224	22.84	209	21.31	195	19.88
TUBO	TIPO 1T *	160	16.32	160	16.32	160	16.32	160	16.32
TUBO	TIPO 2T	160	16.32	160	16.32	160	16.32	160	16.32
FORJA	TIPO 1F *	165	16.82	165	16.82	154	15.7	150	15.3
FORJA	TIPO 2F	138	14.07	138	14.07	126	12.85	122	12.44

NOTAS:

1.- Todos estos valores aplican para placa con espesor máximo de 38 mm, para espesores mayores se solicitará al molino los valores de resistencia última y punto de cedencia, en los intervalos de temperatura mostrados para determinar el esfuerzo correspondiente.

2.- (*) Para los Materiales Tipos 3P; 1T y 1F, el Esfuerzo Admisible aplica desde los 233.15 a 303.15 K (-40 a 30°C).

TABLA 11
COMPOSICION QUIMICA Y PROPIEDADES MECANICAS DEL ACERO
PARA BRIDAS DE LOS RECIPIENTES TIPO E

TEMPERATURA DE 233.15 a 423.15 K (-40 a 150°C)	TEMPERATURA DE 244.15 a 423.15 K (-29 a 150°C)
PROPIEDADES MECANICAS (MATL. TIPO 1F)	PROPIEDADES MECANICAS (MATL. TIPO 2F)
PUNTO DE CEDENCIA MINIMO 250 MPa (ver nota 6)	PUNTO DE CEDENCIA MINIMO 250 MPa
RESISTENCIA MIN. A LA TENSION 485 MPa	RESISTENCIA MIN. A LA TENSION 485 MPa
ELONGACION 30%	ELONGACION 30%

COMPOSICION QUIMICA		COMPOSICION QUIMICA
Elemento	Composición, %	Composición, %
Carbono	0.30 máx.	0.35 máx. (ver nota 5)
Manganeso	0.60-1.35	0.60-1.05
Fósforo	0.035 máx.	0.035 máx.
Azufre	0.040 máx.	0.040 máx.
Silicio	0.15-0.30 (ver nota 1)	0.10-0.35
Cobre	0.40 máx. (ver nota 2)	0.40 máx. (ver nota 2)
Níquel	0.40 máx. (ver nota 2)	0.40 máx. (ver nota 2)
Cromo	0.30 máx. (ver notas 2 y 3)	0.30 máx. (ver notas 2 y 3)
Molibdeno	0.12 máx. (ver notas 2 y 3)	0.12 máx. (ver notas 2 y 3)
Vanadio	0.03 máx. (ver nota 4)	0.05 máx.
Columbio	0.02 máx. (ver nota 4)	0.02 máx.

NOTAS:

1.- Cuando se solicite desoxidación de carbono al vacío como un requerimiento adicional, el contenido de Silicio debe ser de 0.12% máximo.

2.- La suma de cobre, níquel, cromo y molibdeno no debe exceder de 1.00%.

3.- La suma de cromo y molibdeno no debe exceder de 0.32%.

4.- Mediante acuerdo previo, los límites de vanadio o columbio, o ambos en el análisis de colada pueden ser incrementados hasta 0.10% y 0.05% respectivamente.

5.- Por cada reducción de 0.01% debajo de la composición máxima del Carbono, se permite un incremento de 0.06% de manganeso por arriba del máximo especificado en su composición química, hasta llegar a un máximo de 1.35%.

6.- Determinado por el 0.2% del método "offset" o el 0.5% del método de extensión bajo carga.

TABLA 12

**COMPOSICION QUIMICA Y PROPIEDADES MECANICAS DEL ACERO
PARA CUELLOS DE BOQUILLAS DE LOS RECIPIENTES TIPO E**

TEMPERATURA DE 233.15 a 423.15 K (-40 a 150°C)		TEMPERATURA DE 244.15 a 423.15 K (-29 a 150°C)
PROPIEDADES MECANICAS (MATL. TIPO 1T)		PROPIEDADES MECANICAS (MATL. TIPO 2T)
PUNTO DE CEDENCIA MINIMO 240 MPa		PUNTO DE CEDENCIA MINIMO 240 MPa
RESISTENCIA MINIMA A LA TENSION 415 MPa		RESISTENCIA MINIMA A LA TENSION 415 MPa
ELONGACION 35 %		ELONGACION 30 %
COMPOSICION QUIMICA		COMPOSICION QUIMICA
Elemento	Composición, %	Composición, %
Carbono	0.30 máx. (ver nota 1)	0.30 máx. (ver nota 2)
Manganeso	0.29-1.06	0.29-1.06
Fósforo	0.025 máx.	0.035 máx.

