

**ASME B 31.8 — Edición de 1999
(Revisión de ASME B31.8–1995)**

SISTEMAS DE TUBERÍA PARA TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE GAS

**CÓDIGO DE ASME PARA TUBERÍA A PRESIÓN, B.31
UN ESTÁNDAR NACIONAL ESTADOUNIDENSE**

**La Sociedad Estadounidense de Ingenieros Mecánicos
The American Society of Mechanical Engineers- ASME**

**ASME B 31.8 — Edición de 1999
(Revisión de ASME B31.8–1995)**

SISTEMAS DE TUBERÍA PARA TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE GAS

**CÓDIGO DE ASME PARA TUBERÍA A PRESIÓN, B.31
UN ESTÁNDAR NACIONAL ESTADOUNIDENSE**

**La Sociedad Estadounidense de Ingenieros Mecánicos
The American Society of Mechanical Engineers- ASME**

ÍNDICE

ÍNDICE	3
PREFACIO	7
INTRODUCCIÓN	9
DISPOSICIONES GENERALES Y DEFINICIONES	11
801 GENERAL.....	11
802 ALCANCE Y PROPÓSITO	11
803 DEFINICIÓN DE SISTEMAS DE TUBERÍA.....	12
804 DEFINICIONES DE LOS COMPONENTES DE LOS SISTEMAS DE TUBERÍA	14
805 DISEÑO, FABRICACIÓN, OPERACIÓN, Y TÉRMINOS DE PRUEBA	16
CAPÍTULO I	18
MATERIALES Y EQUIPO	18
810 MATERIALES Y EQUIPO.....	18
811 CALIFICACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPO.....	18
812 MATERIALES PARA USO EN CLIMAS FRÍOS	19
813 MERCADERO O COMERCIALIZACIÓN.....	19
814 ESPECIFICACIONES DE MATERIALES	19
815 ESPECIFICACIONES DE EQUIPO.....	19
816 TRANSPORTE DE LA TUBERÍA DE LÍNEA.....	20
817 CONDICIONES PARA LA REUTILIZACIÓN DE TUBERÍA.....	20
CAPÍTULO II	22
SOLDADURA	22
820 SOLDADURA.....	22
821 GENERAL.....	22
822 PREPARACIÓN PARA SOLDADURA.....	22
823 CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS Y DE SOLDADORES	22
824 PRECALENTAMIENTO	23
825 ALIVIADO DE TENSIONES.....	23
826 PRUEBAS E INSPECCIONES DE SOLDADURA	24
CAPÍTULO III	26
COMPONENTES DE SISTEMAS DE TUBERÍA Y DETALLES DE FABRICACIÓN	26
830 COMPONENTES DE SISTEMAS DE TUBERÍA Y DETALLES DE FABRICACIÓN	26
831 COMPONENTES DE SISTEMAS DE TUBERÍA	26
832 EXPANSIÓN Y FLEXIBILIDAD	32
833 CÁLCULOS DE TENSIONES COMBINADAS.....	32
834 SOPORTES Y ANCLAJES PARA TUBERÍA EXPUESTA.....	33
835 ANCLAJE PARA TUBERÍA ENTERRADA.....	33
CAPÍTULO IV	35
DISEÑO, INSTALACIÓN Y PRUEBAS	35
840 DISEÑO, INSTALACIÓN Y PRUEBAS	35
841 TUBERÍA DE ACERO	36
842 OTROS MATERIALES	46
843 ESTACIONES DE COMPRESIÓN.....	53
844 DEPÓSITOS DE TIPO TUBERÍA Y DE TIPO BOTELLA.....	56
845 CONTROL Y LIMITACIÓN DE LA PRESIÓN DEL GAS	57
846 VÁLVULAS.....	64
847 CÁMARAS.....	65
848 MEDIDORES Y REGULADORES DE PROPIEDAD DEL CLIENTE	66

849	LÍNEAS DE SERVICIO DE GAS	67
CAPÍTULO V.....		71
PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....		71
850	PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO QUE AFECTAN LA SEGURIDAD DEL TRANSPORTE DE GAS Y LAS INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN	71
851	MANTENIMIENTO DEL GASODUCTO	73
852	MANTENIMIENTO DE LA TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN.....	76
853	MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES MISCELÁNEAS	79
854	CLASE DE LOCALIDAD Y CAMBIOS EN EL NÚMERO DE EDIFICIOS DESTINADOS A LA OCUPACIÓN HUMANA	82
855	CONCENTRACIONES DE PERSONAS EN LOCALIDADES DE CLASES 1 Y 2	84
856	CONVERSIONES DE SERVICIO DE DUCTOS	84
CAPÍTULO VI.....		86
CONTROL DE CORROSIÓN		86
860	CONTROL DE CORROSIÓN	86
861	ALCANCE.....	86
862	CONTROL DE CORROSIÓN EXTERNA.....	86
863	CONTROL DE LA CORROSIÓN INTERNA.....	90
864	DUCTOS EN AMBIENTES ÁRTICOS	92
865	DUCTOS EN SERVICIO DE ALTAS TEMPERATURAS	93
866	CORROSIÓN POR TENSIÓN Y OTROS FENÓMENOS.....	93
867	REGISTROS.....	94
CAPÍTULO VII		95
ASPECTOS MISCELÁNEOS.....		95
870	ASPECTOS MISCELÁNEOS.....	95
871	ODORIZACIÓN.....	95
872	SISTEMAS DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP)	95
873	DUCTOS EN EL DERECHO DE VIA PRIVADO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA	96
CAPÍTULO VIII.....		97
TRANSPORTE DE GAS COSTA FUERA		97
A800	TRANSPORTE DE GAS COSTA FUERA.....	97
A801	GENERAL.....	97
A802	ALCANCE Y PROPÓSITO	97
A811	CALIFICACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPO.....	98
A814	ESPECIFICACIONES DE MATERIAL	98
A816	TRANSPORTE DE LA TUBERÍA DE LÍNEA.....	99
A820	SOLDADURA DE DUCTOS COSTA FUERA.....	99
A821	GENERAL.....	99
A823	CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS Y DE SOLDADORES	99
A825	ALIVIADO DE TENSIONES	99
A826	PRUEBAS DE SOLDADURA E INSPECCIÓN	100
A830	COMPONENTES DEL SISTEMA DE TUBERÍA Y DETALLES DE FABRICACIÓN.....	100
A831	COMPONENTES DEL SISTEMA DE TUBERÍA.....	100
A832	DILATACIÓN Y FLEXIBILIDAD	100
A834	SOPORTES Y ANCLAJES PARA LA TUBERÍA EXPUESTA	100
A835	ANCLAJE PARA TUBERÍA ENTERRADA	100
A840	DISEÑO, INSTALACIÓN Y PRUEBAS	101
A841	CONSIDERACIONES DE DISEÑO	101
A842	CONSIDERACIONES DE RESISTENCIA.....	102
A843	ESTACIONES DE COMPRESIÓN	105
A844	ESTABILIDAD EN EL FONDO	106
A845	LIMITACIÓN Y CONTROL DE LA PRESIÓN DE GAS.....	107
A846	VÁLVULAS.....	107
A847	PRUEBAS	107

A850	PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO QUE AFECTAN LA SEGURIDAD DEL TRANSPORTE DE GAS E INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN.....	108
A851	MANTENIMIENTO DEL DUCTO	109
A854	CLASE DE LOCALIDAD	110
A860	CONTROL DE CORROSIÓN DE DUCTOS COSTA FUERA	110
A862	CONTROL DE CORROSIÓN EXTERNA.....	110
A863	CONTROL DE CORROSIÓN INTERNA.....	112
CAPÍTULO IX.....		113
SERVICIO CON GAS AGRIO		113
B800	SERVICIO CON GAS AGRIO	113
B801	GENERAL.....	113
B802	ALCANCE Y PROPÓSITO	113
B803	TÉRMINOS Y DEFINICIONES DE GAS AGRIO	113
B813	MARCADO.....	114
B814	ESPECIFICACIONES DE MATERIALES	114
B820	SOLDADURA DE DUCTOS DE GAS AGRIO.....	114
B821	GENERAL.....	114
B822	PREPARACIÓN PARA SOLDADURA.....	114
B823	CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS Y DE SOLDADORES	114
B824	PRECALENTAMIENTO	114
B825	ALIVIADO DE TENSIONES	115
B826	SOLDADURA Y PRUEBAS DE INSPECCIÓN.....	115
B830	COMPONENTES DEL SISTEMA DE TUBERÍAS Y DETALLES DE FABRICACIÓN.....	115
B840	DISEÑO, INSTALACIÓN Y PRUEBAS	116
B841	TUBERÍA DE ACERO	116
B842	OTROS MATERIALES	116
B843	ESTACIONES DE COMPRESIÓN	116
B844	RECIPIENTES (TANQUES) DE TIPO TUBO Y DE TIPO BOTELLA	117
B850	CONSIDERACIONES ADICIONALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO QUE AFECTAN LA SEGURIDAD DE LOS DUCTOS DE GAS AGRIO.....	117
B851	MANTENIMIENTO DE DUCTOS	118
B855	CONCENTRACIONES DE PERSONAS EN LOCALIDADES DE CLASES 1 Y 2	118
B860	CONTROL DE CORROSIÓN EN DUCTOS DE GAS AGRIO	118
B861	GENERAL.....	118
B862	CONTROL DE CORROSIÓN EXTERNA.....	118
B863	CONTROL DE CORROSIÓN INTERNA	119
B866	TENSIÓN DE CORROSIÓN Y OTROS FENÓMENOS.....	119
APÉNDICE A.....		120
REFERENCIAS.....		120
APÉNDICE B.....		123
NÚMEROS Y TEMAS DE ESTÁNDARES Y ESPECIFICACIONES QUE APARECEN EN EL APÉNDICE A		123
APÉNDICE C.....		124
PUBLICACIONES QUE NO APARECEN EN EL CÓDIGO O EN EL APÉNDICE A.....		124
APÉNDICE D.....		126
MÍNIMA TENSIÓN DE FLUENCIA ESPECIFICADA PARA TUBERÍA DE ACERO USADA COMÚNMENTE EN SISTEMAS DE DUCTOS.....		126
APÉNDICE E.....		128
FACTORES DE INTENSIFICACIÓN DE FLEXIBILIDAD Y TENSIONES.....		128
APÉNDICE F		133
CABEZALES EXTRUÍDOS Y CONEXIONES SOLDADAS DE RAMALES		133

APÉNDICE G.....	138
PRUEBA DE SOLDADORES LIMITADA A L TRABAJO SOBRE LÍNEAS QUE OPERAN A TENSIONES DE ARO DE MENOS DEL 20% DE LA TENSION MÍNIMA DE FLUENCIA ESPECIFICADA.....	138
APÉNDICE H.....	140
PRUEBA DE APLANADO PARA TUBERÍA.....	140
APÉNDICE I.....	141
PREPARACIÓN DE EXTREMOS PARA SOLDADURA A TOPE.....	141
APÉNDICE J.....	148
FACTORES DE CONVERSIÓN USADOS COMÚNMENTE.....	148
APÉNDICE K.....	152
CRITERIOS PARA LA PROTECCIÓN CATÓDICA.....	152
APÉNDICE L.....	154
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA REMANENTE EN TUBERÍA CORROÍDA.....	154
APÉNDICE M.....	155
CRITERIOS PARA EL CONTROL DE FUGAS DE GAS.....	155
APÉNDICE N.....	163
PRÁCTICAS RECOMENDADAS PARA LA PRUEBA HIDROSTÁTICA DE DUCTOS EN SITIO.....	163
APÉNDICE O.....	165
PREPARACIÓN DE CONSULTA TÉCNICAS AL CÓDIGO DE ASME PARA TUBERÍA A PRESIÓN, B31.....	165
APÉNDICE P.....	166
NOMENCLATURA PARA LAS FIGURAS.....	166
APÉNDICE Q.....	167
DIAGRAMAS MOSTRANDO EL ALCANCE.....	167

PREFACIO

La necesidad de tener un código nacional para la tubería a presión, se hizo crecientemente evidente desde 1915 a 1925. Para llenar esta necesidad el Comité Estadounidense de Estándares de Ingeniería (American Engineering Standards Committee (cuyo nombre fue cambiado más adelante al de Asociación Estadounidense de Estándares), que es hoy el Instituto Nacional de Estándares de Estados Unidos, o ANSI (American Standards Association, ahora American National Standards Institute), inició el Proyecto B31 en Marzo de 1926, a solicitud de la Asociación Estadounidense de Ingenieros Mecánicos (American Association of Mechanical Engineers, ASME) siendo la Sociedad la única patrocinadora. Después de varios años de trabajo del Comité Seccional B31, y sus sub-comités, se publicó una primera Edición en 1935 como un Código Estándar Estadounidense Tentativo para Tuberías a Presión.

En 1937 se comenzó una revisión del estándar tentativo original. Se hicieron varios años más de esfuerzos para asegurar la uniformidad entre secciones, eliminando los requerimientos divergentes y las discrepancias, manteniendo el Código al tanto de los desarrollos recientes de técnicas de soldadura, cómputos para calcular las tensiones, e incluyendo la referencia a nuevos estándares dimensionales y materiales. Durante este período, se preparó una nueva sección añadida sobre tubería de refrigeración, en cooperación con la Sociedad Estadounidense de Ingenieros en Refrigeración (American Society of Refrigeration Engineers) y suplementaba al Código Estándar Estadounidense de Refrigeración Mecánica (American Standard Code for Mechanical Refrigeration). Este trabajo culminó en el Código Estándar Estadounidense para la Tubería a Presión de 1942 (1942 American Standard Code for Pressure Piping).

Los Suplementos 1 y 2 del Código de 1942, que aparecieron en 1944 y 1947, respectivamente, introdujeron nuevos estándares dimensionales y materiales, una nueva fórmula del espesor de pared de la tubería y requerimientos más completos para la tubería de instrumentación y control. Poco después que se emitió el Código de 1942, se establecieron procedimientos para manejar las solicitudes requiriendo explicación o interpretación de los requerimientos del Código y para publicar tales solicitudes y respuestas en la Revista *Ingeniería Mecánica (Mechanical Engineering)* para la información de todos los interesados.

Hacia 1948, los aumentos en la severidad de las condiciones de servicio combinados con el desarrollo de nuevos materiales y diseños para enfrentar estos más altos requerimientos, propiciaron cambios más extensos en el Código que los que pudieran provenir solamente de suplementos. Se tomó la decisión por parte de la Asociación Estadounidense de Estándares (American Standards Association) y el patrocinante, para reorganizar el comité seccional y sus varios sub-comités y para invitar a varias instituciones interesadas a reafirmar sus representantes o a designar nuevos.

Debido al amplio campo de interés involucrado, entre 30 y 40 diferentes sociedades es de ingeniería, oficinas gubernamentales, asociaciones de industriales o gremios, institutos y organizaciones similares habían tenido uno o más

representantes en el comité seccional, además de unos cuantos “miembros de número” para representar sus intereses generales. Las actividades del Código se han subdividido, de acuerdo al alcance de las diferentes secciones. La dirección general de las Actividades del Código, permanece como responsabilidad de los funcionarios del Comité de Estándares y un comité ejecutivo, SINDO que la membresía de la misma consistía principalmente de los funcionarios del Comité de Estándares y los jefes o encargados de sección.

Después de su re-organización de 1948, el Comité de Estándares B31, efectuó una revisión concienzuda del Código de 1942, que dio como resultado:

(a) una revisión general y extensión de los requerimientos para ajustarse con la práctica actualizada de hoy en día.

(b) revisión de las referencias a los estándares dimensionales existentes, especificaciones de materiales y la adición de referencias sobre los nuevos materiales.

(c) la aclaración de requerimientos ambiguos o conflictivos.

Se presentó una revisión para votación por balotas de letras del Comité de Estándares B31. Después de la aprobación de esta entidad, el proyecto fue aprobado por la organización patrocinadora y por la Asociación Estadounidense de Estándares (American Standard Association). Finalmente fue designado como un Estándar Estadounidense en Febrero de 1951, con la designación de B31.1 - 1951.

El Comité B31 de Estándares, en su reunión anual del 29 de noviembre de 1951, autorizó la publicación de una sección separada del Código de Tuberías a Presión, atendiendo los sistemas de tubería de transporte y distribución de gas, completándolo con las partes aplicables de la Sección 2, Sistemas de Tubería de Aire y de Gas, Sección 6, Detalles de Fabricación, y Sección 7, Materiales – Sus Especificaciones e Identificación. El propósito fue el de proveer un documento integrado sobre el transporte y distribución de gas por tuberías, que no requiera referencias cruzadas con otras secciones del mismo Código.

La primera edición de este documento integrado, conocido como el Código Estándar Estadounidense de Tuberías a Presión, Sección 8, Sistemas de Tubería para Transporte y Distribución, fue publicado en 1952, y consistía casi enteramente de materiales tomados de las Secciones 2, 6 y 7 de la Edición de 1951 del Código de Tubería a Presión.

En 1952 se organizó un nuevo comité de sección para poner al día la Sección 8, según sea necesario para atender los materiales u métodos de construcción y operación modernos.

Después de una revisión por parte del Comité Ejecutivo de B31 y el Comité de Estándares en 1955, se tomó la decisión de desarrollar y publicar secciones de la industria como documentos del Código separados del Código Estadounidense Estándar B31 para Tuberías a Presión. La Edición de 1955 constituyó una revisión general de la Edición de 1952, con un alcance considerablemente expandido. La experiencia ulterior en la aplicación del Código, dio por resultado las

revisiones de 1958, 1963, 1966, 1967, 1968, 1969, 1975 y 1982.

En diciembre de 1978, El Comité B31 de Estándares nacionales Estadounidenses, fue reorganizado como el Comité B31 del Código para Tuberías a Presión También se cambió la designación del Código, a ANSI / ASME B31.

La Edición de 1989 del Código fue una compilación del la Edición de 1986 y los apéndices subsiguientes agregados a la Edición de 1986.

La Edición de 1992 del Código fue una compilación de la Edición de 1989, los tres subsiguientes apéndices, y las dos Fés de Erratas emitidas en la Edición de 1989.

La Edición de 1995 del Código, es una compilación de la Edición de 1992 y los subsiguientes tres apéndices emitidos a la Edición de 1992.

La Edición de 1999 del Código, es una compilación de la Edición de 1995 y las revisiones que se han efectuado desde la emisión de la Edición de 1995. Esta Edición fue aprobada por el Instituto Nacional Estadounidense de Estándares, el 24 de junio de 1999.

INTRODUCCIÓN

El Código de ASME para Tubería a presión, consiste de varias secciones publicadas individualmente, siendo cada una de ellas un Estándar Nacional Estadounidense. A partir de ahora, en esta introducción y en el texto de esta Sección del Código, B31.8 cuando se utilice la palabra Código sin identificación específica, significa esta Sección del Código.

El Código establece los requerimientos considerados como necesarios para el diseño seguro y la construcción de tuberías a presión. Aunque la seguridad es la consideración básica, este factor solamente no será el que determine las especificaciones finales de cualquier sistema de tuberías. Se previene a los diseñadores, que el Código no es un manual de diseño; no elimina la necesidad del diseñador o del buen criterio del ingeniero competente.

Hasta el grado en que sea posible hacerlo, los requerimientos de diseño del Código se enuncian en términos de principios y fórmulas de diseño básico. Los mismos se complementan según sea necesario, con requerimientos específicos para asegurarse la aplicación uniforme de los principios y para guiar la selección y aplicación de elementos de tubería. El Código prohíbe el diseño y las prácticas que se conozca que son inseguras y contiene advertencias donde se explica la precaución aunque no se llega a la prohibición.

Esta Sección del Código incluye:

- (a) referencias a especificaciones de materiales aceptables y estándares de componentes, incluyendo los requerimientos dimensionales y de propiedades mecánicas.
- (b) requerimientos de componentes de diseño y conjuntos armados
- (c) requerimientos y evaluación de datos y tensiones limitantes, reacciones y movimientos asociados con la presión, cambios de temperatura, y otras fuerzas.
- (d) guía y limitaciones sobre la selección de y aplicación de materiales, componentes y métodos de unión
- (e) requerimientos de fabricación, armado e instalado de la tubería
- (f) requerimientos para examinar, inspeccionar y probar tuberías
- (g) procedimientos de operación y mantenimiento que son esenciales para la seguridad pública
- (h) disposiciones para proteger los ductos de la corrosión interna y externa

El propósito de la presente Edición de la Sección B31.8 y cualquier addendum o apéndice posterior, no es que tenga vigencia retroactiva. La edición más reciente y el addendum o apéndice emitido por lo menos 6 meses antes de la fecha original de contrato para la primera fase de la actividad que cubre el sistema de tuberías o sistemas, deberá ser el documento gobernante, a menos que se haya establecido un convenio específico entre las partes contratantes para usar otra edición, o requerimientos diferentes.

Se advierte a los usuarios de este Código contra hacer uso de las revisiones sin asegurarse que son aceptables por parte de las autoridades que tengan jurisdicción cuando y donde se vaya a instalar la tubería.

El Código se halla bajo la dirección del Comité B31.8 de ASME, Código para Tubería a Presión, que se halla organizado y opera bajo los procedimientos de la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Mecánicos (American Society of Mechanical Engineers, ASME) la que ha sido acreditada por el Instituto Estadounidense de Estándares Nacionales (American National Standards Institute, ANSI). El Comité funciona continuamente, y mantiene todas las Secciones del Código al corriente con los nuevos desarrollos de materiales, construcción y práctica industrial. Se emiten apéndices periódicamente. Se publican ediciones nuevas con intervalos de 3 a 5 años.

Cuando no haya ninguna sección del Código de HAZME para Tubería de Presión que cubra específicamente un sistema de tuberías, el usuario deberá usar su criterio para seleccionar una determinada sección que resulte aplicable en general, sin embargo se advierte que pudieran hacerse necesarios requerimientos complementarios a la Sección escogida para proveer un sistema de tuberías seguro para la aplicación que se desee cubrir. Las limitaciones técnicas de las distintas Secciones, los requerimientos legales, y la posible aplicación de otros Códigos de Estándares, son algunos de los factores a ser considerados por el usuario al determinar la aplicabilidad de cualquier Sección de este Código.

Interpretaciones y Revisiones

El Comité ha establecido un procedimiento ordenado para considerar las solicitudes de interpretación y revisiones de los requerimientos del Código. Para recibir atención, las solicitudes deberán hacerse por escrito y deben dar datos particulares completos. (Véase el Apéndice O, que cubre la preparación de averiguaciones técnicas.)

La respuesta aprobada a una solicitud, será enviada directamente al solicitante. Además, las preguntas y las respuestas serán publicadas como parte del Suplemento de Interpretación de la Sección del Código, emitido junto con el addendum o Apéndice.

Las solicitudes de interpretación, y las sugerencias de revisión deberán ser dirigidas al Secretario, Comité de B31 de ASME, a cargo de la American Society of Mechanical Engineers, Three Park Avenue, New York, New York, 10016, E.U.A.

Casos

Un caso es la forma prescrita de respuesta a una solicitud, cuando el estudio indique que la forma de redacción de las palabras del Código, necesita aclaración o cuando la respuesta modifica los requerimientos existentes del Código o concede permiso a usar nuevos materiales o construcciones alternativas. Los Casos Propuestos son publicados en *Mechanical Engineering* (revista en inglés de *Ingeniería Mecánica*) para conocimiento público. Además el Caso será publicado como parte de un Suplemento de Interpretación emitido con addendum o apéndice a la Sección del Código que sea aplicable.

Un Caso es normalmente emitido durante un período limitado, después del cual puede ser renovado, incorporado al Código, o permitir que expire si es que no hay indicación de que siga siendo útil para los requerimientos cubiertos por el Caso. Sin embargo, las disposiciones de un Caso, podrán ser usadas después de su expiración o retiro, siempre que el Caso se halle vigente en la fecha original de contrato o que se haya adoptado antes de que se haya terminado en trabajo y las partes contratantes convengan en usarlo.

Los materiales se dan en las listas de las Tablas de Tensiones, solamente cuando se haya mostrado suficiente uso en tuberías, dentro del alcance del Código. Las solicitudes de listados, deberán incluir evidencias de uso satisfactorio y datos específicos para permitir establecer las tensiones admisibles o la resistencia a la presión, límites máximos y

mínimos de temperatura, y otras restricciones. Pueden hallarse criterios adicionales en los lineamientos para la adición de nuevos materiales en el Código de Calderos y Recipientes a Presión de HAZME, Secciones HI y VIH, División 1, Apéndice B. Para desarrollar el uso y ganar experiencia, los materiales que no se hallan en la lista, pueden usarse de acuerdo con el párrafo 811.22.)

FECHA EFECTIVA

A la fecha de emisión de la presente Edición, contiene nuevas disposiciones del Código. Es una compilación de la Edición de 1995 y las revisiones efectuadas a la Edición de 1995.

DISPOSICIONES GENERALES Y DEFINICIONES

801 GENERAL

801.1 Estándares y Especificación

801.11 Los estándares y especificaciones aprobados para uso bajo el Código y los nombres y direcciones de las organizaciones patrocinadoras, se muestran en el Apéndice A. No se considera práctico referirse a una edición específica de cada uno de los estándares y especificaciones, en párrafos individuales del Código.

801.12 Uso de Estándares y Especificaciones Incorporados por Referencia. Algunos estándares y especificaciones citadas en el Apéndice A, se complementan por requerimientos específicos que se hallan en otro lugar del presente Código. Se advierte a los usuarios del presente Código que no deben intentar la aplicación directa de ninguno de estos estándares, sin antes haber observado cuidadosamente la referencia del Código al indicado estándar.

801.2 Dimensiones Estándar

Se recomienda muy vehementemente la adherencia a las dimensiones del Instituto Nacional de Estándares de los Estados Unidos (American National Standards Institute, o ANSI), cuando resulte práctico hacerlo. Los párrafos o notaciones especificando estos y otros estándares dimensionales en le Código; sin embargo no deberá ser obligatorio, siempre que sean substituidos por otros diseños, de por lo menos igual resistencia y estanqueidad.

801.3 Conversión a Sistema Métrico

En el Apéndice J, pueden encontrarse los factores de conversión de unidades inglesas a unidades del SI.

802 ALCANCE Y PROPÓSITO

802.1 Alcance

802.11 El presente Código cubre el diseño, fabricación, inspección y pruebas de instalaciones de ductos usados para el transporte de gas. Este Código también abarca los aspectos de seguridad de la operación y mantenimiento de dichas instalaciones.

802.12 El presente Código no se aplica a:

- (a) el diseño y fabricación de recipientes a presión, que cubre el Código BPV.¹
- (b) tuberías con temperatura del metal por encima de los 450 °F o menores a -20 °F

(c) tubería más allá de la salida del conjunto del dispositivo medidor del cliente.

(d) Tubería en refinería de petróleo o plantas de extracción de gasolina natural, plantas de tratamiento de gas, fuera de la tubería del caudal principal de gas, tubería para deshidratación y todas las demás plantas procesadoras instaladas como parte de un sistema de transporte de gas, plantas de manufactura de gas, plantas industriales o minas. (Véanse otras secciones aplicables del Código para Tuberías a Presión en B31, de ASME).

(e) Tubería de venteo, para operarla a presión principalmente atmosférica, para los gases de desecho de cualquier índole.

(f) Conjuntos de cabeza de pozo, incluyendo válvulas de control, líneas de flujo entre el cabezal de pozo y la trampa o separador, tubería de la instalación de producción de plataformas marinas, o la tubería de revestimientos (casing) y tubería de producción (tubing) en pozos de gas ó petróleo. (Véase la tubería de instalaciones de producción de plataformas costa fuera en API RP 14E).

(g) El diseño y manufactura de ítems propietarios de equipos, aparatos o instrumentos.

(h) El diseño y manufactura de intercambiadores de calor. (Hágase referencia al Estándar apropiado de TEMA.²

(i) Sistemas de transporte de petróleo líquido. (Hágase referencia a B31.4 de ANSI / ASME).

(j) Sistemas de tubería para transporte de productos en mezcla o emulsión acuosa (lodos). (Hágase referencia a B31.4 de ANSI / ASME).

(k) Sistemas de tubería para transporte de bióxido de carbono,

(l) Sistemas de tubería para gas natural licuado. Hágase referencia al UNFPA 59A y ASME B31.3).

802.2 Propósito

802.21 Los requerimientos del presente Código son adecuados para brindar seguridad bajo las condiciones usuales que se encuentran en la industria del gas. No pueden darse específicamente los requerimientos para cada condición no usual, ni pueden prescribirse todos los detalles de ingeniería y construcción, en consecuencia, las actividades que involucran el diseño, construcción, operación o mantenimiento de líneas de tubería de transporte o distribución de gas, deberían de emprenderse, trabajando bajo personal de supervisión que tenga experiencia o conocimientos para tomar las medidas adecuadas para encarar tales situaciones no usuales, y detalles de ingeniería y construcción específicos. Todo el trabajo efectuado dentro del alcance del Presente Código, deberá cumplir o exceder los estándares de seguridad expresados o implicados en este documento.

¹ Las referencias al Código BPV aquí y en otros lugares del presente Código, se refieren al Código de Calderos y Recipientes a Presión de ASME (Boiler and Pressure Vessel Code).

² TEMA significa Tubular Exchanger Manufacturers Association (Asociación de Fabricantes de Intercambiadores Tubulares, 25 North Broadway, Tarryton, NY 10591).

802.22 El presente Código, tiene que ver con

(a) la seguridad del público en general

(b) la seguridad de los empleados, hasta el punto ñeque sea afectada por el diseño básico, calidad de materiales o mano de obra, y requerimientos de pruebas, operación y mantenimiento de las instalaciones de transporte y distribución de gas. No se intenta con el presente Código, suplantar los procedimientos de seguridad existentes pertinentes a las zonas de trabajo, dispositivos de seguridad y prácticas de trabajo seguras.

802.23 No es el propósito del presente Código, que el mismo sea aplicado en forma retroactiva a aspectos tales como las instalaciones existentes según se diseñaron., fabricaron e instalaron y probaron al tiempo de su construcción. Más aún, no es la intención del presente Código, que el mismo sea aplicado en forma retroactiva a las presiones de operación establecidas de instalaciones existentes, excepto de las disposiciones del Capítulo V,

802.24 Las disposiciones del presente Código deberán ser aplicables a los procedimientos de operación y mantenimiento de las instalaciones existentes, o cuando se aplican mejoras para modernizar las instalaciones existentes.

802.25 Calificación de Inspectores. Las personas que efectúen las inspecciones, deberán ser personas calificadas a través de la capacitación y/o experiencia para implementar los requerimientos y recomendaciones aplicables del presente Código.

803 DEFINICIÓN DE SISTEMAS DE TUBERÍA

803.11 el *gas* tal como se usa en el presente Código, es cualquier gas o mezcla de gases apropiada para unos como combustible doméstico o industrial y transportado o distribuido al usuario a través de un sistema de tuberías. Los tipos comunes son el gas natural, gas manufacturado y gas licuado de petróleo, distribuido como un vapor, con mezcla de aire o sin ella.

803.12 *Compañía operadora*, según se usa aquí, es la persona, asociación, corporación (empresa o compañía), institución pública y otra entidad que opera las instalaciones de transporte o distribución de gas.

803.13 *Derecho de Vía privado* según se usa en el presente Código, son los derechos de vía que no estén ubicados en caminos, calle o carreteras usadas por el público o en los derechos de vía de ferrovías.

803.14 *Invasión paralela*, según se usa en este Código, el la porción de la ruta de un gasoducto o línea principal que está tendida en una dirección generalmente paralela al derecho de vía, y que no cruza necesariamente el derecho de vía de un camino, calle, carretera o ferrovía.

803.15 *Salidas a presión (hot taps)* son conexiones secundarias de tubería o ramales, que se hacen en las líneas de ductos operativos o líneas principales u otras instalaciones, mientras las mismas se hallan en operación. La tubería de ramal se conecta a la tubería principal, y se hace la unión de toma o derivación de la línea de operación mientras ésta se halla bajo presión.

813.16 *Cámara* es una estructura subterránea a la cual puede ingresarse y que está diseñada para contener tubería y

componentes de tubería (tales como válvulas y reguladores de presión).

813.17 *Transporte de gas* es la recolección, transporte o distribución de gas por gasoducto o el almacenamiento de gas.

813.18 *Gasoducto* son todas las partes de las instalaciones físicas a través de las cuales se mueve el gas en su transporte, incluyendo tuberías válvulas, accesorios, bridas (incluyendo el empernado y las empaquetaduras), reguladores, recipiente a presión, amortiguadores de pulsación, válvulas de desfogue, y otros accesorios instalados en la tubería, unidades de compresión, estaciones de medición, estaciones de regulación, y conjuntos fabricados. Se incluyen en esta definición las líneas de transporte y recolección de gas, incluyendo sus complementos o accesorios que se halla instalados costa fuera para el transporte de gas desde las instalaciones de producción a localidades en tierra y equipo s de almacenamientos de gas del tipo de tubería cerrada, que se fabrican o se forjan de tubería o se fabrican con tubería y accesorios.

803.2 Sistemas de Tubería

803.21 *Sistema de transporte* es uno o más segmentos del gasoducto, usualmente interconectados para conformar una red, que transportan gas de un sistema de recolección, desde la salida de una planta de procesamiento, o un campo de almacenamiento, hacia un sistema de distribución de alta o baja presión, un cliente que compra un gran volumen, ú otro campo de almacenamiento.

803.211 *Línea de transporte* es un segmento de gasoducto instalado en un sistema de transporte entre campos de almacenamiento.

803.212 *Campo de almacenamiento* es un campo geográfico que contenga un pozo o grupo de pozos interconectados que están terminados y dedicados al almacenamiento subterráneo de grandes cantidades de gas para su recuperación posterior, transporte y uso final.

803.22 Sistema de Distribución

803.221 *Sistema de distribución de baja presión* es un sistema de tuberías para distribución de gas, en el cual la presión del gas en las líneas principales y las de servicio, es substancialmente la misma que la de entrega en los implementos del cliente. En estos sistemas, no se necesita un regulador en cada línea de servicio individual.

803.222 *Sistema de Distribución de Alta Presión* es un sistema de tuberías de distribución de gas que opera a una presión mayor a la presión de servicio estándar que se entrega al cliente. En tales sistemas, se requiere un regulador de servicio para cada línea de servicio para controlar la presión entregada al cliente.

803.223 *Línea principal de gas o línea principal de distribución* es un segmento del gasoducto en un sistema de tuberías de distribución, instalado para llevar el gas a las líneas de servicio individual o a otras líneas principales.

803.224 *Línea de servicio de gas* es la tubería instalada entre una línea principal u otra fuente de provisión o abastecimiento de gas y un sistema de medición. (Véase el párrafo 802.12(c).)

803.23 *Sistema de recolección* es uno o más segmentos de gasoducto, usualmente interconectados para conformar una red, que transporta gas desde una o más instalaciones de producción a la salida de una planta de procesamiento de gas. Si es que no existe una planta de procesamiento de gas, el gas es transportado al punto más aguas debajo de (1) el punto de transferencia de custodia de gas para su entrega a un sistema de distribución, o (2) el punto donde la acumulación y preparación de gas se ha completado, desde distintos campos geográficos de producción, que se hallen en una proximidad razonable.

803.231 *Línea de recolección* es un segmento de gasoducto instalado en un sistema de recolección.

803.24 Sistemas Misceláneos

803.251 *Tubería de instrumentos*, son todas las tuberías, válvulas y accesorios utilizados para conectar instrumentos a la tubería principal, a otros instrumentos y aparatos, o a equipos de medición.

803.252 *Tubería de control* son todas las tuberías, válvulas y accesorios utilizados para interconectar aire, gas o aparatos de control hidráulicamente operados o instrumentos transmisores y receptores.

803.253 *Tubería de muestreo*, es toda la tubería, válvulas y accesorios usados para recolectar muestras de gas, vapor, agua o petróleo.

803.254 *Instalaciones de producción* es el equipo de tubería usando en la producción, extracción, recuperación, elevación, estabilización, separación tratamiento, medición asociada y compresión de campo, extracción por elevación con gas (gas lift), inyección de gas, o alimentación de gas combustible. La tubería o el equipo deberán usarse en la extracción de líquidos de petróleo o gas natural del subsuelo, y prepararlo para su transporte a través de líneas de ductos.

803.255 Planta de procesamiento de gas, es una instalación usada para extraer productos comerciales del gas.

803.3 Medidores, Reguladores y Estaciones de Alivio o Desahogo de Presión

803.31 Medidores

803.311 Medidor del cliente, es un medidor que mide el gas entregado a un cliente para consumo en las instalaciones del cliente.

803.312 *Conjunto o juego de medidor* es la tubería y los accesorios para conectar el lado de entrada del medidor a la línea de servicio de gas y el lado de la salida del medidor a la línea de combustible del cliente.

803.32 Reguladores

803.321 *Un regulador de servicio* es un regulador instalado en una línea de servicio de gas para controlar la presión del gas entregado al cliente.

803.322 Regulador de monitoreo, es un regulador de presión instalado en serie con otros reguladores de presión, que en una emergencia, asume automáticamente el control de la presión aguas debajo de la estación, en caso de que la presión exceda el máximo que se haya fijado.

803.323 Una estación reguladora de presión consiste en el equipo instalado para reducir automáticamente y regular la presión en el gasoducto de aguas abajo o línea principal a la que esté conectada. Se incluyen la tubería y los dispositivos auxiliares, tales como válvulas, instrumentos de control, líneas de control, el cerramiento y el equipo de ventilación.

803.324 *Una estación limitador de presión* consiste en el equipo que bajo condiciones anormales. Actuará para reducir, restringir o parar por completo el flujo del gas que fluye dentro de un sistema para evitar que la presión del gas exceda un valor predeterminado. Mientras prevalecen las condiciones normales, la estación limitadora de presión podrá ejercer algún grado de control del flujo del gas o podrá permanecer en la posición de completamente abierto. Se hallan incluidas en la estación las tuberías y los dispositivos auxiliares, tales como válvulas, instrumentos de control el cerramiento, y el equipo de ventilación, instalados de acuerdo con los requerimientos pertinentes del presente Código.

803.33 Alivio o Desahogo de Presiones

803.331 *Una estación de Alivio de Presiones*, consiste en el equipo instalado para ventar el gas de un sistema que se esté protegiendo, para evitar que la presión del gas exceda un límite predeterminado. El gas puede ser veteado a la atmósfera o hacia un sistema de menor presión capaz de absorber bajo condiciones de seguridad el gas que se esté descargando. Se incluyen en la estación la tubería y dispositivos auxiliares, tales como válvulas, instrumentos de control, líneas de control, el cerramiento y el equipo de ventilación, instalados de acuerdo con los requerimientos pertinentes del presente Código.

803.4 Válvulas

803.41 *Válvula de retención* es una válvula instalada para detener el flujo de gas en una tubería.

803.42 *Válvula de línea de servicio* es una válvula de retención lista para operación y accesible para el propósito de cerrar el flujo de gas hacia la línea de combustible del cliente. La válvula de retención deberá estar ubicada en la línea de servicio, delante del regulador de servicio y delante del medidor, si es que no se provee un regulador. La válvula se conoce también como un cierre de línea de servicio. Un tapón de línea de servicio o un detenedor de medidor.

803.43 *Válvula de bordillo*, es una válvula de retención instalada debajo del suelo en una línea de servicio o cerca la línea de límite de propiedad, accesible a través de una cámara de bordillo, o tubo vertical, y operable mediante una llave removible o llave de tuercas para cerrar el abastecimiento de

gas a un edificio. Esta válvula también se conoce como el cierre de acera o tapón de acera.

803.5 Equipo para Almacenamiento de Gas

803.51 *Receptor de tipo tubo* es cualquier recipiente de tubo o grupo de recipientes de tubería interconectados, instalados en una localidad y usados solamente para almacenar gas.

803.52 *Botella*, como se utiliza el término es el presente Código, es una estructura hermética al gas, fabricada completamente de tubería, y cierres de extremo estirados, forjados o batidos y probados en la planta del fabricante.

803.53 *Recipiente tipo botella* es cualquier botella o grupo de botellas interconectadas, instaladas en una localidad y utilizadas para almacenar gas.

804 DEFINICIONES DE LOS COMPONENTES DE LOS SISTEMAS DE TUBERÍA

804.1 General

804.11 Términos Plástico

804.111 *Plástico* (sustantivo) es un material que contienen como ingrediente esencial una sustancia orgánica peso molecular alto o ultra-alto, es sólido en su estado acabado, y en alguna etapa de su manufactura o procesamiento, puede ser modelado por flujo. Los dos tipos de plástico a los que se hace referencia en este Código son el termoplástico y el termofraguante.

814.112 *Termoplástico* es un plástico que es capaz de podérselo ablandar repetidamente mediante el aumento de temperatura y endurecerlo mediante la disminución de la temperatura.

814.113 *Plástico de termofraguado*, es un plástico capaz de cambiarse a un producto substancialmente infusible o insoluble cuando se lo cura mediante la aplicación de calor o medios químicos.

804.13 *Hierro dúctil*, algunas veces llamado hierro nodular, es un material ferroso fundido en el cual el grafito se halla presente en forma esferoidal, en lugar de hallarse como hojuelas.

804.14 *Ítems propietarios* son ítems fabricados y comercializados por una compañía que tenga el derecho exclusivo o restringido para fabricarlos y venderlos.

804.15 *Recipiente de tubería* es una estructura sellada al gas, armada en un taller o armada en el campo a partir de tubería y cierre de extremos.

804.2 Tubería

804.21 Términos de Tubos y Tuberías

804.211 *Tubo* es un producto tubular fabricado para venderlo como un ítem de producción. Los cilindros formados de plancha durante la fabricación de equipo

auxiliar, no son tubos, de acuerdo a la definición que aquí se da.

804.212 Tubo expandido en frío es tubería sin costura o soldada que se forma y luego se expande enfriado mientras se halla en la fundición, de manera que la circunferencia se aumente permanentemente por lo menos en un 0.50%

804.22 Términos Dimensionales

804.221 *Tramo* es una pieza de tubo de la longitud que despacha la fundición. Cada pieza se llama un tramo, sin interesar sus dimensiones reales. A veces también se les llama “piezas” aunque se prefiera “tramo.”

804.222 *Espesor nominal de pared, t*, es el espesor de pared computado o utilizado en la ecuación de diseño del párrafo 841.11 o A842.221 en el Capítulo VIII. Bajo el presente Código, la tubería puede pedirse con este espesor de pared computado, sin añadirle ninguna holgura para compensar la tolerancia de falta de espesor permitida en las especificaciones aprobadas.

804.223 *NPS (nominal pipe size – tamaño nominal de tubo)* es un designador adimensional de tubería. Indica un tamaño estándar de tubería cuando está seguido por un número adecuado (por Ej., NPS 1 ½, NPS 12).

804.224 *Diámetro o diámetro externo nominal* es el diámetro de la tubería, tal como se produjo, o tal como se especificó, que no debe confundirse con el NPS que es adimensional. Por ejemplo, las tuberías NPS 12, tiene un diámetro exterior especificado de 12.750 pulgadas, NPS 8 tiene un diámetro exterior especificado de 8.625 pulgadas y NPS 24 tiene un diámetro exterior especificado de 24.000 pulgadas.

804.23 Propiedades Mecánicas

804.231 *Resistencia al la fluencia* expresada en libras por pulgada cuadrada, es la resistencia a la cual el material exhibe una deformación especificada limitante permanente, o produce una elongación total especificada bajo la carga. La deformación especificada limitante o la elongación, generalmente se expresan como un porcentaje de la longitud medida. Sus valores se especifican en las diferentes especificaciones de materiales aceptables bajo el presente Código.

804.232 *Resistencia a la tracción*, expresada en libras por pulgada cuadrada, es la mayor tensión de tracción unitaria (referida a la sección transversal original) que un material puede soportar antes de la falla.

804.233 *Tensión mínima especificada de fluencia (SMYS)*, expresada en libras por pulgada cuadrada, es la mínima resistencia a la fluencia prescrita por la especificación bajo la cual se adquiere la tubería del fabricante.

804.234 *Resistencia mínima especificada de tracción* expresada en libras por pulgada cuadrada, es la mínima resistencia a la tracción prescrita por la especificación bajo la cual se adquiere la tubería del fabricante.

804.235 *Elongación mínima especificada* es la elongación mínima (expresada en porcentaje de la longitud medida) en el espécimen de prueba de tracción, prescrita por la especificación bajo la cual se adquiere el material del fabricante.

804.24 Tubería de Acero

804.241 Acero al Carbón³ Ya por costumbre generalizada, se considera que el hacer sea acero al carbón cuando no se especifica o se requiere un mínimo contenido de aluminio, boro, cromo, cobalto, molibdeno, níquel, niobio, titanio, tungsteno, vanadio, zirconio, o cualquier otro elemento añadido para obtener un efecto de aleación deseado; cuando el mínimo especificado para cobre no excede el 0.40%; o cuando el máximo contenido especificado para cualquiera de los siguientes elementos no excede los siguientes porcentajes:

cobre	0.60%
manganeso	1.65%
silicio	0.60%

En todos los aceros al carbón, algunas veces se hallan pequeñas cantidades de ciertos elementos residuales inevitablemente retenidos de las materias primas, aunque no están especificados ni requeridos, tales como el cobre, molibdeno, cromo, etc. Se considera que estos elementos son ocasionales y normalmente no se los determina ni reporta.

804.242 Acero de Aleación.⁴ Por costumbre común, el acero se considera como de aleaciones cuando el máximo del rango dado para el contenido de los elementos de aleación excede uno o más de los siguientes límites:

cobre	0.60%
manganeso	1.65%
silicio	0.60%

o en los cuales un rango definido o un mínimo definido de cualquiera de los siguientes elementos se especifica o se requiere dentro de los límites de campo reconocido de aleaciones de acero para construcción:

- (a) aluminio
- (b) boro
- (c) cromo (hasta 3.99%)
- (d) cobalto
- (e) columbio
- (f) molibdeno
- (g) níquel
- (h) titanio
- (i) tungsteno
- (j) vanadio
- (k) zirconio

o cualquier otro elemento de aleación agregado para obtener un efecto deseado de aleación.

804.243 Proceso de Manufactura de la Tubería.

Los tipos y nombres de uniones soldadas se usan aquí de acuerdo con su uso común según se las define en ANSI / AWS A3.0, o según se define específicamente líneas abajo:

³ Del *Manual de Productos de Acero*, Sección 6, Ameritan Iros ana Hotel Instituta, Agosto, 1952, Págs. 5 y 6.

⁴ Del *Manual de Productos de Acero*, Sección 6, Ameritan Iros ana Hotel Instituta, Agosto, 1952, Págs. 6 y 7.