Azufre	0.025 máx.	0.035 máx.
Silicio	0.10 min.	0.10 min.
Cobre		0.40 máx. (ver nota 3)
Níquel		0.40 máx. (ver nota 3)
Cromo		0.40 máx. (ver nota 3)
Molibdeno		0.15 máx. (ver nota 3)
Vanadio		0.08 máx. (ver nota 3)

NOTAS:

1.- Por cada reducción de 0.01% debajo de la composición máxima del Carbono, se permite un incremento de 0.05% de manganeso por arriba del máximo especificado en su composición química, hasta llegar a un máximo de 1.35%.

2.- Por cada reducción de 0.01% debajo de la composición máxima del Carbono, se permite un incremento de 0.06% de manganeso por arriba del máximo especificado en su composición química, hasta llegar a un máximo de 1.35%.

3.- La suma de cobre, níquel, cromo, molibdeno y vanadio no debe exceder de 1.00%.

4.- El tubo de ambos materiales será del tipo sin costura.

TABLA 13
COMPOSICION QUIMICA Y PROPIEDADES MECANICAS DEL ACERO
PARA ESPARRAGOS Y TORNILLOS PARA RECIPIENTES TIPO E

PROPIEDADES MECANICAS		
Resistencia Mínima a la Tensión hasta 65 mm		860 MPa
Resistencia Mínima a la Tensión más de 65 a 100 mm		795 MPa
Punto de Cedencia Mínima hasta 65 mm		720 MPa
Punto de Cedencia Mínima más de 65 a 100 mm		655 MPa
Dureza Brinell hasta 65 mm		321
Dureza Brinell más de 65 a 100 mm		302
Temperatura mínima de Temple		893.15 K (620°C)
COMPOSICION QUIMICA		
Elemento	Rango %	Variación en el producto, arriba o abajo (Nota 2)
Carbono	0.37 - 0.49 (Nota 1)	0.02
Manganeso	0.65-1.10	0.04
Fósforo	0.035 máx.	0.005 (arriba)
Azufre	0.040 máx.	0.005 (arriba)
Silicio	0.15-0.35	0.02
Cromo	0.75 - 1.20	0.05
Molibdeno	0.15 - 0.25	0.02

NOTAS:

1.- Para tamaños de barras de 90 mm y mayores, el contenido de carbono puede ser 0.50% máximo.

2.- Análisis de producto – algunas veces los límites del rango especificado varían para determinaciones individuales. Las varias determinaciones de cualquier elemento individual en una colada, no deben variar por arriba o por abajo del rango especificado.

TABLA 14
COMPOSICION QUIMICA DEL ACERO
PARA TUERCAS PARA RECIPIENTES TIPO E

Temperatura mínima de temple 893.15 K (620°C)	
Dureza Brinell 248 a 352 hasta 38.1 mm	
Dureza Brinell 212 a 352 mayores a 38.1 mm	
COMPOSICION QUIMICA	
Elemento	Composición, %
Carbono	0.40 mínimo.
Manganeso	1.0 máximo.
Fósforo	0.040 máximo.
Azufre	0.050 máximo.
Silicio	0.40 máximo.

TABLA 15
TRATAMIENTO TERMICO DESPUES DE LA SOLDADURA
PARA ACEROS AL CARBONO

Materiales*	Temperatura mínima mantenida en K (°C)	Tiempo mínimo por cada 25.4 mm de espesor (horas)
Acero Tipo 1	866.15 (593)	1
Acero Tipo 2	866.15 (593)	1
Acero Tipo 3	866.15 (593)	1
Acero Tipo 4	811.15 (538)	1

*Para las especificaciones de los cuatro tipos de acero, ver Tabla 1.

TABLA 16
TIEMPOS MINIMOS PARA TEMPERATURAS MAS BAJAS A LAS ESPECIFICADAS EN LA TABLA 15

Disminución de temperatura por debajo de la mínima especificada K (°C)	Tiempo mínimo por cada 25.4 mm de espesor (horas)
301.15 (28)	2
329.15 (56)	4
356.15 (83)	10 **
384.15 (111)	20 **

** Aplica sólo para los aceros tipos 1, 2 y 3 de la Tabla 15.