(a) *Tubería soldada por resistencia eléctrica* es tubería producida en tramos individuales o en longitudes continuas a partir de tira metálica enrollada que posteriormente se corta en tramos individuales. Los tramos resultantes, tienen una unión longitudinal a tope donde la coalescencia se produce por el calor obtenido de la resistencia del tubo al flujo de la corriente eléctrica en un circuito del cual el tubo es una parte, y por la aplicación de presión. Las especificaciones típicas son ASTM A 53, ASTM A 135 y API 5L.

(b) *Tubería Soldada a Tope en Horno*

(1) *Soldado en campana* es tubería soldada en horno producida en tramos individuales de tira metálica cortada al tamaño. La unión al tope longitudinal del tubo, soldada por forja mediante presión mecánica se desarrolla forzando la tira calentada en horno a través de los troqueles con forma de cono (comúnmente conocidos como campana de soldadura”), que sirve como el troquel combinado de conformar y soldar. Las especificaciones típicas son ASTM A 53 Y API 5L.

(2) *Soldadura continua* es tubería soldada en horno, producida en tramos continuos a partir de tira metálica enrollada que posteriormente se corta en tramos individuales. Las uniones a tope longitudinales de la tubería se sueldan por forjado mediante la presión mecánica desarrollada al laminar la tira formada por calor, a través de una serie de rodillos soldadores de paso redondo. Las especificaciones típicas son ASTM A 53, y API 5L.

(c) Tubería soldada por electo- fusión es tubería que tiene una unión longitudinal soldada a tope, donde la coalescencia se produce en el tubo preformado, por soldadura de arco eléctrico manual o automático. La soldadura puede ser sencilla o doble y puede ser efectuada con el uso de metal de relleno o sin él. Las especificaciones típicas son ASTM A 134 y ASTM A 139, que permiten soldadura sencilla o doble con el uso de metal de relleno o sin él. Otras especificaciones típicas adicionales son ASTM A 671 y ASTM A 672, que requieren tanto soldaduras internas como externas y el uso de metal de relleno.

Tubería soldada en espiral, también se fabrica por el proceso de soldadura de electro-fusión ya sea con una unión a tope, unión superpuesta o unión de costura enganchada. Las especificaciones típicas son ASTM A 134, ASTM A 139 (junta a tope), API 5L Y ASTM A 211 (unión a tope unión superpuesta o unión de costura enganchada).

(d) *Tubería soldada por fulguración eléctrica (flash welded)* es tubería que tiene una unión a tope longitudinal, donde la coalescencia se produce simultáneamente sobre toda el área de superficies colindantes por el calor obtenido de la resistencia al flujo de la corriente eléctrica entre las dos superficies y por la aplicación de presión después de que el calentamiento se haya completado substancialmente. La fulguración y el acortamiento son acompañados por la expulsión de metal de la unión. Una especificación típica es API 5L.

(e) *Tubería soldada por doble arco sumergido* es tubería que tiene una unión a tope producida por lo menos en dos pasadas, una de las cuales es por dentro de la tubería. La coalescencia se produce por el calentamiento con un arco eléctrico entre el electrodo de metal desnudo o los electrodos, y el trabajo. La soldadura queda blindada por una capa de material granular fusible sobre el trabajo. No se aplica presión, y el metal de relleno para las soldaduras interna y

externa se obtiene del electrodo o los electrodos. Las especificaciones típicas son ASTM A 381 y API 5L-

(f) *Tubería sin costura* es un producto tubular fundido hecho sin una costura soldada. Se fabrica mediante trabajo en caliente del acero y si es necesario, por una posterior acabado en frío del producto tubular trabajado en caliente, para producir la forma deseada, dimensiones y propiedades. Las especificaciones típicas son ASTM A 53, ASTM A 106 y API 5L.

804.25 Para tubería plástica, véase el párrafo 805.13.

805 DISEÑO, FABRICACIÓN, OPERACIÓN, Y TÉRMINOS DE PRUEBA

805.1 GENERAL

805.11 Área

805.111 *La clase de localidad* es un área geográfica a lo largo de un gasoducto clasificado de acuerdo al número y proximidad de los edificios construidos para la ocupación humana y otras características que se consideran cuando se prescribe los factores de diseño para la construcción, presiones de operación, y métodos de probar las líneas de ductos y las tuberías principales ubicadas en la zona y aplicando ciertos requerimientos de operación y mantenimiento.

805.12 Para una definición de *términos de investigación de fugas*, véase el Apéndice M.

805.13 Términos de Materiales Plásticos

805.131 Nomenclatura de las Uniones Plásticas

(a) *Uniones con cemento solvente* es una unión realizada en la tubería termoplástica, mediante el uso de un solvente o cemento solvente que forma una unión continua entre las superficies coincidentes.

(b) *Junta de unión de calor* es una junta efectuada en la tubería termoplástico, mediante el calentado de las partes suficientemente para permitir la fusión de los materiales cuando las partes se presionan juntas.

(c) *Junta adhesiva* es una junta efectuada en la tubería plástica, mediante el uso de una sustancia adhesiva que forma una unión continua entre las superficies coincidentes sin disolver ninguna de las dos.

805.132 *Relación estándar de dimensiones* es la relación del diámetro exterior de la tubería al espesor de pared de la tubería termoplástica. Se calcula dividiendo el diámetro exterior especificado entre el espesor de pared especificado, en pulgadas.

805.133 *Resistencia hidrostática de largo plazo* es la tensión de aro estimada en libras por pulgada cuadrada en una pared de tubería plástica que causará la falla de la tubería a un promedio de 100,00 horas, cuando se somete a una presión hidrostática constante. (Véase el Apéndice D.)

805.14 Fabricación

805.141 *Estirado o forzado en frío* donde se usa en este Código, es la fabricación de la tubería a una longitud real más corta que la longitud nominal y forzando la tubería a llegar a su posición, de manera que quede tensionada por tracción cuando se halle en la condición de armada; compensando parcialmente de esta manera, los efectos producidos por la dilatación debida al aumento de temperatura. El factor de estirado o forzado, es la relación de la magnitud de estiramiento forzado que se ejerció, dividida por la dilatación total computada debida a la temperatura.

805.15 *Subida de capacidad de resistencia a la presión*, es la adecuación o calificación de un ducto existente o línea principal para resistir una máxima presión admisible de operación de mayor valor.

805.2 Diseño

805.21 Términos de Presión

805.211 *La presión*, a menos que se indique de otra manera, se expresa en libras por pulgada cuadrada, por encima de a presión atmosférica (es decir, presión manométrica) y se abrevia psig.

805.212 *Presión de diseño* es la máxima presión permitida por este Código, según se la determina mediante los procedimientos aplicables a los materiales y las localidades de las que se trate.

808.213 *Máxima presión de operación (MOP)*, algunas veces se hace referencia a ella como la máxima presión de operación actual o real; es la presión más alta a la cual se opera un sistema de tuberías durante un ciclo normal de operación.

805.214 *Máxima presión admisible de operación (MAOP)* es la presión máxima a la cual un sistema de gas puede operarse de acuerdo con las disposiciones del presente Código.

805.215 *Máxima presión admisible de prueba* es la máxima presión interna del fluido permitida por el presente Código para una prueba de presión, basada en el material y la localidad de que se trate.

805.216 *Presión de servicio estándar*, llamada a veces la presión normal de utilización, es la presión de gas que se mantiene en una instalación para aplicarla a los medidores de sus clientes domésticos.

805.217 *La protección contra sobre-presiones* se provee mediante un dispositivo o equipo instalado para evitar la presión excesiva en un recipiente de presión, un gasoducto o un sistema de distribución, excediendo un valor predeterminado. Puede obtenerse esta protección instalando una estación de desahogo o alivio de presiones o una estación limitadora de presión.

805.218 *La prueba de retención de presión* demuestra que los tubos o el sistema de tubería no tiene fugas, según se evidencia por la no caída de presión durante un período de tiempo especificado después de que la fuente de presión ha sido aislada.

805.22 **Términos de Temperatura**

805.221 *La temperatura* se expresa en grados Fahrenheit (°F), a menos que se indique de otra manera.

805.222 *Temperatura ambiente* es la temperatura del medio circundante, usada generalmente para referirse a la temperatura del aire en la cual está situada una estructura o en la cual opera un dispositivo.

805.223 *Temperatura del suelo* es la temperatura de la tierra la profundidad en que se halla la tubería.

805.23 **Términos de tensiones**

805.231 Tensión, expresada en libas por pulgada cuadrada, es la fuerza interna resultante, que resiste el cambio en el tamaño o forma de un cuerpo sobre el que se actúa mediante fuerzas externas. En el presente Código, a menudo se usa “tensión” como un sinónimo de tensión unitaria, que es la tensión por unidad de superficie-

805.232 *Tensión de operación* es la tensión en un ducto o en un miembro estructural, bajo condiciones normales de operación.

805.233 Tensión de aro (S_H) es la tensión en un tubo cuyo espesor de pared es t , actuando circunferencialmente en un plano perpendicular al eje longitudinal del tubo, producido por la presión P , del fluido dentro de un tubo de diámetro D , que se determina con la fórmula de Barlow:

$$S_H = \frac{PD}{2t}$$

805.234 *Máxima tensión de aro admisible* es la máxima presión de aro permitida por el presente Código para el diseño de un sistema de tuberías. Depende del material usado, de la localidad donde esté la tubería, las condiciones de operación, y otras limitaciones impuestas por el diseñador, en conformidad con el presente Código.

805.235 *Tensión secundaria* es la tensión creada en la tubería por cargas distinta a la presión interna del fluido, tales como la carga del relleno (de tierra) sobre la tubería, cargas de tráfico, cargas causadas por peligros naturales (véase el párrafo 841.13), la acción de viga en un tramo, cargas en los apoyos, y en las conexiones con la tubería

CAPÍTULO I MATERIALES Y EQUIPO

810 MATERIALES Y EQUIPO

810.1

Se tiene la intención de que todos los materiales y equipos que se convertirán en una parte permanente de cualquier sistema de tuberías construido bajo el presente Código sean adecuados y seguros para las condiciones bajo las cuales se usen. Todos estos materiales y equipos, deberán estar calificados para las condiciones de su utilización mediante el cumplimiento de ciertas especificaciones, estándares y requerimientos especiales del presente Código, o que de otra manera se dispongan aquí.

811 CALIFICACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPO

811.1

Los materiales y el equipo caen dentro de una de las siguientes seis categorías que corresponden a los métodos de calificación para usarlos bajo el presente Código.

(a) ítems que conforman con los estándares o especificaciones referenciados en este Código.

(b) ítems que son importantes desde el punto de vista de la seguridad, de un tipo para el cual los estándares y especificaciones se referencian en este Código, pero que no se conforman específicamente a los estándares referenciados; por ejemplo, tubería fabricada bajo especificaciones que no están referenciadas en este Código.

(c) ítems de un tipo para el cual los estándares o especificaciones se referencian en este Código, pero que no se conforman a los estándares y son de importancia relativamente menor desde el punto de vista de la seguridad debido a su pequeño tamaño o debido a las condiciones bajo las cuales se los debe utilizar.

(d) ítems de un tipo para el cual no hay referencia a ningún estándar o especificación en este código, por ejemplo, compresores de gas.

(e) ítems propietarios (véase la definición en el párrafo 804.14).

(f) tubería no identificada o usada.

811.2

Los procedimientos prescritos para calificar cada una de estas seis categorías, se dan en los siguientes párrafos.

811.21 Los ítems que se conforman a los estándares o especificaciones referenciados en este Código, (párrafo 811.1(a)), pueden utilizarse para las aplicaciones apropiadas según se las prescribe y se las limita en el presente Código sin una mayor calificación. (Véase el párrafo 814).

811.21 Los ítems importantes de un tipo para el cual los estándares o especificaciones se hayan referenciado en este Código, tales como la tubería, válvulas y bridas, pero que no se conforman con los estándares o especificaciones referenciadas en este Código {párrafo 811.1(b)} deberán ser calificadas según se describe en los párrafos 811.221 o 811.222.

811.22 Los estándares y especificaciones aprobados para uso bajo el Código y los nombres y direcciones de las organizaciones patrocinadoras, se muestran en el Apéndice A. No se considera práctico referirse a una edición específica de cada uno de los estándares y especificaciones, en párrafos individuales del Código.

811.221 Un material que se conforme a una especificación escrita que no varíe substancialmente de un estándar referenciado o una especificación y que cumpla con los requerimientos mínimos del presente Código, podrá usarse sin problema. Este párrafo no debe ser aprovechado para permitir desviaciones que pudieran tender a afectar la calida de soldabilidad o ductilidad de manera adversa. Si las desviaciones tienden a reducir la resistencia, se deberá dar plena holgura por la reducción, incorporándola en el diseño.

811.222 Cuando se efectúe la petición de aprobación al Comité de Sección, deberán de cumplirse los siguientes requerimientos: Si es posible, el material deberá ser identificado con un material comprable, y deberá declararse que el material cumplirá con la especificación, exceptuando según se indique. Deberá proporcionarse información completa en cuanto a la composición química y propiedades físicas al Comité de Sección, cuya probación deberá obtenerse antes de que el material se use.

811.23 Podrán usarse ítems relativamente poco importantes que no estén en conformidad con un estándar o especificación (párrafo 811.1(c)), siempre que:

(a) se prueben o investiguen y se hayan hallado adecuados para el servicio propuesto

(b) se usen en tensiones unitarias no mayores al 50% de aquellas permitidas por este Código, para materiales comprables.

(c) su uso no está específicamente prohibido por el Código.

811.24 Los ítems de un tipo para el cual no haya un estándar o especificaciones referenciadas en este código (párrafo 811.1(d)) y los ítems propietarios (párrafo 811.1(c)) podrán ser calificados por el usuario, siempre que:

(a) el usuario efectúe investigaciones y pruebas (si se necesitan) que demuestren que el ítem o material o equipo sea adecuado y seguro para el servicio propuesto.

(b) el fabricante afirme la seguridad del ítem recomendado para el servicio (por Ej., compresores de gas y dispositivos para el desahogo de presión).

811.25 Podrá usarse tubería no identificada o usada (párrafo 811.1(f)) excepto para aplicaciones submarinas y que se halle sujeta a los requerimientos del párrafo 817.

812 MATERIALES PARA USO EN CLIMAS FRÍOS

Algunos de los materiales que están en conformidad con las especificaciones referenciadas para usarlas bajo este Código, pudieran no tener propiedades adecuadas para la porción inferior de la gama de temperaturas que cubre el presente Código. Se previene a los Ingenieros que presten atención al impacto que causa la baja temperatura sobre las propiedades de los materiales que se usan para las instalaciones que estén expuestas a temperaturas de suelo inusualmente bajas o temperaturas atmosféricas muy bajas.

813 MERCADEO O COMERCIALIZACIÓN

813.1

Todas las válvulas, accesorios, bridas, empernado, tuberías y tubing, deberán estar marcados de acuerdo con la sección de marcas de este estándar y especificaciones a las cuales los ítems fueron manufacturados o de conformidad con los requerimientos de MSS SP-25.

813.2

Si es que se utiliza el estampado, deberá hacerse con troqueles, que tengan extremos redondeados o romos, para minimizar las concentraciones de esfuerzos.

814 ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

Véase en el Apéndice A, una lista de todas las especificaciones de materiales referenciados. Véase en el Apéndice C, una lista de otros materiales comúnmente usados y que no están referenciados.

814.1 Requerimientos Generales

Podrá usarse la tubería que este calificada bajo el párrafo 811.1(a).

814.11 Tubería de Acero

(a) la tubería de acero manufacturada de conformidad con lo siguientes estándares, podrá ser usadas sin problemas:

API 5L	Tubería de Línea
ASTM A 53	Tubería Soldada y Sin Costura
ASTM A 106	Tubería Sin Costura
ASTM A 134	Tubería Soldada por Electro-Fusión (Arco)
ASTM A 135	Tubería Soldada por Electro-Resistencia
ASTM A 139	Tubería soldada por Electro-Fusión (Arco)
ASTM A 333	Tubería sin Costura y Soldada para Servicio a Baja Temperatura
ASTM S 381	Tubería Soldada por Arco de Metal
ASTM A 671	Tubería Soldada por Electro-Fusión
ASTM A 672	Tubería Soldada por Electro-Fusión

814.12 Tubería de Hierro Dúctil. Podrá usarse tubería de hierro dúctil, manufacturada de acuerdo con ANSI A21.52, titulada Tubería de Hierro Dúctil, Fundido Centrifugamente, en Moldes de Metal, o Moldes Revestidos de Arena para Gas.

814.13 Tubería Plástica y Componentes

(a) La tubería plástica y los componentes manufacturados en conformidad con los siguientes estándares, podrán usarse:

ASTM D 2513 Tubería Termoplástico para Gas a Presión, Tubería Delgada (Tubing) y Accesorios

ASTM D 2517 Tubería y Accesorios de Presión para Gas, de Plástico Reforzado con Resina Epóxica

(b) La tubería termoplástico, tubería delgada (tubing) accesorios y cementos que estén en conformidad con ASTM D 2513, deberán ser producidos de acuerdo con el programa de control de calidad en fábrica, recomendado en el Apéndice A4 de aquella especificación.

814.14 Calificación de Materiales de Tubería de Plástico

(a) Además del cumplimiento con las disposiciones del párrafo 814.13, el usuario deberá investigar cuidadosamente y en forma específica la tubería, tubería delgada (tubing) o accesorios de plástico a ser utilizadas y deberá determinar la aplicabilidad al servicio de los materiales para las condiciones que se anticipen. El material seleccionado deberá ser adecuadamente resistente a los líquidos y atmósferas químicas que se pudieran encontrar.

(b) Cuando se unen tubería de plástico, tubería delgada (tubing) o accesorios de diferentes especificaciones de materiales, deberá efectuarse una cuidadosa investigación para determinar que los materiales sean compatibles unos con otros. Véase en el párrafo 842.39, los requerimientos de las uniones.

814.2 Componentes de Tubería de Acero, Hierro Fundido y Hierro Dúctil

Los requerimientos específicos para estos componentes que califican bajo el párrafo 811.1(a), se hallan en el Capítulo III.

815 ESPECIFICACIONES DE EQUIPO

Excepto por los componentes de tubería y materiales estructurales de las listas de los Apéndices A y C, no se tiene la intención de incluir en el presente Código las especificaciones completa de equipos. Sin embargo, ciertos detalles de diseño y fabricación, se refieren necesariamente al equipo, tales como los colgadores de tubería, amortiguadores de vibración, instalaciones eléctricas, motores, compresores, etc. Se dan aquí, especificaciones parciales para tales ítems de equipo, particularmente si es que afectan la seguridad del sistema en el cual van a instalarse. En otros casos, en que el Código no da especificaciones para el ítem de equipo en particular, el propósito es que las medidas de seguridad del Código, prevalezcan, en cuanto a que sean aplicables. En todo caso, la seguridad de un equipo instalado en un sistema de tuberías, deberá ser equivalente a la de las otras partes del mismo sistema.

816 TRANSPORTE DE LA TUBERÍA DE LÍNEA

Cualquier tubería que tenga una relación del diámetro externo al espesor de pared de 70 a 1 o más, que se vaya a usar en un gasoducto con una tensión de aro de 20% o más de la mínima resistencia especificada a la fluencia, que haya sido o vaya a ser transportada por ferrocarril, vías acuáticas interiores, o por transporte marino, debe haber sido o deberá ser cargada en conformidad con API RP5L1 ó API RP5LW, respectivamente. Donde no sea posible establecer que la tubería se transportó en conformidad con la práctica apropiada recomendada, la tubería deberá ser probada hidrostáticamente durante por lo menos dos horas a por lo menos 1.25 veces la máxima presión admisible de operación si es que se instala en una localidad de Clase 1, o por lo menos a 1.5 veces la máxima presión admisible de operación si se instala en una localidad de Clase 2, 3 ó 4.

817 CONDICIONES PARA LA REUTILIZACIÓN DE TUBERÍA

817.1 Reutilización de Tubería de Acero

817.11 La remoción de una porción de una línea de acero existente y la reutilización de la tubería en la misma línea o en una línea que opere a la misma o menor presión, se permiten, exceptuando el uso en aplicaciones submarinas, y es sujeto solamente de las restricciones de los párrafos 817.13(a), (f) e (i)

817.12 La tubería de acero usada y la tubería nueva de acero no identificada, pueden ser usadas para niveles de servicio de baja tensión (tensión de aro menor a 6,000 psi) donde no habrá un enroscado cerrado ni se harán dobladuras cerradas, siempre que:

(a) un examen visual cuidadoso indica que se halla en buenas condiciones y libre de costuras separados u otros defectos que pudieran causar fugas

(b) si la tubería va a ser soldada y es de especificación no conocida, deberá pasar satisfactoriamente las pruebas de soldabilidad prescritas en el párrafo 817.13(e).

817.13 La tubería usada de acero y la tubería de acero nueva no identificada, pueden calificar para usarlas a niveles de tensión por encima de 6,000 psi o para servicio que comprenda el enroscado cerrado o doblado cerrado, por los procedimientos y dentro de los límites descritos en la tabla que se da debajo.

	Tubería Nueva O Usada, de	Tubería Usada
	Especificación Desconocida	Especificación Conocida
Inspección	(a)	(a)
Propiedades de doblado	(b)	...
Espesor	(c)	(c)
Factor de unión longitudinal	(d)	(d)
Soldabilidad	(e)	...
Defectos superficiales	(f)	(f)
Tensión de fluencia	(g)	...
Valor S (párrafo 841.14)	(h)	...
Prueba hidrostática	(i)	(i)

NOTA GENERAL: Las letras en la tabla corresponden a los siguientes sub-párrafos, excepto donde se indica de otra manera.

(a) *Inspección* Toda la tubería deberá ser limpiada por dentro y por fuera, si es necesario, para permitir una buena inspección. Toda la tubería deberá ser inspeccionada visualmente para determinar que se halla razonablemente redonda y recta, y para descubrir cualesquier defectos que pudieran perjudicar la resistencia o la estanqueidad.

(b) *Propiedades de doblado.* Para tubería NPS 2 y menores, una longitud suficiente de tubo deberá doblarse en frío en un ángulo de 90° alrededor de un mandril cilíndrico, cuyo diámetro sea 12 veces el diámetro nominal de la tubería, sin desarrollar grietas en ninguna porción y sin que se abra la soldadura.

Para tubería mayor a NPS 2, se deberán hacer pruebas de aplanamiento según se prescribe en el Apéndice H. La tubería deberá cumplir con los requerimientos de esta prueba, excepto que el número de pruebas requerido para determinar las propiedades de aplanamiento deberán ser las mismas que las requeridas en el sub-párrafo (g) de líneas abajo, para determinar la resistencia a la fluencia.

(c) *Determinación del Espesor de Pared.* A menos que el espesor de pared se conozca con certidumbre, deberá determinarse el mismo mediante la medición del espesor en las cuartas partes de un extremo al otro de cada pieza de tubería. Si se conoce que el lote de tubería tiene grado tamaño, y espesor nominal uniformes, la medida deberá hacerse en no menos del 10% de las longitudes individuales, aunque no menos de 10 tramos; el espesor de los otros tramos puede ser verificado aplicando un instrumento de medición al espesor mínimo. Siguiendo tales medidas, el espesor nominal de pared deberá ser tomado como el siguiente espesor de pared comercial debajo del promedio de todas las medidas tomadas, aunque en ningún caso menor a 1.14 veces la última medida de espesor tomada, para toda la tubería menor a NPS 20 y no menor a 1.11 veces el último espesor medido para todas la tuberías de NPS 20 y mayores.

(d) *Factor de Junta Longitudinal* Si es que el tipo de junta longitudinal puede determinarse con certidumbre, el correspondiente valor de junta longitudinal, E (Tabla 841.115^a en el Capítulo IV), puede usarse. De otra manera, E deberá tomarse como 0.60 para tubería NPS 4 y menores, ó 0.80 tal tubería mayor a NPS 4.

(e) *Soldabilidad* La soldabilidad deberá ser determinada de la siguiente manera: Un soldador calificado deberá efectuar una soldadura de vuelta entera en el tubo. La soldadura deberá entonces someterse a prueba en conformidad con el requerimiento del API 1104. La soldadura de calificación, deberá hacerse bajo las condiciones más severas bajo las cuales se permite efectuar la soldadura en el campo y usando el mismo procedimiento que se usará en el campo. La tubería se deberá considerar soldable, si se cumplen los requerimientos establecidos en API 1104. Se debe hacer por lo menos una de tales pruebas de soldadura por cada 100 tramos de tubería en tamaños mayores a NPS 4. Para los tamaños de tubería NPS 4 y menores, se requerirá una prueba por cada 400 tramos de tubería. Si al efectuar la prueba de soldadura no pueden llegar a cumplirse los requerimientos de API 1104, la soldabilidad podrá establecerse efectuando pruebas químicas para determinar el carbono y el manganeso (véase el párrafo 823.23), y procediendo de acuerdo con las disposiciones de la Sección IX del Código de ASME para Calderos y Recipientes a Presión. El número de ensayos químicos, deberá ser el mismo que se requiere para pruebas de soldadura circunferencial indicada líneas arriba.

(f) *Defectos de Superficie.* Toda la tubería deberá ser examinada buscando abolladuras, surcos, y dobladuras y deberá ser calificada de acuerdo a las disposiciones del párrafo 841.24.

(g) *Determinación de la Tensión de Fluencia.* Cuando no se conozcan la resistencia mínima especificada de fluencia, la resistencia a la tracción, o la elongación de la tubería, y no se hagan pruebas físicas, la tensión mínima de fluencia se deberá tomar con un valor no mayor a 24,000 psi. De manera alternativa, las propiedades de tracción podrán ser establecidas como sigue:

(1) Realícense todas las pruebas de tracción prescritas por API 5L, excepto que el número de tales pruebas deberá ser como sigue:

Lote	Número de Pruebas de Tracción, Todos los Tamaños
10 tramos o menos	1 serie de pruebas de cada tramo
11 a 100 tramos	1 serie de pruebas de cada 5 tramos, aunque no menos de 10
Mayor a 100 tramos	1 serie de pruebas por cada 10 tramos, aunque no menos de 20

(2) Todos los especímenes de muestra, deben ser elegidos al azar.

(3) Si es que la relación de fluencia a tracción excede de un valor de 0.85, no deberá usarse la tubería, excepto según se indica en el párrafo 817.12.

(h) *Valor S* Para tuberías de especificación desconocida, la tensión de fluencia a usarse como S en la fórmula del párrafo 841.11 en lugar de la tensión mínima de fluencia especificada, deberá ser 24,000 psi, o determinarse como sigue:

Determine el valor promedio de todas las pruebas de tensión de fluencia para un lote uniforme. El valor de S que deberá entonces tomarse, será el menor de los siguientes:

(1) El 80% del valor promedio de las pruebas de tensión de fluencia

(2) El mínimo valor de cualquier prueba de tensión de fluencia, siempre que en ningún caso, se tome el valor de S mayor a 52,000 psi.

(i) *Prueba Hidrostática.* La tubería nueva o usada de especificación desconocida y toda la tubería usada, cuya resistencia se vea afectada por la corrosión u otro tipo de deterioro, deberá de volverse a probar hidrostáticamente, ya sea tramo por tramo en una prueba del tipo que se hace en la fundición, o en el campo, después de la instalación y antes de poner la tubería en servicio. La presión de prueba utilizada, deberá establecer la máxima presión admisible de operación, sujeta a las limitaciones descritas en el párrafo 841.111.

817.2 Re-utilización de Tubería de Hierro Dúctil

817.21 La remoción de una porción de una línea existente de especificaciones desconocidas y la re- utilización de la tubería en la misma línea o en una línea que opere a la misma o menor presión, se permite, siempre que se efectúe una inspección cuidadosa de confirme que la tubería está sana, y que permite el ajuste de uniones bien apretadas, y que tiene un espesor de pared real neto igual o que exceda los requerimientos del párrafo 842.214. La tubería deberá probarse para verificar que no tenga fugas, en conformidad con los párrafos 841.34 ú 841.35.

817.22 La s tubería usada de especificaciones conocidas, podrá ser re-utilizada de acuerdo con las disposiciones y especificaciones del párrafo 842.2 siempre que una inspección cuidadosa confirme que la cañería está en buena condición y permite el ajuste de uniones bien apretadas.

817.3 Re-utilización de Tubería Plástica

La tubería plástica usada y el tubing de especificaciones y dimensiones conocidas que se hayan usado en servicio de gas natural, solamente podrá re-utilizarse si es que:

(a) cumple con los requerimientos de ASTM D 2513 para tubería termoplástica nueva o tubing, o ASTM D 2517 para tubería de termofraguado nueva.

(b) Una inspección cuidadosa muestra que se halla libre de defectos visibles

(c) Se instala y se prueba de conformidad con los requerimientos de este Código para tubería nueva.

CAPÍTULO II SOLDADURA

820 SOLDADURA

821 GENERAL

821.1 Alcance

El presente capítulo encara la soldadura de los tramos de tubería, en materiales de acero tanto forjados como fundidos, y cubre las uniones soldadas a tope y las soldaduras en ángulo en tuberías, válvulas, bridas y accesorios, en ramales de tubería, bridas de deslizar, accesorios de enchufar y soldar, etc., según se aplican a gasoductos y conexiones a los aparatos o equipos. Cuando se proveen válvulas o equipo con los extremos de soldar adecuados para soldarlos directamente en la línea de ducto, el diseño composición, soldadura, y procedimientos de aliviado de tensiones, deben ser tales que no se tenga por resultado ningún daño significativo por la operación de soldadura o de aliviado de tensiones. El presente Capítulo no se aplica a la soldadura de la costura en la fabricación de la tubería.

821.2

La soldadura podrá ser efectuada por cualquier proceso o combinación de procesos que produzcan soldaduras que cumplan con los requerimientos de calificación de procedimiento del presente Código. Las soldaduras podrán ser realizadas por soldadura de posición o soldadura a giratubo, o una combinación de soldadura de posición y de soldadura a giratubo.

821.3

Antes de soldar ningún tubo, los componentes de la tubería, o el equipo correspondiente cubierto por el presente Código, de deberá de haber establecido un procedimiento de soldadura, y se debe de haberlo calificado. Cada soldador u operador de soldadura, debe ser calificado en la aplicación del procedimiento establecido antes de efectuar soldadura alguna en alguna tubería, componentes de tubería o equipo relacionado, instalado en conformidad con este Código.

821.4

Se deberán usar los estándares de aceptabilidad para las soldaduras de sistemas de tubería que operen a 20% o más de la tensión mínima especificada de fluencia, según se establece en API 1104.

821.5

Toda la soldadura efectuada según este Código, deberá ser realizada bajo un estándar referenciado en los párrafos 923.11 ú 823.21, el que resulte aplicable.

821.6

Antes de soldar en o alrededor de una estructura o área que contenga instalaciones de gas, se deberá efectuar una verificación cuidadosa para determinar la posible presencia de una mezcla de gas combustible. La soldadura solamente deberá comenzar cuando se hayan logrado condiciones de seguridad.

821.7 Términos de Soldadura

Las definiciones pertinentes a la soldadura según se usan en el presente Código, se hallan en conformidad con las definiciones estándar establecidas por la American Welding Society (Sociedad Estadounidense de Soldadura) y se hallan contenidas en ANSI / AWS A3.0.

822 PREPARACIÓN PARA SOLDADURA

822.1 Soldaduras a Tope

(a) Algunas operaciones de preparación de los extremos a soldar, se muestran en el Apéndice I, Fig. 14.

(b) En el Apéndice I, Figura 15, se muestra las preparaciones de extremos aceptables para soldadura a tope, de tramos que tengan ya sea espesores desiguales, o resistencias a la fluencia diferentes, o ambos.

822.2 Soldaduras en Ángulo

Las dimensiones mínimas para las soldaduras en ángulo usadas en la unión de bridas de deslizar y para las juntas de enchufe y soldadura, se muestran en el Apéndice I, Figura 16. Dimensiones mínimas similares para soldaduras en ángulo usadas en conexiones de ramales, se muestran en el Apéndice I, Figs. 11 y 12.

822.3 Soldaduras de Sello

Las soldaduras de sello las deberán efectuar soldadores calificados. Se permitirá la soldadura de sello de tramos roscados, aunque no se deberá considerar que la soldadura sello contribuye a la resistencia de los tramos.

823 CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS Y DE SOLDADORES

823.1 Requerimientos para los Sistemas de Tubería que Operan a Tensiones de Aro de Menos del 20% de la Tensión Mínima de Fluencia Especificada

823.11 Los soldadores cuyo trabajo se limite a la tubería que opera a niveles de tensión de aro de menos del 20% de la tensión mínima de fluencia especificada, deberá estar

calificados bajo cualquiera de las referencias dadas en el párrafo 823.21, o en conformidad con el Apéndice G.

823.2 Requerimientos para los Sistemas de Tubería que Operan a Tensiones de Aro del 20% o Mayores de la Tensión Mínima de Fluencia Especificada

823.21 Los procedimientos de soldadura y los soldadores que efectúen el trabajo bajo esta clasificación, deberán estar calificados bajo el Código de Calderos y Recipientes a Presión de ASME, Sección IX, o API 1104.

823.22 Cuando los soldadores calificados bajo API 1104 trabajen en la tubería de estaciones de compresión, sus calificaciones se deberán haber basado en los requerimientos de pruebas mecánicas destructivas de API 1104.

823.23 Variables para la Calificación Separada de Soldadores. Las referencias que se dan en el Párrafo 823.21, contienen secciones tituladas “Variables Esenciales,” aplicables a la calificación de soldadores; las mismas que deberán ser seguidas, excepto que para el propósito del presente Código, todo el acero al carbón que tenga un contenido de carbono que no exceda del 0.32% determinado por análisis de calor y un equivalente de carbón (C + ¼ Mn) que no exceda un 0.65% determinado por análisis de calor, se considera que entran en el grupo de materiales P-No. 1. Los aceros de aleación que tengan características de soldabilidad que se demuestre que son similares a aquellas de los aceros al carbón, podrán ser soldadas, precalentadas, y aliviadas de tensiones, según se prescribe aquí para tales aceros al carbón. Pudieran existir diferencias significativas entre la resistencia del metal de base comprendidos en estos materiales P-No. 1, y aunque no es una variable esencial para la calificación de soldadores, pudiera requerirse calificaciones separadas de procedimientos, en conformidad con el párrafo 823.21.

823.3 Requerimientos de Re-calificación de Soldadores

Se deberán requerir pruebas de re-calificación de soldadores si es que existe alguna razón específica para cuestionar la habilidad de un soldador o si es que el soldador no está familiarizado con un procedimiento de soldadura mediante la práctica en los últimos 6 meses o más. Todos los soldadores deberán ser re-calificados por lo menos una vez cada año.

823.4 Registros de Calificación

Los registros de las pruebas que establecen la calificación de un procedimiento de soldadura deberán ser mantenidos durante todo el tiempo en que el procedimiento se halle en uso. La compañía operadora o contratista, deberá, durante la construcción correspondiente, mantener un registro de los soldadores calificados, mostrando las fechas y los resultados de las pruebas.

824 PRECALENTAMIENTO

824.1

El acero al carbón que tenga un contenido de carbón en exceso de 0.32% (análisis de cucharón), o un equivalente de carbón (C + ¼ Mn) en exceso de 0.65% (análisis de

cucharón) deberá ser precalentado a la temperatura indicada por el procedimiento de soldadura. También deberá requerirse el precalentamiento para aceros que tengan menor contenido de carbón, o equivalentes de carbón más bajos, cuando el procedimiento de soldadura indica aquella composición química, temperatura ambiente y/o temperatura del metal, espesor del material, o la geometría de los extremos a soldar requieran tal tratamiento para producir soldaduras satisfactorias.

824.2

Cuando se estén soldando materiales no similares, que tengan requerimientos de precalentamiento diferentes, el material que requiere el mayor precalentamiento deberá ser el que mande, es decir el que se use.

824.3

Puede lograrse el precalentamiento por cualquier método adecuado, siempre que sea uniforme y que la temperatura no caiga debajo del mínimo prescrito durante la propia operación de soldadura.

824.4

Se deberá verificar la temperatura de calentamiento, mediante el uso de lápices indicadores de temperatura, pirómetros de termocupla, u otros métodos adecuados para asegurarse que la temperatura de precalentamiento requerida se obtiene antes de la operación de soldadura y se mantiene durante la misma.

825 ALIVIADO DE TENSIONES

825.1

Las soldaduras en aceros al carbón que tengan un contenido en exceso de 0.32% (análisis de cucharón), o un equivalente de carbón (C + ¼ Mn) en exceso de 0.65% (análisis de cucharón) deberán recibir un aliviado de tensiones, según se prescribe en el Código ASME BPV, Sección VIII. El alivio de presiones podría también ser aconsejable para soldaduras en acero que tengan menor contenido de carbón o carbón equivalente, cuando por condiciones adversas se enfríe la soldadura muy rápidamente.

825.2

Las soldaduras en todos los aceros al carbón, deberán ser aliviadas de tensiones cuando el espesor de pared nominal supere 1 ¼ de pulgada.

825.3

Cuando la junta soldada conecte partes que son de diferentes espesores pero de materiales similares, el espesor que se usará al aplicar las reglas de los párrafos 825.1 y 825.2, deberán ser:

(a) la parte más gruesa de las dos que se vayan a unir, medida en la unión de la soldadura

(b) el espesor de la cañería de línea en el caso de conexiones de ramales, bridas de deslizar o accesorios de enchufar y soldar.

825.4

Si alguno de los materiales en soldaduras entre materiales distintos, requiere aliviado de tensiones, toda la junta requerirá aliviado de tensiones.

825.5

Toda la soldadura de conexiones y agregados deberá aliviarse de tensiones cuando se requiere que la tubería esté aliviada de tensiones según las reglas del párrafo 825.3, con las siguientes excepciones:

(a) soldaduras en ángulo o en hendidura que no tengan más de ½ pulgada de tamaño del lado de la soldadura en ángulo que une las conexiones que no sean de un tamaño de cañería superior a NPS 2.

(b) soldaduras en ángulo y de ranura, que no tengan un tamaño mayor a 3/8" en la ranura, que unan miembros de soporte u otros agregados sin presión.

825.6 Temperatura de Aliviado de Tensiones

(a) El aliviado de tensiones deberá ser realizado a una temperatura de 1,100 °F o mayor, para aceros al carbón, y de 1,200 °F o mayores para aceros de aleaciones ferríticas. El rango exacto de temperatura deberá ser indicado en la especificación del procedimiento.

(b) Cuando el aliviado de tensiones se lleve a efecto en una junta entre metales no similares que tengan diferentes requerimientos de aliviado de tensiones, el material que requiere la temperatura mayor de aliviado de tensiones, deberá ser el que gobierne.

(c) Las partes calentadas, deben ser llevadas lentamente a la temperatura requerida, y mantenidas a esa temperatura por un periodo de tiempo proporcional, sobre la base de 1 hora por pulgada de espesor de pared de la tubería, pero en ningún caso por menos de ½ hora, después se deberá permitir que se enfríe lentamente y uniformemente.

825.7 Métodos de Aliviado de Tensiones

(a) Calentar la estructura completa, como una sola unidad.

(b) Calentar una sección completa que contenga la soldadura o soldaduras a las que se debe aliviar de tensiones, antes de unir las o conectarlas a otra sección del trabajo.

(c) Caliente una parte del trabajo, calentando lentamente una faja circunferencial que contenga la soldadura en el centro. El ancho de la faja que se caliente a la temperatura requerida, deberá ser por lo menos 2 pulgadas más ancha que el ancho del refuerzo de la soldadura. Debe tenerse el cuidado de obtener una temperatura uniforme alrededor de la circunferencia entera de la tubería. La temperatura deberá disminuir gradualmente desde los bordes de esta faja, hacia abajo.

(d) Los ramales y otras partes agregadas para las cuales se requiera el aliviado de tensiones, podrán ser aliviadas de tensiones localmente, calentando una faja circunferencial alrededor de la tubería en la cual se suelda el ramal o el agregado, con el agregado en el medio de la faja. El ancho de la faja, deberá ser por lo menos 2 pulgadas mayor que el diámetro de la soldadura que une el ramal o el agregado a la línea principal. Toda la faja entera deberá ser llevada a la

temperatura requerida y mantenido en esa temperatura durante el tiempo especificado.

825.8 Equipo para Aliviado de Tensiones Local

(a) El aliviado de tensiones pudiera ser logrado mediante inducción eléctrica, resistencia eléctrica, quemadores de anillo calentados con combustible, sopletes o antorchas, u otros medios adecuados de calentar, siempre que se logre una temperatura biforme y que se mantenga la misma durante el aliviado de tensiones.

(b) La temperatura de aliviado de tensiones, deberá verificarse mediante el uso de pirómetros de termocupla, u otros equipos adecuados, para asegurarse que se haya logrado culminar el ciclo apropiado de aliviado de tensiones.

826 PRUEBAS E INSPECCIONES DE SOLDADURA

826.1 Inspección de Soldaduras en los Sistemas de Tuberías que Tienen el Propósito de Operar a Menos del 20% de la Tensión Mínima de Fluencia Especificada

La calidad de la soldadura deberá ser verificada visualmente, usando un esquema de muestreo, y las soldaduras defectuosas deberán ser reparadas o removidas (retiradas) de la línea.

826.2 Inspección y Pruebas para Control de Calidad de Soldaduras en Sistemas de Tubería que Tienen el Propósito de Operar a 20% o Más de la Tensión Mínima de Fluencia Especificada

(a) La calidad de la soldadura deberá ser verificada mediante inspección no destructiva. La inspección no destructiva podrá consistir en examen radiográfico, pruebas de partícula magnética, u otros métodos aceptables. Queda prohibido usar el método de trepanación no destructiva.

(b) Los siguientes números mínimos de soldaduras a tope de campo deben ser seleccionadas al azar, por la compañía operadora, de entre las soldaduras realizadas en el día, para exámenes de construcción. Cada soldadura así seleccionada deberá ser examinada en toda su circunferencia o de otra manera las longitudes equivalentes de las soldaduras deberán ser examinadas si es que la empresa operadora escoge examinar solamente una parte de la circunferencia de cada soldadura. Deberán examinarse los mismos porcentajes mínimos para doble terminación en punta de rieles o en playa:

- (1) 10% de soldaduras en Localidades de Clase 1
- (2) 15% de soldaduras en Localidades de Clase 2
- (3) 40% de soldaduras en Localidades de Clase 3
- (4) 75% de soldaduras en Localidades de Clase 4
- (5) 100% de soldaduras en estaciones de compresión, y en cruces de ríos principales o navegables, cruces de carreteras principales, y cruces de ferrovías, si resulta práctico, pero en ningún caso menos del 90%. Todas las soldaduras de conexión que no se sometan a pruebas de presión, deberán ser examinadas.

(c) Todas las soldaduras que sean inspeccionadas deberán cumplir con los estándares de aceptabilidad de API 1104 o deben ser apropiadamente reparadas y re-inspeccionadas. Los resultados de la inspección deberán de usarse para controlar la calidad de la soldadura.

(d) Cuando se emplee la inspección radiográfica, deberá seguirse un procedimiento que cumpla con los requerimientos de API 1104.

(e) Cuando el tamaño de tubería sea menor a NPS 6, o cuando el proyecto de construcción comprenda un número limitado de soldaduras que haga impráctica la inspección no destructiva, y se tiene el propósito de que la tubería trabaje a 40% o menos de la mínima tensión de fluencia especificada, las disposiciones a, b, c y d no serán obligatorias, siempre que la soldadura se inspeccione visualmente y sea aprobada por un inspector de soldaduras que esté calificado para ello.

(f) Además de los requerimientos de inspección no destructiva delineados en las anteriores líneas, la calidad de la

soldadura deberá ser controlada continuamente mediante personal calificado para ello.

**827 REPARACIÓN O REMOCIÓN DE
SOLDADURAS DEFECTUOSAS EN TUBERÍA
QUE TIENE EL PROPÓSITO DE OPERAR A
20% O MENOS DE LA MÍNIMA TENSIÓN DE
FLUENCIA ESPECIFICADA**

Las soldaduras defectuosas deberán ser reparadas o retiradas. Si se hace una reparación, deberá hallarse de acuerdo con API 1104. Los soldadores que efectúen reparaciones, deberán estar calificados de acuerdo con el párrafo 823.2.

CAPÍTULO III

COMPONENTES DE SISTEMAS DE TUBERÍA Y DETALLES DE FABRICACIÓN

830 COMPONENTES DE SISTEMAS DE TUBERÍA Y DETALLES DE FABRICACIÓN

830.1 General

(a) El propósito de este Capítulo es el de proveer una serie de estándares para los sistemas de tubería, que abarque:

- (1) especificaciones para todos los ítems y accesorios que son una parte del sistema de tuberías, diferentes a la tubería en sí misma y selección de los mismos.
- (2) métodos aceptables para efectuar conexiones de ramales
- (3) disposiciones para atender los efectos de los cambios de temperatura
- (4) métodos aprobados para el soporte y anclaje de sistemas de tubería expuestos y enterrados

(b) El presente Capítulo no incluye:

- (1) materiales de tubería (véase Capítulo I)
- (2) procedimientos de soldadura (véase Capítulo II)
- (3) Diseño de tubería (véase Capítulo IV)
- (4) instalación y pruebas de sistemas de tuberías (véase Capítulo IV)
- (5) condiciones especiales para aplicaciones costa afuera (véase el Capítulo VIII)
- (6) condiciones especiales para aplicaciones de gas amargo (véase Capítulo IX)

831 COMPONENTES DE SISTEMAS DE TUBERÍA

Todos los componentes de los sistemas de tubería, incluyendo válvulas, bridas, accesorios, cabezales, armados especiales, etc., deberán estar diseñados en conformidad con los requerimientos aplicables de esta Sección y prácticas de Ingeniería reconocidas para soportar presiones de operación y otras cargas especificadas.

Los componentes seleccionados deberán ser diseñados para que resistan la presión de prueba de campo especificada a la cual serán sujetos sin falla o fugas y sin afectar negativamente su capacidad de servicio.

830.2 Válvulas y Dispositivos Reductores de Presión

831.11 Las válvulas deberán estar en conformidad con los estándares y especificaciones referenciadas en este Código y deberán usarse solamente de acuerdo con las recomendaciones de servicio del fabricante.

(a) Podrán usarse las válvulas manufacturadas en conformidad con los siguientes estándares:

ANSI B16.33	Pequeñas Válvulas Metálicas para Gas, Operadas Manualmente, en Sistemas de Distribución de Gas
ANSI B16.34	Válvulas de acero
ANSI B16.38	Grandes Válvulas Metálicas para Gas, Operadas Manualmente, en Sistemas de Distribución de Gas
ANSI/ ASME B16.40	Cierres de Gas Termoplásticos Manualmente Operados y Válvulas en Sistemas de Distribución de Gas
API 6A	Equipo de cabezal de Pozo
API 6D	Válvulas de Líneas de Ductos
MSS SP-70	Válvulas de Compuerta de Hierro Fundido
MSS SP-71	Válvulas de Retención a Bisagra de Hierro Fundido
MSS SP-78	Válvulas de Tapón de Hierro Fundido

(b) Las válvulas que tengan componentes de carcasa (cuerpo, bonete, tapa y / o brida de extremo) fabricados en hierro fundido dúctil, en cumplimiento de ASTM A 395 y que tengan dimensiones en conformidad con ANSI B16.1, ANSI B16.33, ANSI B16.34, ANSI B16.38, API 6D, O ASME B16.40, podrán usarse a presiones que no excedan el 80% de la presión especificada para válvulas de acero comparables a su temperatura de lista, siempre que la presión no exceda 1,000 psi, y no se emplee soldadura en ningún componente de hierro dúctil, en la fabricación de las carcasas de las válvulas o del armado en conjunto como parte del sistema de tuberías.

(c) Las válvulas que tengan componentes de carcasa fabricados con hierro fundido, no se deberán usar en componentes de tubería para estaciones de compresión.

831.12 Las válvulas roscadas deberán tener las roscas en conformidad con ANSI B1.20.1, API 5L, ó API 6A.

831.13 Los dispositivos para reducción de presión, deberán conformarse a los requerimientos del presente Código para válvulas en condiciones de servicios comparables.

830.3 Bridas

831.21 Tipos de Bridas y Caras o Acabados

(a) Las dimensiones y perforaciones para todas las bridas de línea o de extremo, deberán hallarse en conformidad con uno de los siguientes estándares.

ANSI B16	Series de las listas de los Apéndices A y B (para Hierro y Acero)
MSS SP-44	Bridas de Línea de Tubería de Acero
Apéndice I	Bridas de Acero de Bajo Peso
ANSI B16-24	Bridas de Bronce y Accesorios con Bridas

Las bridas fundidas o forjadas en forma integral con la tubería, accesorios o válvulas, se permiten en tamaños y clases de presión cubiertas por los estándares de la lista de líneas arriba, sujetas a los requerimientos de acabados (caras), empernado y empaquetaduras de este párrafo y los párrafos 831.22 y 931.23.

(b) Las bridas de acompañamiento empernado que cumplen con el grupo B16 de los Estándares Nacionales Estadounidenses (American National Standards), se permiten en tamaños y clases de presión cubiertas por estos estándares.

(c) Las bridas de solapa se permiten en tamaños y clases de presiones establecidas en ANSI B16.5.

(d) Las bridas de deslizar y soldar, se permiten en tamaños y clases de presiones establecidas en ANSI B16.5. Las bridas de deslizar y soldar de sección rectangular pueden ser sustituidas por bridas de enchufar y deslizar, previendo que el espesor sea incrementado para según se requiera para producir una resistencia equivalente según se la determine por cálculos efectuado en conformidad con la Sección VIII del Código BVP.

(e) Se permiten bridas con cuello de soldar en tamaños y clase de presión establecidas en ANSI B16.5 Y MSS SP-44. El diámetro de abertura de la brida deberá corresponder con el diámetro interno de la tubería que se use. En cuanto al tratamiento final de soldadura permisible, véase el Apéndice I, Fig. 15.

(f) El hierro fundido, hierro dúctil y las bridas de acero, deberán tener caras de contacto acabadas en conformidad con MSS SP-6.

(g) Las bridas no ferrosas deberán tener caras de contacto acabadas en conformidad con ANSI B16.24.

(h) Las bridas compañeras de hierro fundido integral o roscado, podrán usarse con una empaquetadura para la cara completa, o con una empaquetadura de anillo plano que se extienda hasta el borde interno de los agujeros de los pernos. Cuando se use una empaquetadura de cara completa, el empernado puede ser de acero de aleación (ASTM A 193). Cuando se usa una empaquetadura de anillo, el empernado deberá ser de acero al carbón, equivalente a ASTM A 307, Grado B, sin tratamiento de calor, fuera del aliviano de tensiones.

(i) Cuando se empernen juntas dos bridas de acompañamiento, de hierro fundido Clase 250 integrales o roscadas, que tenga caras elevadas de de 1/16 de pulgada, el empernado deberá ser de acero al carbón equivalente a ASTM A 307 Grado B, sin más tratamiento de calor que el de aliviado de tensiones.

(j) Las bridas de acero de Clase 150, podrán empernarse a bridas de hierro fundido de Clase 125. Cuando se use este tipo de construcción, deberá retirarse la cara elevada de 1/16 de pulgada en la brida de acero. Al empernar juntas tales bridas, usando una empaquetadura de anillo plano que se extienda hasta el borde interior de los agujeros de los pernos, el empernado deberá ser de acero al carbón equivalente al ASTM A 307, Grado B, sin mayor tratamiento de calor que el de aliviado de tensiones. Al empernar tales bridas usando una empaquetadura de cara completa, el empernado podrá ser de acero de aleación (ASTM A 193).

(k) Las bridas de acero de Clase 300, podrán empernarse a bridas de hierro fundido de Clase 250. Donde se use este tipo de construcción, el empernado deberá ser de acero al carbón, equivalente al ASTM A 307, Grado B, sin otro tratamiento de calor que el de aliviado de tensiones. La buena práctica indica que la cara elevada de la brida de acero, deberá ser retirada, sin embargo si se hace esto, el empernado

deberá ser de acero al carbón equivalente a ASTM A 307, Grado B.

(l) Las bridas de acero forjado con cuello de soldar, que tengan un diámetro exterior y perforaciones iguales a los del ANSI B16.1, aunque con modificaciones en el espesor de brida, dimensiones de la abertura, y detalles especiales de la cara, podrán ser usadas para empernarlas contra bridas de hierro fundido de cara plana, y podrá operar a especificaciones de presión y temperatura dadas en ANSI B16.1, para bridas de hierro fundido de Clase 125, previendo que:

(1) el espesor mínimo de la brida T, no sea menor al especificado en el Apéndice I, para bridas livianas

(2) las bridas se usen con empaquetaduras no metálicas, de cara plena, que se extiendan hasta la periferia de las bridas

(3) el diseño de juntas se haya comprobado mediante pruebas, y resulte adecuado para los valores especificados.

(m) Las bridas fabricadas con hierro dúctil deberán hallarse en conformidad con los requerimientos d ANSI B16.42. Los requerimientos para el empernado de las uniones de bridas de hierro dúctil deberán ser los mismos que los que se tienen para las bridas de acero al carbón y acero de aleaciones bajas, según se especifica en el párrafo 831.22.

831.22 Empernado

(a) Para todas las juntas de bridas, los pernos (suelos) o pernos prisioneros utilizados deberán extenderse por completo a través de las tuercas.

(b) Para todas las uniones de bridas, distintas a las descritas en los párrafos 831.21(h), (i), (j), y (k), el empernado deberá ser de acero de aleación, en conformidad con ASTM A 193, ASTM A 320, ó ASTM A 354, o de acero al carbón que haya recibido tratamiento de calor, en conformidad con ASTM A 449. Sin embargo, para el empernado para ANSI B16.5, las bridas de Clase 150 y 300, a temperaturas entre -20 °F y 450 °F, podrán estar hechas de ASTM A 307, Grado B.

(c) El material de empernado de acero de aleación, que esté en conformidad con ASTM A 193 O ASTM A 354, deberá usarse para las bridas aisladoras, si es que dicho empernado se hace de un tamaño menor en 1/8 de pulgada.

(d) Los materiales usados para las tuercas, deberán estar en conformidad con ASTM A 194 y ASTM A 307. Las tuercas de ASTM A 307 solamente se deberán usar con pernos de ASTM A 307.

(e) Todos los pernos, pernos prisioneros y sus tuercas, hechos de acero de aleación, deberán estar roscados en conformidad con las siguientes series de roscas y clases de dimensiones, según el requerimiento de ANSI B1.1.

(1) *Acero al Carbón.* Todos los pernos y prisioneros de acero al carbón, deberán tener roscas ordinarias con dimensiones de Clase 2ª, y sus tuercas deberán tener dimensiones de Clase 2B.

(2) *Acero de Aleación.* Todos los pernos y prisioneros de acero de aleación de 1 pulgada de diámetro nominal y menores, deberán ser de la serie de rosca ordinaria; los diámetros nominales de 1 y 1/8 de pulgada y mayores deberán ser de la serie de roscas de 8 hilos. Los pernos y prisioneros deben tener dimensiones Clase 2A, sus tuercas deberán tener dimensiones de Clase 2B.

(f) Los pernos deberán tener la cabeza regular cuadrada del American National Standard, o cabezas hexagonales pesadas y deberán tener las tuercas hexagonales pesadas, conformándose a las dimensiones de ANSI B18.2.1 y B18.22.

(g) Las tuercas cortados de metal en barra, de manera que el eje vaya a ser paralelo con la dirección del fundido de la barra, podrán utilizarse en todos los tamaños para juntas en las cuales una o ambas bridas sean de hierro fundido y para juntas con bridas de acero donde la presión no exceda los 250 psig. No deberán usarse tales tuercas para uniones en las cuales ambas bridas son de acero y la presión excede los 250 psig, excepto para las tuercas de tamaño de 1/2 pulgada y menores, en cuyo caso estas limitaciones no se aplican.

831.23 Empaquetaduras

(a) El material para las empaquetaduras deberá ser capaz de resistir las máximas presiones y de mantener sus propiedades físicas y químicas a cualquier temperatura a la cual le pudiera ser sometida de manera razonable durante el servicio.

(b) Las empaquetaduras usadas bajo presión y a temperaturas por encima de los 250 °F, deberá estar hechas de un material incombustible. No se deberá usar empaquetaduras metálicas con bridas estándar de Clase 150 o más livianas.

(c) Las empaquetaduras de compuestos de asbesto, podrán usarse según lo permite ANSI B16.5. Este tipo de empaquetadura podrá usarse con cualquiera de los diferentes acabados de cara de brida, excepto con los de tipo machihembrado de lengüeta y ranura o los de macho pequeño y hembra pequeña.

(d) Empaquetaduras de metal o de asbesto forrado en metal (ya sean planas o corrugadas), no está limitado en cuanto a la presión, proveyendo que el material de la empaquetadura sea adecuado para la temperatura de servicio. Se recomienda usar este tipo de empaquetaduras con las caras de machos pequeños y hembras pequeñas, o las caras machihembradas de caja y espiga. Pueden también utilizarse con bridas de acero con caras de solapa, de machos y hembras grandes, machihembrado de caja y espiga grandes, o caras elevadas.

(e) Las empaquetaduras de cara plena, deberán usarse como bridas enteras de bronce, y pueden usarse con bridas de hierro fundido de Clase 25 o 125. Las empaquetaduras de anillo plano con un diámetro exterior que se extienda hasta el interior de los agujeros de los pernos, podrá usarse con bridas de hierro fundido, con bridas de acero de cara elevada, o con bridas de acero de solapa.

(f) Para asegurar una compresión unitaria más alta sobre la empaquetadura, pueden usarse empaquetaduras metálicas de un ancho menor al del pleno de la cara macho de la brida, con caras elevada, solapada, o de macho y hembra grandes. El ancho de la empaquetadura para uniones de macho y hembra pequeñas, o para juntas de caja y espiga, deberán ser iguales al ancho de la cara macho de la espiga.

(g) Los anillos para las juntas de anillo, deberán ser de las dimensiones establecidas en ANSI B16.20. El material para estos anillos deberá ser adecuado para las condiciones de servicio que se encuentren, y deberá ser más suave que las bridas.

(h) El material de aislación deberá ser adecuado para la temperatura, humedad y otras condiciones del sitio donde se utilizará.

831.2 Accesorios, Fuera de las Válvulas y Bidas

831.31 Accesorios Estándar

(a) El mínimo espesor de metal de los accesorios con brida o con rosca, no deberá ser menor al especificado para la presión y temperatura en los Estándares Nacionales

Estadounidenses (American National Standards) o la práctica Estándar de MSS.

(b) Los accesorios de acero soldables a tope, deberán cumplir, ya sea con ANSI B16.9 o MSS SP-75 y deberán tener especificaciones de presión y temperatura basadas en las tensiones para tuberías del mismo material o uno equivalente. Para lograr un diseño adecuado de accesorios, la resistencia de falla real de los accesorios, deberá ser por lo menos igual a la resistencia a la falla computada para la tubería, del material designado y el espesor de pared dado. No se requiere tener las pruebas hidrostáticas de los accesorios hechos en fábrica en acero y de tipo de soldadura a tope, aunque todos estos accesorios deberán tener la capacidad de soportar una presión de prueba de campo igual a la presión de prueba establecida por el fabricante, sin falla ni fugas, y sin afectar negativamente a la capacidad de servicio.

(c) Los accesorios de acero de enchufar y soldar, deberán cumplir con ANSI B16.11.

(d) Los accesorios de hierro dúctil con bridas, deberán cumplir con los requerimientos de ANSI B16.42 ó ANSI A21.14.

(e) Los accesorios termoplásticos deberán cumplir con ASTM D 2513.

(f) Los accesorios de plástico de termofraguado reforzado deberán cumplir con ASTM D 2517.

813.32 Accesorios Especiales. Cuando se requiere tener accesorios especiales de hierro fundido, forjado, colado o soldado, en dimensiones diferentes a aquellas de las formas regulares especificadas en los Estándares aplicables de American National y MSS, deberán aplicarse las disposiciones del párrafo 831.36.

831.32 Conexión de Ramales

(a) Las conexiones de ramales soldados en tubería de acero, deberán de cumplir con los requerimientos de diseño de los párrafos 831.4 y 831.5.

(b) Las salidas roscadas en tubería de hierro fundido para conexiones de ramal, se permiten sin refuerzo hasta un tamaño no menor al 25% del diámetro nominal de la tubería, sin embargo, donde las condiciones climáticas de servicio o las condiciones de suelo generen cargas externas anormales o inusuales sobre la tubería de hierro fundido, se permiten salidas roscadas no reforzadas para conexiones de ramal, solamente se permiten en tubería de hierro fundido NPS 8 y mayores en diámetro, siempre que el tamaño de la salida, no sea mayor al 25% del diámetro nominal de la tubería.

(c) Las salidas roscadas existentes en tubería de hierro fundido, podrán usarse para el reemplazo de conexiones de ramal cuando mediante una inspección cuidadosa se muestre que no hay grietas u otros deterioros en la tubería principal, en los alrededores inmediatos de la zona que rodea la abertura.

(d) Las salidas roscadas en tubería de hierro dúctil, se permiten sin refuerzo hasta un tamaño no menor al 25% del diámetro nominal de la tubería, excepto que para tubería NPS 4 que tenga un espesor de pared nominal no menor a 0.380 pulgadas, se permiten salidas de 1 1/4 de pulgada.

(e) Pueden usarse accesorios mecánicos para efectuar conexiones a presión (hot taps) en ductos y líneas principales, siempre que estén diseñados para las presiones de operación del ducto o línea principal y sean adecuados para tal propósito.

831.34 Aberturas para Equipo de Control de Gas en Tubería de Hierro Fundido. Las salidas roscadas utilizadas para el equipo de control de gas en tubería de hierro fundido, (por Ej., muestreo en una sección de ducto principal), se permite que sean sin refuerzo, hasta un tamaño no mayor al 25% del diámetro nominal de la tubería, excepto que las salidas de 1 ¼ de pulgada, se permiten en tubería NPS 4. Las salidas mayores a las permitidas líneas arriba, deberán usar una camisa de refuerzo.

831.35 Componentes Especiales fabricados por Soldadura

(a) Esta sección cubre los componentes del sistema de tuberías, diferentes a los conjuntos consistentes de tuberías y accesorios unidos por soldaduras circunferenciales.

(b) Toda la soldadura deberá ser realizada utilizando procedimientos y operaciones que estén calificadas en conformidad con los requerimientos del párrafo 823.

(c) Las conexiones de ramal deberán cumplir con los requerimientos de diseño de los párrafos 831.4, 831.5 y 931.6.

(d) Las unidades prefabricadas, fuera de los accesorios de soldadura a tope fabricados regularmente, que emplean planchas y costuras longitudinales se contrastan con la tubería que ha sido producida y probada bajo una de las especificaciones de la lista del presente Código, deberá ser diseñada, construida y probada, bajo los requerimientos del Código BPV. No se tiene la intención de que los requerimientos del Código BPV sean aplicados a conjuntos parciales tales como anillos divididos o collares u otros detalles soldados en campo.

(e) Toda unidad prefabricada producida bajo esta sección del Código deberá resistir exitosamente una prueba de presión sin falla, fugas, perjuicio o distorsión a una presión igual a la presión de prueba del sistema en el cual se halla instalado, ya sea antes de su instalación o durante la prueba del sistema. Cuando tales unidades vayan a instalarse en sistemas existentes, deberán ser probados a presión antes de la instalación, si esto es factible; de otra manera deberán resistir una prueba de fugas a la presión de operación de la línea.

831.36 Diseño a Presión de otros Componentes que Resisten Presión. Los componentes que resisten presión que no se hallan cubiertos por los estándares de la lista del Apéndice A, y para los cuales no se dan aquí las ecuaciones de diseño o procedimientos, podrán ser usados donde el diseño con componentes con las mismas formas, dimensiones y tamaños, hayan probado ser satisfactorios por su desempeño exitoso bajo condiciones de servicio comparables. (Podrá realizarse interpolación entre componentes de forma similar, con pequeñas diferencias en tamaño y proporción). En ausencia de tal experiencia de servicio, el diseño de presión deberá ser basado en un análisis consistente con la filosofía general de diseño comprendida en el presente Código, y sustentada o apoyada por lo menos uno de los siguientes:

(a) Pruebas de ensayo, según se las describe en UG-101 del la Sección VIII, División 1, del Código BVP.

(b) Análisis de tensiones experimentales, según se describen en el Apéndice 6 de la Sección VIII, División 2, del Código BPV.

(c) Cálculos de ingeniería.

831.37 Cierres

831.371 Cierres de Apertura Rápida. Un cierre de apertura rápida es un componente sometido a presión, (véase el párrafo 831.26) usado para el acceso repetido al interior de un sistema de tuberías. No es el propósito del presente Código imponer los requerimientos de un método de diseño específico al diseñador o fabricante de un cierre de apertura rápida.

Los cierres de apertura rápida deberán tener especificaciones de presión y temperatura iguales o en exceso de los requerimientos de diseño del sistema de tubería a la cual se hallan conectados.

Los cierres de apertura rápida deberán estar equipados con dispositivos de trabado de seguridad en cumplimiento con la Sección VIII, División 1, UG 35(b), del Código BPV.

La preparación de los extremos de soldar, deberá estar en conformidad con el Apéndice I, Fig. 14.

831.372.1 Accesorios de Cierre. Los accesorios de cierre a los que comúnmente se designa como “tapas de soldadura” deberán ser diseñados y manufacturados en conformidad con ANSI B16.9 ó MSS SP-75. (Véase el párrafo 831.31(b)).

831.373 Cabezales de Cierre. Los cabezales de cierre, tales como los cabezales planos, elipsoidales (diferentes a los que se describe en el párrafo 831.372), esféricos o cónicos, están permitidos para usarlos bajo el presente Código. Tales ítems podrán ser diseñados en conformidad con la Sección VIII, División i, del Código BVP. Las máximas tensiones admisibles para los materiales usados en estos cabezales de cierre, deberá ser establecidas bajo las disposiciones del párrafo 841, sin llegar a exceder el 60% de la SMYS (mínima tensión de fluencia especificada).

Si es que se usan soldaduras en la construcción de estos cabezales, deberán ser inspeccionados en conformidad con la disposición del la Sección VIII, División 1, del Código BPV.

Los cabezales de cierre, deberán tener especificaciones de presión y temperatura, iguales o en exceso de del requerimiento de diseño del sistema de tubería al cual están conectados.

831.374 Cierres Fabricados. Se prohíbe el uso de tapones y reducciones delgadas en sistemas que operan con niveles de tensiones del 20% o más de la mínima tensión de fluencia especificada del material de tubería. Se permite el uso de colas de pescado y cierres planos en tubería NPS 3 y menores, que operen a menos de 100 psi. Las colas de pescado en tubería mayor a NPS 3, deberán ser diseñadas en conformidad con la Sección VIII, División 1, del Código BPV. (Véase párrafo 831.373).

831.375 Conexiones Empernadas de Bridas Ciegas. Las conexiones emperadas de bridas ciegas, deberán estar en conformidad con el párrafo 831.2.

830.4 Refuerzo de Conexiones de Ramales Soldados

831.41 Requerimientos Generales. Todas las conexiones soldadas de ramales, deberán cumplir con los siguientes requerimientos:

(a) Cuando se realicen conexiones de ramal a la tubería, bajo la forma de una conexión única o en una línea colectora o tubo múltiple (manifold) como una serie de conexiones, el diseño deberá estar adecuado para controlar los niveles de tensiones en la tubería dentro de límites de seguridad. La construcción deberá acomodar las tensiones en la restante

porción de pared de la tubería, debidas a las aberturas en la tubería o el cabezal, los esfuerzos de corte producidos por la presión actuando contra el área de la abertura del ramal, y cualquier carga externa debida al movimiento térmico (dilatación o contracción) peso, vibraciones, etc. Los párrafos siguientes, proveen reglas de diseño para las combinaciones usuales de las cargas indicadas líneas arriba, excepto por las cargas externas exclusivas.

(b) El esfuerzo requerido en la sección de bifurcación de una a conexión de ramal soldada, deberá ser determinado por la regla de que el área de metal disponible para refuerzo, deberá ser igual o mayor a que el áreas requerida según se la define en éste párrafo, así como en el Apéndice F, Fig. F5.

(c) El área transversal A_R - se define como el producto de d multiplicado por t :

$$A_R = dt$$

Donde

d = la longitud mayor de la abertura terminada en la pared de la línea principal, medida paralela al eje del tramo o el diámetro interno de la conexión de ramal

t = el espesor nominal de pared de la tubería principal, requerido por el párrafo 841.11 para la presión y temperaturas de diseño.

Cuando el espesor de pared de la tubería incluya una holgura para corrosión o erosión, todas las dimensiones usadas, deberán ser el resultado después que haya tomado lugar la corrosión o erosión anticipadas.

(d) El área disponible para refuerzo, deberá ser la suma de:

(1) el área transversal que resulte de cualquier espesor en exceso disponible en el espesor de la tubería sobre el mínimo requerido para la tubería, según se define en el párrafo 831.41(c) y que se halla dentro del área de refuerzo, según se la define en el párrafo 831.41(e).

(2) el área de la sección transversal que resulta de cualquier espesor en exceso disponible en el espesor de pared del ramal, sobre el espesor mínimo requerido para el ramal y que quede dentro del área de refuerzo según se define en el párrafo 831.41(e).

(3) el área transversal de todo el metal de refuerzo añadido que queda dentro del área de refuerzo, según se define en el párrafo 831.41(e), incluyendo aquella del metal sólido de la soldadura que se agrega convencionalmente a la línea principal y/o ramal.

(e) El área de refuerzo, mostrada en el Apéndice F, Fig. F5, se define como un rectángulo, cuya longitud deberá extenderse una distancia d a cada lado de la línea del eje transversal de la abertura terminada y cuyo ancho se deberá extender una distancia de $2 \frac{1}{2}$ veces el espesor de pared de la línea principal, sobre cada lado de la superficie de la pared de la línea principal. Sin embargo, en ningún caso se deberá extender más de $2 \frac{1}{2}$ veces el espesor de pared del ramal desde la superficie interna de la línea principal o del refuerzo, si es que se tiene uno.

(f) El material de cualquier refuerzo agregado, deberá tener una tensión admisible de de trabajo por lo menos igual a aquella de la pared de la línea principal, excepto que un material de baja tensión admisible podrá ser usado, si se incrementa el área en proporción directa a la tensión admisible para el cabezal y el material de refuerzo, respectivamente.

(g) El material usado para el refuerzo de anillo o de montura, podrá tener especificaciones diferentes a aquellas de la tubería, previendo que el área transversal se haga en proporción directa a la resistencia relativa de la tubería y los materiales de refuerzo a las temperaturas de operación y siempre que tenga calidades de soldadura comparables a aquellas de la tubería. No se deberá asignar ningún valor por la resistencia adicional del material que tenga una resistencia mayor que aquella de la parte que se vaya a reforzar.

(h) Cuando los anillos o monturas cubran la soldadura entre el ramal y el cabezal, se deberá proveer un agujero para venteo en el anillo o montura para revelar las fugas en la soldadura entre ramal y cabezal y para proveer venteo durante las operaciones de soldadura y tratamiento de calor. Los agujeros de venteo deberán estar taponados durante el servicio para evitar corrosión en forma de ranura entre la tubería y el miembro reforzador, aunque no se utilizará materiales de taponado que sean capaces de resistir la presión dentro de la ranura.

(i) No se deberá considerar que el uso de costillas o apoyos angulares contribuyen al reforzamiento de la conexión de ramal. Esto no prohíbe el uso de costillas o apoyos angulares para propósitos distintos al refuerzo, tales como la rigidización.

(j) El ramal deberá estar unido por una soldadura en todo el espesor del ramal o de la pared del cabezal más una soldadura en ángulo, W1, como se muestra en el Apéndice I, Figs. I1 e I2. Es preferible usar soldaduras en ángulo cóncavas, para minimizar aún más la concentración de tensiones de esquina. Los refuerzos de anillo o montura deberán estar conectados como muestra la Fig. I2. Cuando no se usa una soldadura en ángulo completa, se recomienda que el borde del refuerzo, tenga un relieve o se achaflande a aproximadamente 45 grados para unirse con el borde de la soldadura en ángulo.

(k) Los anillos de refuerzo y monturas, deberán ajustarse con precisión a las partes a las cuales se hallen unidos. El Apéndice I, en las Figs. I2 y I3 ilustra algunas formas aceptables de refuerzo.

(l) Las conexiones de ramal., unidad a un ángulo menor a 85 grados respecto a la línea, se hacen progresivamente más débiles a medida que el ángulo disminuye. Cualquier diseño de este tipo debe estudiarse individualmente, y deberá proveerse suficiente refuerzo para compensar la debilidad inherente a tal construcción. Se permite el uso de costillas de círculo completo para soportar las superficies planas o rehundidas y puede ser incluido en los cálculos de resistencia. Se advierte al diseñador que la concentración de esfuerzos cerca de los extremos de costillas parciales, abrazaderas o angulares, puede desvirtuar el valor de refuerzo.

831.42 Requerimientos Especiales. Además de los requerimientos del párrafo 831.41, las conexiones de ramal deben cumplir con los requerimientos especiales de los siguientes párrafos que se dan en la Tabla 831.42.

(a) Se deben preferir tes de contornos suaves, de acero fundido de diseño comprobado. Cuando no puedan usarse tes, el miembro reforzante deberá extenderse alrededor de la circunferencia del cabezal. Se prohíbe el uso de almohadillas, monturas parciales u otros tipos de refuerzos localizados.

(b) Se deben preferir tes de contornos suaves de diseño comprobado. Cuando no se usen tes, el miembro reforzante, deberá ser de tipo de círculo completo, aunque podrá ser de tipo almohadilla, tipo montura o del tipo de accesorios de salida de soldar.

(c) El miembro reforzante, podrá ser de tipo de círculo completo, tipo tejo, tipo montura, o tipo de accesorio de salida de soldar. Los bordes de los miembros de refuerzo deberán ser biselados al espesor del cabezal. Se recomienda que los lados de las soldaduras en ángulo que unen el miembro reforzante y el cabezal, no excedan el espesor del cabezal.

TABLA 831.42
REFUERZO DE CONEXIONES DE RAMAL
SOLDADAS, REQUERIMIENTOS ESPECIALES

Relación de la Tensión de Aro de Diseño a la Mínima	Relación del Diámetro Nominal del Ramal al Diámetro Nominal del Cabezal		
Tensión de Fluencia			
Especificada del Cabezal	25% ó Menos	Más de 25% Hasta 50%	Más de 50%
20% o menos	(g)	(g)	(h)
Más del 20%, hasta 50%	(d) (i)	(i)	(h) (i)
Más de 50%	(c) (d) (e)	(h) (e)	(a) (e) (f)

NOTA GENERAL: Las letras en la tabla, corresponden a los sub-párrafos del párrafo 831.42.

(d) No se requieren cálculos de refuerzo para aberturas de 2 pulgadas o menores diámetros, sin embargo, deberá tenerse cuidado de proveer protección adecuada contra las vibraciones y otras fuerzas externas a las cuales frecuentemente se someten estas pequeñas aberturas.

(e) Todas las soldaduras que unan el cabezal, ramal, y miembro de refuerzo, deberán ser equivalentes a aquellos que se muestran en el Apéndice 1, Figs. I1 e I2.

(f) Los bordes internos de la abertura terminada, deberán en lo posible, ser redondeados a un radio de 1/8 de pulgada. Si el miembro de vuelta entera es de mayor espesor que el cabezal y está soldado al cabezal, los extremos deberán estar biselados al espesor del cabezal, y deberán hacerse soldaduras continuas en ángulo.

(g) No es obligatorio reforzar las aberturas; sin embargo, pudiera requerirse el refuerzo para casos especiales que comprendan presiones por encima de las 100 psi, tubería de pared delgada, o cargas externas muy grandes.

(h) Si es que se requiere un miembro de refuerzo y el diámetro del ramal es tal que un miembro de refuerzo de tipo localizado se extendería alrededor por más de la mitad de la circunferencia del cabeza, entonces se deberá usar un miembro de refuerzo de circunferencia completa, sin importar la tensión de aro de diseño, o se podrá usar una te de acero forjado de contornos suaves de diseño probado.

(i) El refuerzo podrá ser de cualquier tipo que cumpla con los requerimientos del párrafo 831.41.

831.5 Reforzamiento de Aberturas Múltiples

831.51 Cuando dos o más ramales adyacentes estén espaciados a menos de dos veces su diámetro promedio (de manera que sus áreas efectivas de refuerzo se superpongan), el grupo de aberturas deberá ser reforzado en conformidad con el párrafo 831.41. El metal de refuerzo, deberá ser añadido como un refuerzo combinado, cuya resistencia deberá ser igual a las resistencias combinadas de los refuerzos que se hubieran requerido parra las aberturas por separado. En ningún caso se deberá considerar que una porción de la sección transversal se aplica a más de una abertura o se vaya a evaluar más de una vez en un área combinada.

831.52 Cuando se deban proveer más de dos aberturas adyacentes con un refuerzo combinado, la distancia mínima entre centros de cualesquiera dos de estas aberturas, deberá ser preferiblemente 1 ½ veces de su diámetro promedio, y el área de refuerzo entre ellas deberá ser por lo menos igual al 50% del total requerido para esta dos aberturas en la sección transversal que se esté considerando.

831.53 Cuando la distancia entre centros de dos aberturas adyacentes sean menor a 1 ½ veces su diámetro promedio, según se considera en el párrafo 831.52, no se deberá dar valor al refuerzo de ninguna porción del metal que queda entre estas dos aberturas.

831.54 Cualquier número de aberturas adyacentes, espaciadas estrechamente en cualquier arreglo, podrán ser reforzadas como si el grupo fuera tratado como una abertura asumida con un diámetro que incluya a todas las indicadas aberturas.

831.6 Salidas Extruídas

(a) Las reglas del presente párrafo se aplican a las salidas extruídas de acero en las cuales el refuerzo es integral. Una salida extruída, se define como una salida en la cual el labio extruído en la salida tiene una altura por encima de la superficie de la tubería de línea, que es igual o mayor al radio de curvatura de la porción externa contorneada de la salida. (Véase el Apéndice F, Figs. F1 hasta F4, y la nomenclatura).

(b) Estas reglas no se aplican a boquillas o conexiones de ramal en las cuales se aplica material no integral adicional, bajo la forma de anillos, parches, o monturas.

(c) Estas reglas se aplican solamente al caso en que el eje de la salida intersecta y es perpendicular al eje de la línea principal.

(d) Las Figuras F1 hasta la F4 definen las dimensiones pertinentes y las condiciones limitantes.

(e) *Área Requerida.* El área requerida, se define como:

$$A = Kt_r D_o$$

donde

$$K = 1.00 \text{ cuando } d/D > 0.60 \\ = 0.6 + 2/3 \text{ } d/D > 0.15 \text{ sin exceder } 0.60 \\ = 0.70 \text{ cuando } d/D \leq 0.15$$

El diseño deberá cumplir el criterio de que el diseño del área de refuerzo definida en el sub- párrafo (f) de líneas abajo, no sea menor al área requerida.

(f) *Área de refuerzo.* El área de refuerzo deberá ser la suma de las áreas $A_1 + A_2 + A_3$, según se define debajo.

(1) El área A_1 es el área que queda dentro de la zona de refuerzo resultantes de cualquier exceso de espesor disponible en la pared de la tubería de línea, es decir:

$$A_1 = D_o(T_r - t_r)$$

(2) El área A_2 es el área que queda dentro de la zona de refuerzo, resultante de cualquier espesor en exceso disponible en la pared de la tubería de ramal, es decir:

$$A_2 = 2L(T_b - t_b)$$

(3) El área A_3 es el área que queda dentro de la zona de refuerzo, resultante del espesor en exceso disponible en el labio de la salida extruída, es decir:

$$A_3 = 2r_0(t_0 - t_b)$$

- (g) *Refuerzo de Aberturas Múltiples.* Se deberán seguir las reglas del párrafo 831.5, excepto en el caso en que el área requerida y el área de refuerzo sean como las dadas en el párrafo 813.6.

TABLA 832.2
DILATACIÓN TÉRMICA DE MATERIALES DE TUBERÍA

Acero al Carbón y de Baja Aleación Acero de Alta Resistencia y Hierro Fundido	
Temperatura en °F	Dilatación Total, pulgadas/100 pies. por encima de 32 °F
32	0.0
60	0.2
100	0.5
125	0.7
150	0.9
175	1.1
200	1.3
225	1.5
250	1.7
300	2.2
350	2.6
400	3.0
450	3.5

- (h) Además de lo indicado arriba, el fabricante será responsable de establecer y marcar en la sección que contenga salidas extruidas, lo siguiente: la presión de diseño, temperatura, y que las mismas fueron establecidas bajo disposiciones del presente Código. El nombre del fabricante o la marca de fábrica deberán estar marcados en la sección.

832 EXPANSIÓN Y FLEXIBILIDAD

832.1 Alcance

Esta sección es aplicable solamente a la tubería que esté por encima del nivel del suelo y cubre todas las clases de materiales permitidos por este Código hasta temperaturas no mayores a los 450 °F.

832.2 Cantidad de Dilatación

La dilatación térmica de los materiales más comunes usados para la tubería, se deberá determinar de la Tabla 832.2. La dilatación ó expansión a ser considerada, es la diferencia entre la dilatación para la máxima temperatura de operación esperada y aquella de la temperatura promedio esperada de armado. Para los materiales no incluidos en esta Tabla, o para cálculos más precisos, de debe hacer referencia a información de fuentes con autoridad, tales como las publicaciones del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (de los E.U.A.).

832.3 Requerimientos de Flexibilidad

832.31 Los sistemas de tubería deberán ser diseñados para tener suficiente flexibilidad para evitar que la dilatación o contracción térmica causen tensiones excesivas en el material de la tubería, carga de momentos flectores excesivos, o cargas inusuales en las uniones, o fuerzas indeseables o momentos en puntos de conexión a equipos o en los anclajes o puntos guía. Se requerirán cálculos formales solamente cuando

exista una duda razonable de que se tenga la flexibilidad adecuada en el sistema.

832.32 Se debe proveer flexibilidad por el uso de curvas, empalmes en bucle, o desvíos, o se deberán tomar disposiciones para absorber los cambios térmicos mediante el uso de juntas de dilatación o acoples del tipo de juntas de enchufe acampanado, o juntas de expansión de tipo fuelle. Si es que se usan juntas de dilatación, se deberán proveer anclajes o sujeciones de suficiente resistencia y rigidez, como para proveer absorción de las fuerzas de extremo debidas a la presión del fluido y otras causas.

832.33 Al calcular la flexibilidad de un sistema de tuberías, el sistema deberá ser tratado como un todo unitario. Deberá tomarse en consideración, el significado de todas las partes de la línea y todas las restricciones, tales como los apoyos sólidos o guías.

832.34 En los cálculos se deberá tomar en cuenta los factores de intensificación de tensiones que se halle que existan en componentes diferentes a la tubería recta y sencilla. Deberá tomarse en cuenta la influencia de la flexibilidad adicional de tales componentes. En ausencia de información más directamente aplicable, podrán usarse los factores de flexibilidad y los factores de intensificación de tensiones que se muestran en la Tabla E1 del Apéndice E.

832.35 Las propiedades de la tubería y los accesorios para estos cálculos deberán estar basadas en dimensiones nominales, y el factor de unión o junta E (Tabla 841.115A), se deberá tomar con el valor de 1.00.

832.36 Se deberá usar el rango total de temperaturas en todos los cálculos de dilatación, ya sea que la tubería haya recibido el proceso de aumento de la elasticidad en frío o no (Cold springing). Además de la dilatación de la línea en sí misma, los movimientos lineales y angulares del equipo al cual se halla unida, deberán tomarse en consideración.

832.37 Provisión de Elasticidad en Frío (Cold Springing). Para modificar el efecto de la dilatación y la contracción, se puede proveer elasticidad adicional en frío a varios tramos de cañería. La provisión de elasticidad en frío puede tomarse en cuenta en los cálculos de las reacciones como se muestra en el párrafo 833.5, siempre que se especifique y use un método efectivo de obtener el aumento de elasticidad en frío que se haya diseñado.

832.38 Los cálculos de flexibilidad deberán estar basados en el módulo de elasticidad E_c , a la temperatura ambiente.

833 CÁLCULOS DE TENSIONES COMBINADAS

833.1

Usando los puntos asumidos arriba, las tensiones y reacciones debidas a la dilatación, se deberán investigar en todos los puntos significativos.

833.2

Las tensiones de dilatación se deberán combinar de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$S_E = (S_b^2 + 4 S_t^2)^{1/2}$$

donde

- M_b = momento flector resultante, en libras-pulgada
 M_t = momento de torsión, libras –pulgada
 S_E = tensión de dilatación combinada, psi
 S_b = tensión flectora resultante, psi
= iM_b / z
 S_t = tensión de torsión, psi
= $M_t / 2z$
 i = factor de intensificación de tensores (Apéndice E)
 z = módulo de sección de la tubería; en in^3 (pulgadas cúbicas)

833.3

El rango máximo de tensiones combinadas por dilatación, S_E no deberá exceder 0.72 S, donde S es la mínima tensión de fluencia especificada, en psi, sujeta a ulteriores limitaciones del párrafo 833.4.

833.4

El total de los siguientes, no deberá exceder la tensión mínima de falencia especificada, S:

- los esfuerzos o tensores combinadas debidas a la expansión o dilatación, S_E
- la tensión de la presión longitudinal (véase el párrafo 841.11, SFT)
- el esfuerzo flector longitudinal debido a las cargas externas, tales como el peso de la tubería y su contenido, viento, etc.

La suma de los párrafos 833.4(b) y (c) no deberá exceder 0.75 S.

833.5

La reacción R' deberá obtenerse como se indica debajo, a partir de las reacciones R derivadas de los cálculos de flexibilidad:

$$R' = 1 - 2/3 C_S)R$$

Donde C_S es menor a 0.6; $R' = C_S$ cuando C_S está entre 0.6 y 1.0

donde

- C_S = factor de aumento de elasticidad en frío, que varía desde 0 cuando no hay aumento de elasticidad en frío, hasta 1.00 para 100% de aumento de elasticidad en frío.
 E_C = módulo de elasticidad en condición de frío
 R = máxima reacción correspondiente al rango total de dilatación, basado en E_C
 R' = máxima reacción para la línea después del aumento de elasticidad en frío; las reacciones así computadas no deberán exceder los límites de resistencia de diseño que tengan el equipo al que estén conectadas o los anclajes.

834 SOPORTES Y ANCLAJES PARA TUBERÍA EXPUESTA

834.1 General

La tubería y el equipo deberán estar soportados en forma sustancial y como resultado de un buen trabajo, de manera que puedan evitar o reducir la vibración excesiva, y deberán estar lo suficientemente bien anclados, para evitar tensiones indebidas en el equipo conectado.

834.2 Holgura para la Dilatación

Deberán instalarse soportes de apoyo, colgadores y anclajes de manera que no interfieran con la libre dilatación y contracción de la tubería entre anclajes. Se deberán proveer colgadores de resorte adecuados, sujeciones de cimbrado, etc., donde sea necesario.

834.3 Materiales, Diseño e Instalación

Todos los colgadores permanentes, apoyos y anclajes, deberán ser fabricados de materiales durables e incombustibles, y diseñados e instalados en conformidad con las buenas prácticas de ingeniería, para las condiciones de servicio en que se hallen. Todas las partes del equipo de soporte, deberán estar diseñadas e instaladas de manera que no de desenganchen con el movimiento de la tubería que soportan.

834.4 Fuerzas en los Tramos de Tubería

(a) Todas las juntas de tubería expuesta, deberán poder resistir la máxima fuerza debida a la presión interna, es decir, la presión de diseño (psi) multiplicada por el área interna la tubería en pulgadas cuadradas (sq in) así como cualesquiera fuerzas adicionales debidas a la dilatación o contracción por temperatura o por el peso de la tubería y su contenido.

(b) Si es que se usan acoples de compresión o de tipo manga en la tubería expuesta, deberán tomarse medidas para resistir las fuerzas longitudinales que se anotan en el subpárrafo (a) de líneas arriba. Si no se toman tales medidas en la fabricación de las uniones, se deberán proveer amarres o apoyos adecuados, aunque tal diseño no debe interferir con el desempeño normal del acople o conexión ni con su mantenimiento apropiado. Las sujeciones deberán estar en conformidad con los requerimientos del párrafo 834.5.

834.5 Sujeción de Soportes y Anclajes

(a) Si la tubería está diseñada para operar a una tensión de aro menor al 50% de la tensión mínima de fluencia especificada, los apoyos estructurales o anclajes, podrán ser soldados directamente a la tubería. Las proporciones y los requerimientos de la resistencia de la soldadura de tales sujeciones, deberán hallarse en conformidad con la práctica estructural estándar.

(b) Si la tubería está diseñada para operar a una tensión de aro de 50% o más del la tensión mínima de fluencia especificada, el apoyo de la tubería deberá lograrse mediante un miembro que circunde la tubería por completo. En donde se haga necesario proveer sujeción positiva, como en un anclaje, el apoyo podrá soldarse solamente al miembro circunferencial, y no a la tubería. La conexión de la tubería al miembro circunferencial deberá realizarse por soldaduras continuas, en lugar de que éstas sean intermitentes.

835 ANCLAJE PARA TUBERÍA ENTERRADA

835.1 General

Las curvas o desvíos en la tubería enterada, hacen que las fuerzas longitudinales tengan que ser resistidas por el anclaje en la curva, mediante restricción debida a la fricción del suelo, o por tensiones longitudinales en la tubería.

835.2 Anclaje en Curvas

Si la tubería está anclada mediante sujeción en la curva, se deberá tener cuidado de distribuir la carga sobre el suelo de manera que la presión de soporte se halle dentro de los límites de seguridad para el suelo del que se trate.

835.3 Restricción Debida a la Fricción del Suelo

Donde se tenga duda en cuanto a lo adecuado que sea la restricción por fricción, se deberán efectuar cálculos, y se deberá instalar el anclaje resultante de dichos cálculos.

835.4 Fuerzas Sobre los Tramos de Tubería

Si el anclaje no se construye o provee en la curva, (véase párrafo 835.2), los tramos de tubería que estén cerca de los puntos del origen del empuje deberán ser diseñados para resistir la fuerza de arrancado longitudinal. Si tal medida no se ha tomado en cuenta en la fabricación del tramo, se deberá proveer una sujeción o amarre adecuado.

835.5 Soporte Para Tuberías Enterradas

En las líneas de ductos, especialmente aquellas que estén sometidas a gran tensión debido a la presión interna, es esencial lograr un apoyo uniforme y adecuado de la tubería dentro de zanja. Los asentamientos desiguales, pueden producir tensiones flectoras adicionales en la tubería. El empuje lateral en las conexiones de ramales, puede aumentar grandemente las tensiones en la propia conexión del ramal, a menos que el relleno sea cuidadosamente consolidado o se tomen otras medidas para resistir el empuje.

No se debe envolver lámina de protección contra rocas sobre la tubería, a menos que se coloquen rellenos y acolchados especiales en la zanja, para proveer un apoyo adecuado del la tubería dentro del canal.

835.51 Cuando se hacen excavaciones en un relleno consolidado para conectar nuevos ramales a una línea existente, deberá tenerse mucho cuidado para proveer una fundación o cimiento firme tanto para la línea principal como para el ramal y así poder evitar los movimientos tanto verticales como horizontales.

835.6 Interconexión de Líneas Subterráneas

Las líneas subterráneas están sujetas a tensiones longitudinales debido a los cambios de presión y temperatura. En líneas largas, la fricción del suelo evitará los cambios de longitud que puedan provocar estas fuerzas, excepto en la parte de unos cuantos cientos de pies adyacentes a las curvas o extremos. En estas ubicaciones, si no se restringe, el movimiento puede llegar a ser de considerable magnitud. Si las conexiones se hacen en tales ubicaciones con una línea que ceda muy poco o con otros objetos fijos, es esencial que la interconexión tenga amplia flexibilidad para compensar el posible movimiento, o que la línea esté provista con un anclaje suficiente como para desarrollar las fuerzas necesarias para limitar el movimiento.

CAPÍTULO IV DISEÑO, INSTALACIÓN Y PRUEBAS

840 DISEÑO, INSTALACIÓN Y PRUEBAS

840.1 Disposiciones Generales

(a) Se tiene la intención de que los requerimientos de diseño del presente Código sean adecuados para la seguridad pública bajo todas las condiciones que se encuentran en la industria del gas. Las condiciones que pudieran causar tensiones adicionales en cualquier parte de una línea o de sus accesorios, deberá ser atendida, utilizando para ello buenas prácticas de ingeniería. Entre los ejemplos de tales condiciones se incluyen tramos largos auto- portantes, suelos inestables, vibración mecánica o sónica, peso de agregados especiales, tensiones inducidas por fuerzas sísmicas, tensiones causadas por diferencias de temperatura, y las condiciones de suelo y temperatura que se hallan en el Ártico. Las diferencias de temperatura, deberán ser tomadas como la diferencia entre las temperaturas de metal menor y mayor que se esperen durante la prueba de presión y / o servicios de operación, tomando en cuenta las temperaturas registradas en el pasado y los posibles efectos de temperaturas de suelo o aire mayores o menores.

(b) El factor más significativo que contribuye a la falla de un gasoducto, es el daño causado a la línea por las actividades de la gente a lo largo de la ruta de la línea. El daño, generalmente ocurrirá durante la construcción de otras instalaciones asociadas con la provisión de servicios a las viviendas humanas y las empresas comerciales o industriales. Estos servicios, tales como el agua, instalación de gas, electricidad y sistemas de alcantarillado, líneas de drenaje y zanjas o canales, cables enterrados de electricidad o comunicaciones, calles y caminos, etc., se hacen más prevalentes y más extensos y la posibilidad de daños a los ductos se hace mayor con las concentraciones mayores de edificios destinados a la habitación humana. La determinación de la Clase de Localidad, provee un método para evaluar el grado de exposición de la línea a los daños.

Un gasoducto diseñado, construido y operado en conformidad con los requerimientos de la Clase de Localidad 1, (véase el párrafo 840.2(b) (1)) es básicamente seguro para retener la presión en cualquier localidad; sin embargo, se necesitan adoptar medidas adicionales para proteger la integridad de la línea en presencia de actividades que pudieran causar daño. Una de estas medidas, requerida por el Código, es la de disminuir el nivel de tensiones en relación a las actividades públicas incrementadas. Esta actividad se cuantifica determinando la Clase de Localidad, y relacionando el diseño de los ductos al factor de diseño apropiado.

(c) Las ediciones más tempranas de éste Código usaban el término “índice de densidad de población” para determinar los requerimientos de diseño, construcción, pruebas y operación. También se usaba el término “Clase de Localidad” al prescribir la presión de diseño, tipo de construcción y máxima presión admisible de operación. Para

simplificar el uso del presente Código, el término “índice de densidad de población” se ha eliminado. Se eliminaron los Tipos de Construcción A,B,C y D, y se los reemplazó con la misma terminología usada para la clase de diseño –localidad.

Los requerimientos basados en la Clase de Localidad fueron tales, que no hubo cambios significativos en el diseño, instalación, pruebas y operación de los sistemas de tubería, debido a los cambios de terminología.

Los gasoductos construidos antes de la publicación de la presente edición y diseñados en conformidad con las clases de localidades establecidas en cumplimiento con ediciones previas del presente Código, pueden continuar usando las clases de localidad con ellos determinadas, siempre que cuando ocurran los incrementos observados en el número de edificios destinados a la ocupación humana, la determinación de la Clase de Localidad deberá ser la que se presenta en el párrafo 840.2.

840.2 Edificios Destinados a la Ocupación Humana

840.21 General

(a) Para determinar el número de edificios destinados a la ocupación humana, para un gasoducto en tierra, trácese una zona de $\frac{1}{4}$ de milla de ancho a lo largo de la ruta del ducto, con el ducto en el eje central de esta zona, y divida el gasoducto en secciones aleatorias de 1 milla de longitud de manera que las longitudes individuales vayan a incluir el máximo número de edificios destinados a la ocupación humana. Cuente el número de edificios destinados a la ocupación humana en cada zona de 1 milla. Para este propósito, cada unidad de vivienda separada, en un edificio de vivienda múltiple se contará como un edificio separado destinado a la ocupación humana.

No se tiene aquí la intención de indicar que un milla completa de tubería de línea de bajo nivel de tensiones tenga que ser instalada si es que no existen barreras físicas u otros factores que limitarán la ulterior expansión del área más densamente poblada a una distancia total de menos de 1 milla. Sin embargo, la intención es que si tales barreras no existieran, deberá darse una simple holgura en la determinación de los límites de diseño por tensiones más bajas, para proveer el probable desarrollo en el área.

(b) Cuando un grupo de edificios destinados a la ocupación humana indica que una milla básica de gasoducto debería ser identificada como una Clase de Localidad 2 o Clase de Localidad 3, la Localidad Clase 2 o Localidad Clase 3. Pueden terminar a 600 pies del edificio más cercano del grupo o núcleo de edificios.

(c) Para los gasoductos más cortos a una milla en longitud, se deberá asignar una Clase de Localidad que sea típica de la Clase de Localidad que se requeriría para 1 milla que atraviese el área.

840.22 Clases de Localidad para Diseño y Construcción

(a) *Localidad Clase 1.* Una Localidad Clase 1, es cualquier sección de 1 milla de longitud que tiene 10 o menos

edificios destinados a la ocupación humana. Se tiene la intención de que una Localidad Clase 1, refleje áreas tales como las tierras estériles, desiertos, montañas, tierra de pastoreo, tierras agrícolas, y áreas escasamente pobladas.

(1) *Clase 1, División 1.* Esta División es una Clase de Localidad 1 donde el factor de diseño de la tubería es mayor a 0.72, aunque igual o menor a 0.80, y el ducto ha sido probado hidrostáticamente a 1.25 veces la máxima presión de operación. (Véanse en la Tabla 841.114B las excepciones al factor de diseño).

(2) *Clase 1, División 2.* Esta división es una Localidad de Clase 1 donde el factor de diseño de la tubería es igual o menor a 0.72, y el ducto ha sido probado a 1.1 veces la máxima presión admisible de operación. (Véanse en la Tabla 841.114B las excepciones al factor de diseño).

(b) *Localidad Clase 2.* Una Localidad Clase 2, es cualquier sección de 1 milla que tiene más de 10 pero menos de 46 edificios destinados a la ocupación humana. Con una Localidad de Clase 2 se tiene la intención de reflejar áreas donde el grado de población es intermedio entre la Localidad de Clase 1 y la Localidad de Clase 3, tales como las zonas periféricas de las ciudades y pueblos, zonas industriales, ranchos o quintas campestres, etc.

(c) *Localidad Clase 3.* Una Localidad de Clase 3 es cualquier sección de 1 milla que tiene 46 o más edificios destinados a la ocupación humana, excepto cuando prevalece una Localidad de Clase 4. Se tiene la intención de que una Localidad Clase 3 refleje áreas tales como los desarrollos de viviendas suburbanas, centros de compras, áreas residenciales, áreas industriales y otras áreas pobladas que no cumplen con los requerimientos de una Localidad de Clase 4.

(d) *Localidad Clase 4.* Una Localidad Clase 4 incluye áreas donde prevalecen los edificios de varios pisos, donde el tráfico es pesado o denso, y donde pudiera haber numerosas otras construcciones o servicios subterráneos. Ve varios pisos quiere decir cuatro o más pisos por encima del suelo, incluyendo el primer piso o planta baja. La profundidad o número de los sótanos o subsuelos no se toma en cuenta.

840.3 Consideraciones Necesarias para las Concentraciones de Gente en Localidades de Clase 1 o Clase 2

(a) Además de los criterios contenidos en el párrafo 840.2, deberá darse consideración adicional a las posibles consecuencias de una falla cerca de áreas donde hay probablemente concentraciones de gente, tales como iglesias, escuelas o colegios, edificios multifamiliares, hospitales o zonas recreativas, de un carecer organizado en Localidades de Clase 1 o Clase 2.

Si las instalaciones se usan con poca frecuencia, no necesitan aplicarse los requerimientos del sub-párrafo (b).

(b) Las líneas de ductos cercanas a sitios de reunión pública o concentraciones de gente, tales como iglesias, escuelas, edificios multifamiliares, o zonas recreativas de tipo organizado en Localidades de Clases 1 o 2, deberán cumplir con los requerimientos de una Localidad de Clase 3.

(c) Las concentraciones de gente a las que se refieren los sub-párrafos (a) y (b) de líneas arriba, no se tiene la intención que sean menores a 20 personas por vez, o por localidad, aunque si tiene la intención de cubrir gente en una zona exterior así como en el interior de un edificio.

840.4 Propósito

840.41 Debería enfatizarse que las Clases de Localidades (1, 2, 3, ó 4) según se las describe en los anteriores párrafos, de definen con una descripción general en un área geográfica que tiene determinadas características, como una base para prescribir los tipos de diseño, construcción y métodos de prueba a ser usados en aquellas localidades o en áreas que sean comparables. Una Localidad de Clase numerada, tal como una Localidad Clase 1, solamente se refiere a la geografía de tal ubicación, o un área similar y no indica necesariamente que un factor de 0.72 será suficiente para toda la construcción en dicha localidad en particular o área (por Ej., en las Localidades Clase 1, todos los cruces aéreos requieren un factor de diseño de 0.6; véase el párrafo 841.122).

840.42 Cando se esté clasificando localidades para determinar el factor de diseño para la construcción de gasoductos y las pruebas que debieran de prescribirse, se deberá dar consideración a la posibilidad de futuros desarrollos del área. Si a tiempo de planificar una nueva línea de ducto este futuro desarrollo parece probable que sea suficiente para cambiar la Clase de Localidad, esto se deberá tomar en consideración en el diseño y pruebas del ducto propuesto.

841 TUBERÍA DE ACERO

841.1 Requerimientos de Diseño de un Sistema de Tuberías de Acero

841.11 Fórmula del Diseño de Tubería de Acero

(a) La presión de diseño para los sistemas de tuberías de gas o el espesor nominal de pared para una presión de diseño dada, se deberá determinar mediante la siguiente fórmula) para ver las limitaciones de la misma, véase el párrafo 841.111):

$$P = \frac{2st}{D} FET$$

donde

D = diámetro nominal exterior de la tubería, pulgadas
F = factor de junta longitudinal obtenido de la Tabla 841.115A (véase también el párrafo 817.13(d)). Al fijar los valores del factor de diseño F, se ha dado la debida consideración y se han dejado holguras para las distintas tolerancias por espesores deficientes que se dan en las especificaciones de tubería listada s y aprobadas para uso en este Código.

P = presión de diseño psig (véase también el párrafo 841.111)

S = tensión mínima de fluencia especificada, psi, estipulada en la especificación bajo la cual se compró la tubería del fabricante, o determinada en conformidad con los párrafos 817.13(b) y 841.112. La tensión mínima de falencia especificada de algunos de los aceros más comúnmente usados, cuyas especificaciones se hallan incorporadas aquí por referencia, se hallan tabuladas en el Apéndice D, para conveniencia del usuario.

T = factor de disminución de temperatura, obtenido de la Tabla 841.116A.

t = espesor nominal de pared, pulgadas

(b) El factor de diseño para las líneas de ductos en Localidades Clase 1, División 1, se basa en la experiencia

operativa de aquellos gasoductos a niveles de operación que exceden aquellos de las recomendaciones anteriores del presente Código.

Cabe hacer notar, que el usuario podría verse requerido a cambiar la indicada tubería o reducir la presión a un máximo de 0.72 de SMYS, en conformidad con el párrafo 854.2.

(c) *Control de Fractura y Detención.* Un criterio de Dureza a la Fractura u otro método debe ser especificado para controlar la propagación de fracturas cuando se diseña una línea de ductos, para que opere ya sea a una tensión de aro de más del 40% hasta el 80% de la tensión mínima de fluencia especificada, en tamaños de NPS 16 o mayores, o a una tensión de aro por encima del 72% hasta el 80% de la SMYS en tamaños menores a NPS 16.

Cuando se usa un criterio de dureza de fractura, puede lograrse el control asegurándose que la tubería tenga una ductilidad adecuada o instalando detenedores de fisuras en la línea, para detener la propagación.

(1) *Control de Fractura Frágil.* Para asegurarse que la tubería tenga una ductilidad adecuada, las pruebas de dureza a la fractura deberán ser efectuadas en conformidad con los procedimientos de prueba de los requerimientos complementarios SR5 o SR6 de API 5L, u otras alternativas equivalentes. Si la temperatura de operación se halla por debajo de los 32 °F, se deberá usar una temperatura de prueba menor apropiada. La temperatura de prueba menor apropiada para la dureza de ranura, deberá ser tomada como si fuera la temperatura mínima más baja esperada para el metal durante las pruebas de presión (si se las hace con aire o gas) y durante el servicio, tomando en cuenta la información de las temperaturas registradas en el pasado y el posible efecto de temperaturas menores del aire o el suelo. El valor promedio de corte de la apariencia de fractura de la muestra de prueba de cada partida de tubería (cada hornada) no deberá ser menor al 35%, y el promedio de todas las hornadas no deberá ser menor al 50% del corte cuando se efectúa la prueba de la ranura en V de Charpy, sobre la base de especímenes Charpy de tamaño pleno, si es que así se especifica, ó por lo menos el 80% de todas las hornadas deberá exhibir una apariencia de fractura de 40% o más cuando se especifica la prueba de rasgadura por caída de peso.

(2) *Detención de Fracturas Dúctiles.* Para asegurarse que la línea del ductos tiene una dureza adecuada para detener una fractura dúctil, la tubería deberá ser probada en conformidad con los procedimientos de los requerimientos complementarios SR5 de API 5L. El promedio de todas las hornadas, de los valores de energía Charpy, deberá cumplir o exceder el valor de energía calculada usando una de las siguientes ecuaciones que se han desarrollado en varios programas de investigación de líneas de ductos.

(a) *Laboratorios Battelle Columbus (BCL) (AGA)*

$$CVN = 0.0108\sigma^2 r^{1/3} t^{1/3}$$

(b) *American Iron and Steel Institute (ANSI)*

$$CVN = 0.0345 \sigma^{3/2} R^{1/2}$$

(c) *British Gas Council (BGC)*

$$CVN = 0.0315 \sigma R/t^{1/2}$$

(d) *British Steel Corporation (BSC)*

$$CVN = 0.00119 \sigma^2 R$$

donde

CVN = energía absorbida en prueba de ranura V de Charpy de tamaño pleno, libras-pie

R = radio de la tubería, pulgadas

t = espesor de pared, pulgadas

σ = tensión de aro, ksi

(3) *Detenedores Mecánicos de Grietas.* Los detenedores mecánicos de grietas, consisten en las camisas, envoltura con cable de acero, tubería con espesor de pared grueso u otros tipos adecuados con los que se ha comprobado que se puede detener las fracturas dúctiles. Los detenedores mecánicos de grietas deberán colocarse a intervalos a lo largo de la línea del ducto.

PRECAUCIÓN: El requerimiento especificado en (2) líneas arriba, asume que el ducto está transportando esencialmente metano puro, y la tubería es similar en su comportamiento ante la fractura a aquel que se usa para desarrollar las ecuaciones empíricas que se dan arriba. La presencia de hidrocarburos más pesados puede causar que el gas muestre un comportamiento de dos fases ante la descompresión súbita, y por lo tanto requiere una mayor energía Charpy para detener la propagación de la fractura. La tubería que haya sido laminada bajo control o enfriada y templada, pudiera no comportarse como indican las ecuaciones y pudiera también requerir una mayor energía Charpy para detener la fractura en propagación. Deben realizarse los cálculos para determinar si la descompresión muestra un comportamiento de dos fases, y debe hacerse una evaluación en cuanto a la aplicabilidad de las ecuaciones de detención, donde pudiera requerirse un mayor grado de dureza. De otra manera, se deberían instalar detenedores mecánicos de grietas (véase (3), arriba) o también podrán verificarse los requerimientos de dureza Charpy para detener las fracturas, a través de experimentos y cálculos adicionales.

841.111 Limitaciones a la Presión de Diseño P, en el párrafo 841.11. La presión de diseño obtenida por la fórmula en el párrafo 841.11 se deberá reducir para que esté en conformidad con lo siguiente:

(a) P para tubería soldada a tope en horno, no deberá exceder las restricciones del párrafo 841.11 o el 60% de la presión de prueba en fábrica, la que sea menor.

(b) P no debe exceder el 85% de la presión de prueba de fábrica para toda la demás tubería provista; sin embargo, tal tubería probada en fábrica a una presión menor al 85% de la presión requerida para producir una tensión igual a la mínima de fluencia especificada, podría probarse de nuevo, con una prueba hidrostática de tipo fábrica o fundición, o probada en sitio después de la instalación. En la eventualidad de que la tubería se pruebe de nuevo a una presión en exceso de la presión de prueba de fábrica, P no deberá entonces exceder el 85% de la presión de la nueva prueba en lugar de la presión inicial de la prueba de fábrica. Es obligatorio usar un líquido como el medio de prueba, en todas las pruebas en sitio después de la instalación, donde la presión de prueba exceda la presión de prueba de fábrica. Este párrafo no debe utilizarse como respaldo para permitir una presión de operación o presión de diseño que exceda la provista por el párrafo 841.11.

841.112 Limitaciones a la Tensión Mínima de Fluencia Especificada S, en el párrafo 841.11

(a) Si la tubería en consideración no es tubería nueva comprada bajo una especificación aprobada y que se halle en las listas del presente Código, el valor de S pudiera ser determinado en conformidad con una de las siguientes:

(1) El valor de S para tubería nueva, calificado bajo los párrafos 811.221 ú 811.222.

(2) El valor de S para re- utilización de tubería de acero, calificado bajo una de las disposiciones del párrafo 817.1.

(3) El valor de S para tubería de especificación desconocida, según se determina por el párrafo 817.13(h).

(b) Cuando la tubería que ha sido trabajada en frío para cumplir con la tensión mínima de fluencia especificada es posteriormente calentada a una temperatura mayor a los 900 °F por cualquier período de tiempo, o a más de 600 °F por más de 1 hora, la máxima presión admisible a la cual podrá usarse no deberá exceder el 75% del valor obtenido mediante el uso de la fórmula para diseño de tubería de acero dada en el párrafo 841.11.

(c) En ningún caso, donde el Código se refiera al valor mínimo especificado de una propiedad mecánica, se deberá sustituir el valor real mayor de una propiedad en la fórmula de diseño de tubería de acero dada en el párrafo 841.11. Si el valor real es menor que el valor mínimo especificado de una propiedad mecánica, podrá usarse el valor real, donde lo permita el presente Código, tal como en el caso del párrafo 817.1, con referencia a la re- utilización de tubería de acero.

841.113 Requerimientos Adicionales para el Espesor Nominal de Pared t en el Párrafo 841.11

(a) El mínimo espesor de pared T requerido para la retención de presión, según se determina en el párrafo 841.11, pudiera no resultar adecuado para otras fuerzas a las cuales pudiera hallarse sometido el ducto. (Véase el párrafo 840.1(a)). También debe tomarse en consideración la carga debida al transporte o manipulación de la tubería durante la construcción, el peso del agua durante las pruebas, y la carga de tierra (tubo enterrado) y otras cargas secundarias durante la operación. Deberán también considerarse los requerimientos de soldadura o unión mecánica. El espesor de pared estándar, según prescribe ASME B36.10M deberá ser por lo menos el espesor nominal de pared usado para la tubería roscada y ranurada.

(b) El transporte, la instalación o reparación de la tubería, no deberá reducir el espesor de pared en ningún punto a un espesor menor al 90% del espesor nominal de pared según se determina en el párrafo 841.11 para la presión de diseño a la cual se someterá la tubería.

841.114 Factores de Diseño F y la Clase de Localidades

Los factores de diseño en las Tabla 841.114A, deberán usarse para la Clase de Localidad designada. Todas las excepciones a los factores de diseño a ser usadas en la fórmula de diseño, se dan en la Tabla 841.114A.

**TABLA 841.114A
FACTOR BÁSICO DE DISEÑO, F**

Clase de Localidad	Factor de Diseño, F
Localidad Clase 1, División 1	0.80
Localidad Clase 1, División 2	0.72
Localidad Clase 2	0.60
Localidad Clase 3	0.50
Localidad Clase 4	0.40

841.115 El factor de junta longitudinal deberá estar en conformidad con la tabla 841.115A.

841.116 El factor de disminución de temperatura deberá estar en conformidad con la Tabla 841.116A.

841.12 Información o Instrucciones Adicionales de Diseño

841.121 Conjuntos Fabricados. Cuando se tengan conjuntos fabricados, tales como las conexiones para separadores, conjuntos de válvulas para la línea principal, conexiones de cruce, cruces de ríos, cabezales, etc., que se tengan que instalar en áreas definidas como Localidad Clase 1, se requiere usar un factor de diseño de 0.6 en todo el conjunto y por una distancia igual a al menor entre 5 diámetros o 10 pies en cada dirección, pasado el último accesorio. Pudiera usarse distancias más cortas, siempre que se consideren las tensiones combinadas en el diseño de la instalación. Las piezas de transición al final de un conjunto y los codos usados en lugar de curvas de tubería, no se consideran como accesorios bajo los requerimientos de este párrafo. Véase también el párrafo 822.

841.122 Líneas de Ductos o Líneas Principales sobre Puentes. El factor de diseño para ductos o líneas principales soportadas sobre puentes de ferrocarril, vehiculares, peatonales o especiales para ductos, deberá ser determinado en conformidad con la Clase de Localidad prescrita para el área donde esté ubicado el puente. Sin embargo, en Localidad de Clase 1, se deberá usar un factor de diseño de 0.6.

841.13 Protección de Ductos y Líneas Principales de los Peligros

(a) Cuando los ductos y las líneas principales deben instalarse en sitios en que se hallarán sometidos a peligros naturales, tales como derrumbe o arrastre, inundaciones, suelos inestables, deslizamientos de tierra, eventos relacionados con accidentes sísmicos (tales como fallas superficiales, licuefacción de suelos, y características de suelos y pendientes inestables) u otras condiciones que pudiera causar movimientos importantes, o cargas anormales sobre el ductado, deberán tomarse precauciones razonables para proteger la línea del ducto, tales como incrementar el espesor de pared, construcción de muros de contención, prevenir la erosión e instalación de anclajes.

(b) Donde los ductos y líneas principales cruzan áreas que normalmente se halla bajo agua o sujetas a inundación (por Ej., lagos, bahías o pantanos), se deberá aplicar suficiente peso o anclajes a la línea para evitar su flotación.

(c) Debido a que los cruces submarinos pudieran estar sujetos a arrastre o derrumbe debido al peligro natural de los cambios en el lecho de la vía de agua, velocidades del agua, profundización del canal, o cambio de la ubicación del canal en la hidrovía, se deberán tomar en cuenta en el diseño para proteger el ducto o línea principal en tales cruces. El cruce deberá construirse en la ubicación de la orilla y lecho más estables. La profundidad de la línea, la ubicación de las curvas instaladas en las riberas, el espesor de pared de la tubería, y el hundido de la tubería con pesos, se deberán seleccionar sobre la base de las características de la hidrovía.

(d) En los lugares en que el ducto y la línea principal estén expuestas, tales como los viaductos, soportes de caballetes y cruces por puente, el ducto y la línea principal, deberán ser razonablemente protegidos del daño accidental

por tráfico vehicular u otras causas, mediante la distancia o con el uso de barricadas.

841.14 Requerimientos de Cobertura, Holgura y Encamisado para Ductos de Acero y Líneas Principales Enterradas

841.141 Requerimientos de Cobertura para Líneas Principales. Las líneas principales enterradas deberán estar enterradas con una cobertura no menor a las 24 pulgadas (0.61 m). En los lugares en que no se pueda cumplir esta disposición de cobertura, o donde las cargas externas resulten excesivas, la línea principal deberá ser encamisada, o pasada a través de un puente o diseñada para soportar cualquiera de estas cargas externas anticipadas. En los lugares en que la agricultura u otras operaciones pudieran tener como resultado el arado profundo en zonas sujetas a erosión, o en ubicaciones donde es posible que se haga nivelación en el futuro, tales como caminos, carreteras, ferrovías, y cruces de zanjas o canales, se deberá proveer protección adicional.

841.142 Requerimiento de Cobertura para Ductos. Excepto por los ductos de costa fuera, los ductos enterrados se deberán enterrar con una cobertura no menor a la que se muestra en la siguiente tabla:

Cobertura en Pulgadas			
	Para Excavación en Roca (Nota 1)		
	Para	Tamaño de	Tamaño de
	Excavación	Tubo NPS 20	Tubo Mayor
<u>Localidad</u>	<u>Normal</u>	<u>y Menores</u>	<u>a NPS 20</u>
Clase 1	24	12	18
Clase 2	30	18	18
Clases 3 y 4	30	24	24
Zanja de Drenaje en Cruces de Caminos y Ferrovías	36	24	24

NOTA

(1): La excavación en roca, es excavación que requiere voladura con explosivos.

Cuando estas disposiciones de cobertura no puede cumplirse o donde las cargas externas pudieran ser excesivas, el ducto deberá ser encamisado, o pasado a través de un puente o diseñado para soportar cualquiera de estas cargas externas anticipadas. En las áreas en que la agricultura u otras operaciones pudieran tener como resultado el arado profundo en zonas sujetas a erosión, o en ubicaciones donde es posible que se haga nivelación en el futuro, tales como caminos, carreteras, ferrovías, y cruces de zanjas o canales, se deberá proveer protección adicional.

**TABLA 841.114B
FACTORES DE DISEÑO PARA CONSTRUCCIÓN CON TUBERÍA DE ACERO**

Instalación	Clase de Localidad				
	1		2	3	4
	Div. 1	Div. 2			
Ductos, líneas principales y líneas de servicio (véase párrafo 840.2(b))	0.80	0.72	0.60	0.50	0.40
Cruces de caminos, ferrovías, sin encamisado:					
(a) Caminos privados	0.80	0.72	0.60	0.50	0.40
(b) Caminos públicos no mejorados	0.60	0.60	0.60	0.50	0.40
(c) Caminos, carreteras, o calles, con superficie dura o ferrovías	0.60	0.60	0.50	0.50	0.40
Cruces de caminos, ferrovías, con encamisado:					
(a) Caminos privados	0.80	0.72	0.60	0.50	0.40
(b) Caminos públicos no mejorados	0.72	0.72	0.60	0.50	0.40
(c) Caminos, carreteras, o calles, con superficie dura o ferrovías	0.72	0.72	0.60	0.50	0.40
Invasión paralela de ductos y líneas principales en caminos y ferrovías::					
(a) Caminos privados	0.80	0.72	0.60	0.50	0.40
(b) Caminos públicos no mejorados	0.80	0.72	0.60	0.50	0.40
(c) Caminos, carreteras, o calles, con superficie dura o ferrovías	0.60	0.60	0.60	0.50	0.40
Conjuntos fabricados (véase párrafo 841.121)	0.60	0.60	0.60	0.50	0.40
Líneas de ductos en puentes (véase párrafo 841.122)	0.60	0.60	0.60	0.50	0.40
Tubería de estación de compresión	0.50	0.50	0.50	0.50	0.40
Cerca a concentraciones de gente, en Localidades Clase 1 y 2 (párr. 840.31(b))	0.50	0.50	0.50	0.50	0.40

841.143 Holgura Entre Ductos o Líneas principales y otras Estructuras Subterráneas

(a) Deberá haber una distancia de holgura de por lo menos 6 pulgadas (15 cm), donde sea posible, entre cualquier ducto enterrado y cualquier otra estructura enterrada que no se use en conjunto con la línea principal. Cuando no puede alcanzarse esta holgura, se deberán tomar precauciones para proteger la línea principal, tales como la instalación de material aislador o un encamisado.

841.144 Requerimientos de Encamisado Bajo Ferrovías, Carreteras, Caminos o Calles.

El encamisado deberá diseñarse para resistir las cargas impuestas. Cuando exista la posibilidad de que el agua ingrese a la camisa, los extremos de la misma se deberán sellar. Si el sellado de extremos es del tipo que vaya a retener la máxima presión admisible de operación de la tubería portadora, el encamisado deberá estar diseñado para esta presión y por lo menos con un factor de diseño de 0.72. La colocación de venteo para encamisados sellados no es obligatoria, sin embargo, si es que se instalan, los mismos deberán protegerse del mal clima para evitar el ingreso de agua a la camisa. (Los requerimientos para el cruce de ductos dentro de un encamisado en ferrovías y carreteras se muestran en la Tabla 841.114B).

841.15 Los factores de diseño se muestran en la Tabla 841.114B.

841.2 Instalación de Ductos y Líneas principales de Acero

841.21 Especificaciones de Construcción.

Todo el trabajo de construcción efectuado en los sistemas de tubería en conformidad con los requerimientos de este Código, se deberá efectuar dentro de especificaciones de construcción. Las especificaciones de construcción deberán cubrir todas las fases del trabajo y deben hacerlo en suficiente detalle como para cubrir los requerimientos del presente Código.

841.22 Disposiciones de Inspección

841.221 La compañía operadora deberá proveer un servicio de inspección adecuada. Los inspectores deberán estar calificados, ya sea a través de la experiencia o la capacitación. El inspector deberá contar con la autoridad de poder ordenar la reparación o remoción y reemplazo de cualquier componente que se halle que falla al no poder cumplir con los estándares de este Código.

**TABLA 841.115A
FACTOR DE JUNTA LONGITUDINAL, E**

Espefic. No.	Clase de Tubería	Factor E
ASTM A 53	Sin costura	1.00
	Soldado por Resistencia Eléctrica	1.00
	Soldada a Tope en Horno: Soldadura continua	0.60
ASTM A 106	Sin costura	1.00
ASTM A 134	Soldadura por Electro Fusión con Arco	0.80
ASTM A 135	Soldado por Resistencia Eléctrica	1.00
ASTM A 139	Soldado por Electro Fusión	0.80
ASTM A 211	Tubería de Acero Soldada en Espiral	0.80
ASTM A 333	Sin costura	1.00
	Soldada por Resistencia Eléctrica	1.00
ASTM A 381	Soldadura por Arco Doble Sumergido	1.00
ASTM A 671	Soldado por Electro Fusión	
	Clases 13, 23, 33, 43, 53	0.80
	Clases 12, 22, 32, 42, 52	1.00
ASTM A 672	Soldado por Electro Fusión	
	Clases 13, 23, 33, 43, 53	0.80
	Clases 12, 22, 32, 42, 52	1.00
API 5L	Sin costura	1.00
	Soldado por Resistencia Eléctrica	1.00
	Soldado por Electro Fulguración	1.00
	Soldado por Arco Sumergido	1.00
	Soldado a Tope en Horno	0.60

NOTA GENERAL: Las definiciones de las diferentes clases de tubería soldada se dan en el párrafo 804.243.

**TABLA 841.116A
FACTOR DE DISMINUCIÓN DE TEMPERATURA, T, PARA TUBERÍA DE ACERO**

Temperatura, °F	Factor de Disminución de Temperatura, T
250 o menos	1.000
300	0.967
350	0.933
400	0.900
450	0.867

NOTA GENERAL: Para temperaturas intermedias, se debe interpolar el factor de disminución.

841.222 Las disposiciones para la inspección de instalaciones para gasoductos y otras instalaciones que deban operar a tensiones de aro de 20% o más de la tensión mínima de fluencia especificada, deberán ser adecuadas para hacer posibles por lo menos las siguientes inspecciones, a intervalos suficientemente frecuentes como para asegurar la buena calidad de la mano de obra y el trabajo.

(a) Inspeccionar la superficie de la tubería para ver si hay defectos superficiales, justamente antes de la operación de pintado o revestimiento. (Véase el párrafo 841.242(a)).

(b) Inspeccionar la superficie del revestimiento o pintado de la tubería a medid que se baja la tubería dentro de la zanja para descubrir los arañazos o raspones que indiquen que la tubería pudiera haber sido dañada después de habérsela revestido.

(c) Inspeccionar el ajuste de las juntas, antes de que se efectúe la soldadura.

(d) Inspeccionar visualmente las soldaduras a un solo cordón, antes de que se apliquen los subsiguientes cordones.

(e) Inspeccionar las soldaduras completadas, antes de que se las cubra con revestimiento.

(f) Inspeccionar la condición del fondo de la zanja justamente antes de que se baje la tubería, excepto en los ductos costa fuera.

(g) Inspeccionar el ajuste de la tubería a la zanja antes del relleno, excepto en los ductos de costa fuera.

(h) Inspeccionar todas las reparaciones, reemplazos, o cambios ordenados antes de que sean cubiertos.

(i) Efectuar las pruebas especiales e inspecciones que son requeridas por las especificaciones, tales como las pruebas no destructivas de soldaduras y pruebas eléctricas del revestimiento protector.

(j) Inspeccionar el material de relleno ante de su uso y observar el procedimiento de rellenado para asegurarse que no se produce ningún daño al revestimiento durante el proceso de relleno.

841.23 Curvas, Codos y Biseles en Ductos y Líneas Principales de Acero. Los cambios de dirección pueden hacerse por el uso de curvas, codos, o ingletes, bajo las limitaciones indicadas debajo.

841.231

(a) Una curva deberá estar libre de combas, grietas, u otra evidencia de daños mecánicos.

(b) El máximo gado de doblado en una curva fría de campo podrá determinarse por cualquiera de los métodos del la tabla que se da debajo. La primera columna muestra la máxima deflexión en una longitud de caro igual al diámetro nominal externo, y la segunda columna expresa el radio mínimo como una función del diámetro nominal externo.

Tamaño Nominal de la Tubería	Deflexión del Eje Longitudinal, grados	Radio Mínimo de Doblado en Diámetros de Tubería
Menor a 12	841.231(d)	18 D
12	3.2	18 D
14	2.7	21 D
16	2.4	24 D
18	2.1	27 D
20 y mayor	1.9	30 D

(c) Una curva fría de campo puede hacerse con un radio mínimo más corto que el permitido en (b), de líneas arriba, siempre que la curva completada cumpla con todos los otros requerimientos de esta sección, y el espesor de pared después de la dobladura no es menor al mínimo permitido por el párrafo 841.11. Esto puede demostrarse a través de pruebas apropiadas para dicho fin.

(d) Para tuberías menores al NPS 12, los requerimientos de (a) de arriba, se deben cumplir, y el espesor de pared después de la dobladura, no debe ser menor al mínimo permitido por el párrafo 841.11. Esto podrá demostrarse mediante pruebas apropiadas.

(e) Excepto por los ductos costa afuera, cuando se tiene una soldadura circunferencial realizada en una sección en curva o doblado, deberá ser objeto de examen radiográfico después de la dobladura.

(f) Las curvas en caliente realizadas en tubería trabajada en frío o tratada con calor, deberán ser diseñadas para bajos niveles de tensión, en conformidad con el párrafo 841.112(b).

(g) Las dobladuras con arrugas, deberán permitirse solamente en sistemas que operen a menos del 30% de la tensión mínima de fluencia especificada. Cuando se efectúen dobladuras arrugadas en tubería soldada, la soldadura longitudinal deberá estar ubicada lo más próximo que se

pueda a los 90 grados con la parte superior de la arruga, según l o permitan las condiciones. Lasa dobladuras arrugadas con pliegues agudos no deberán ser permitidas, Las arrugas deberán tener un espaciamento no menor a una distancia igual al diámetro de la tubería medido a lo largo de la bifurcación, En tubos NPS o mayores, la arruga no deberá producir un ángulo mayor a 1 ½ grados por arruga.

841.232 Loas dobladuras o curvas con inglete, se permite siempre que se cumplan las siguientes limitaciones:

(a) En sistemas que deban trabajar a un 40% o más de la mínima tensión de fluencia especificada, no se permiten las curvas en inglete. Las deflexiones causadas por el mal alineamiento de hasta 3 grados, no se consideran como ingletes.

(b) En sistemas destinados a trabajar a 10% o más, aunque menos de 40% de la mínima tensión de fluencia especificada, el ángulo de deflexión en cada inglete, no debe ser mayor a 12 ½ grados.

(c) En sistemas destinados a operar a menos del 10% de la mínima tensión de fluencia especificada, el ángulo total en cada inglete no deberá exceder los 90 grados.

(d) en sistemas destinados a operar a un 10% o más de la mínima tensión de fluencia especificada, la mínima distancia medida entre ingletes en la bifurcación deberá ser de un diámetro de la tubería.

(e) Se deberá tener cuidado al efectuar juntas de ingletes, de proveer espacio apropiado, alineamiento y plena penetración.

841.233 Los codos de acero forjado de soldar, contruidos en fábrica, o segmentos transversales cortados de ese material, podrán usarse para cambio de dirección, siempre que la longitud de arco medida a lo largo de la bifurcación sea por lo menos de 1 pulgada, en tuberías de tamaño NPS 2 y mayores.

841.24 Requerimientos de la Superficie de la Tubería Aplicables a Ductos y Líneas Principales Para Operar a Tensión de Aro del 20% o Más del la Mínima Tensión de Fluencia Especificada. Las abolladuras, hendiduras, melladuras, ranuras, que se hayan encontrado como causas importantes de fallas de ductos, y todos los defectos perjudiciales de esta naturaleza, deben ser prevenidos, evitados, eliminados o reparados. Se deberán tomar precauciones durante la fabricación, transporte e instalación, para evitar el abollado o rayado de la tubería.

841.241 Detección de Melladuras y Rayaduras.

(a) La inspección de campo provista en cada obra, deberá ser adecuada para reducir hasta un mínimo aceptable las posibilidades de tener tubería mellada o rayada en el ducto o línea principal acabada. Parra esto se requiere la inspección justamente antes de realizar el revestimiento y durante las operaciones de bajada de tubo y rellenado de zanja.

(b) Cuando el tubo esté recubierto, la inspección debe realizarse para determinar si la máquina revestidora no produce melladuras o rayaduras perjudiciales.

(c) Los arañazos del revestimiento protector deberán ser examinados cuidadosamente antes de su reparación para determinar si es que la superficie de la tubería ha sido dañada,

841.242 Reparación en Campo de Melladuras y Rayaduras. Las melladuras y rayas perjudiciales, deberán ser removidas o eliminadas.

(b) Las melladuras o rayas, pueden ser eliminadas por amolado, llegando a un contorno suave, siempre que el espesor de pared resultante no sea menor al mínimo prescrito por el presente Código para las condiciones de uso. (Véase el párrafo 841.113(b)),

(c) Cuando las condiciones descritas en el párrafo 841.242(b) no puedan cumplirse, la porción dañada de la cañería se deberá cortar como un cilindro y reemplazar con una pieza en buen estado. Se prohíbe el parchado con inserciones.

841.243 Abolladuras

(a) Puede identificarse una abolladura como una depresión que produce una perturbación mayor en la curvatura de la pared de la tubería (en contraposición con un araño o melladura, que reducen el espesor de la pared). La profundidad de una abolladura deberá ser medida como el espacio entre el punto más bajo de la abolladura y una prolongación del contorno original de la tubería, en cualquier dirección.

(b) Una abolladura, según se la define en el párrafo 841.243(a), que contenga un concentrador de tensiones, como por ejemplo un araño, melladura, ranura, o quemadura de arco, deberá ser retirada mediante corte de la porción dañada de la tubería, quitándola como un cilindro.

(c) Todas las abolladuras que afecten la curvatura de la tubería en la soldadura longitudinal o cualquier soldadura circunferencial, deberá ser retirada. Todas las abolladuras que excedan una profundidad de ¼ de pulgada en tubería NPS 12 y menores, o el 2% del diámetro nominal en toda la tubería mayor a NPS 12, no se deberá permitir en ductos ni líneas principales que estén destinadas a operar a 40% o más de la mínima tensión de fluencia especificada. Cuando se eliminen las abolladuras, la porción dañada de la tubería debe ser cortada como un cilindro. Se prohíbe la reparación mediante el parchado con inserciones y el golpeado de las abolladuras.

841.244 Hendiduras

(a) Las hendiduras en la superficie de la tubería pueden ser causadas por daño mecánico durante la fabricación, transporte, manipulación o instalación; cuando se determina que han sido causadas mecánicamente, deben ser tratadas de la misma manera que las melladuras y rayaduras en el párrafo 841.241.

(b) Las concentraciones de tensiones, pudieran ser causadas por una hendidura geométrica o no, aunque también pudieran crearse por un proceso que comprenda la energía térmica con la cual la superficie del tubo es calentada suficientemente como para cambiar sus propiedades mecánicas o metalúrgicas. Estas imperfecciones se denominan “hendiduras metalúrgicas.” Entre los ejemplos se incluyen las quemaduras de arco producidas por el contacto accidental de un electrodo de soldar o una quemadura de amolado, producida por fuerza excesiva sobre una rueda o disco de amolar. Lasa hendiduras metalúrgicas, pueden dar por resultado concentraciones de tensiones aún más severas que las de una hendidura mecánica y deben ser evitadas o eliminadas en todos los ductos destinados a operar a 20% o más de la mínima tensión de fluencia especificada.

541.245 Eliminación de Quemaduras de Arco.

Las hendiduras metalúrgicas causadas por quemaduras de arco, deberán ser eliminadas mediante amolado, previendo que el amolado no reduzca es espesor remanente a menos del mínimo prescrito por este Código para las condiciones de

uso.⁵ En todos los demás casos, se prohíbe la reparación, y la porción de tubo que contiene la quemadura de arco, debe ser cortada como un cilindro y reemplazada con una pieza en buen estado. Se prohíbe el parchado mediante inserciones. Debe tenerse cuidado de que el calor de la operación de amolado no vaya a crear una hendidura metalúrgica.

841.25 Operaciones Misceláneas Comprendidas en la Instalación de Ductos y Líneas Principales de Acero

841.251 Manipulación, Transporte y Tendido.

Deberá tenerse cuidado en la selección del equipo para la manipulación y en el manejo, transporte, descarga, y colocación de la tubería de manera que no se causen daños a la tubería.

841.252 Instalación de la Tubería en la Zanja. En ductos que operen a tensiones del 20% o más de la mínima tensión de fluencia especificada, es importante que las tensiones o esfuerzos impuestos sobre el ducto por la construcción, sean minimizados. Excepto por los ductos costa fuera, la tubería deberá ajustarse a la zanja, sin necesidad del uso de fuerza externa para sostenerla en su lugar hasta que se complete el relleno. Cuando se bajan a la zanja secciones largas de tubería que han sido soldadas al costado a lo largo de la zanja, de debe tener cuidado de no dar tirones a la tubería o imponerle cualquier esfuerzo que pudiera retorcer o producir una dobladura permanente en el tubo. No se prohíbe el tendido ondulante para compensar la dilatación y contracción, no se prohíben en este párrafo, si las condiciones de tendido hacen su aplicación recomendable.

841.253 Rellenado

(a) El rellanado deberá efectuarse de una manera que provea soporte firme debajo de la tubería.

(b) Si es que hay piedras grandes en el material a usar para el relleno, se debe tener cuidado para evitar el daño al revestimiento, mediante el uso de medios tales como una lámina de escudo contra rocas, o realizando en relleno inicial con material libre de piedras en suficiente cantidad como para evitar daños.

(c) En los lugares en los que se inunda la zanja para consolidar el material de relleno, se debe tener cuidado de que la tubería no flote fuera de su firme apoyo en el fondo de la zanja.

841.26 Salidas a Presión (Hot Taps). Las salidas a presión deben ser instaladas por grupos o equipos entrenados y experimentados.

841.27 Precauciones Para Evitar Explosiones de Mezclas de gas y Aire o Incendios Descontrolados Durante las Operaciones de Construcción

841.271 Las operaciones tales como la soldadura con gas o eléctrica y el cortado con cortadores de soplete o antorcha, pueden efectuarse bajo seguridad en los ductos, líneas principales y equipo auxiliar, siempre que se hallen

⁵ La remoción completa de la hendidura metalúrgica creada por una quemadura de arco, puede determinarse como sigue: Después de remover la evidencia visible de la quemadura de arco mediante amolado, límpiase el área amolada con una solución al 20% de persulfato de amonio. Una mancha negra, será evidencia de que se ha formado una hendidura metalúrgica, indicando que se necesita amolado adicional.

llenos de gas o de aire que esté libre de material combustible. Se deberán dar pasos en el sentido de prevenir que se forme una mezcla de gas y aire en todos los puntos donde tales operaciones se estén realizando.

841.272 Cuando un ducto o línea principal puedan mantenerse llenos de gas mientras se efectúan las operaciones de soldadura o corte, se recomiendan los siguientes procedimientos:

(a) Mantenga un ligero flujo de gas moviéndose hacia el punto donde se estén haciendo el cortado o soldado.

(b) Controle la presión del gas en el mismo sitio del trabajo, mediante un medio adecuado.

(c) Después de que se ha hecho un corte, ciérranse inmediatamente todas las ranuras o extremos abiertos con cinta adhesiva, lona ajustada firmemente u otros materiales adecuados.

(d) No se debe permitir que dos aberturas se mantengan sin cubrir al mismo tiempo. Esto es aún más importante si las aberturas están a diferentes elevaciones.

841.273 Las acciones de corte, soldadura u otras operaciones que pudieran ser una fuente de ignición, no se deberán efectuar en un ducto, línea principal o aparatos auxiliares que contengan aire, si es que están conectados a una fuente de gas, a menos que se haya provisto un medio adecuado para evitar la formación de una mezcla explosiva en el áreas de trabajo.

841.274 En situaciones en que la soldadura o el cortado deben hacerse en instalaciones que estén llenas con aire y conectadas a una fuente de gas, y no se pueden tomar las precauciones recomendadas líneas arriba, se sugiere aplicar una o más de las siguientes precauciones, dependiendo de las circunstancias del sitio de trabajo:

(a) purgar el tubo o el equipo sobre el cual se efectuará el cortado o soldadura, desplazándolo con un gas inerte o la purga continua con aire de tal manera que no se forme una mezcla combustible en las instalaciones, en la zona de trabajo.

(b) prueba de la atmósfera en la vecindad de la zona a ser calentada, antes de que se comience el trabajo y a intervalos a medida que el trabajo avance, con un indicador de gas combustible, o por otro medio adecuado.

(c) verificación cuidadosa, antes y durante el trabajo, asegurándose que las válvulas que aíslan el trabajo de las fuentes de gas, no tengan fugas.

841.275 Purgado de Ductos y Líneas Principales

(a) Donde se vaya a poner en servicio un ducto o línea principal, el aire que contiene debe ser desplazado. Los siguientes son algunos de los métodos aceptables:

(1) Introduzca un flujo moderadamente rápido y continuo de gas por un extremo de la línea y ventee el aire en el otro extremo. El flujo de gas deberá continuar fluyendo sin interrupción hasta que el gas venteado esté libre de aire.

(2) Si el venteo se halla en una zona donde el venteo de gas a la atmósfera se constituiría en una condición peligrosa, se deberá introducir un émbolo o masa de gas inerte entre el aire y el gas. El flujo de gas deberá entonces continuarse sin interrupción hasta que el aire y el gas inerte se hayan removido de la instalación. Los gases venteados deberán monitorearse y el venteo deberá cerrarse antes de que alguna

cantidad importante de gas combustible se libere hacia la atmósfera.

(b) En los casos en que el gas dentro de un ducto o línea principal vaya a ser desplazado con aire y el caudal de aire que se alimenta a la línea sea muy reducido para efectuar un proceso similar aunque inverso al descrito en (a) de líneas arriba, sea factible, se deberá introducir un émbolo o masa de gas inerte para prevenir la formación de una mezcla explosiva en la interfaz entre el gas y el aire. Pueden usarse para este propósito, el nitrógeno o el bióxido de carbono.

(c) Si un ducto o línea principal que contenga gas va a retirarse o removerse, la operación puede ser efectuada en conformidad con el párrafo 841.272, o la línea puede primero desconectarse de todas las fuentes de gas y luego purgada cuidadosamente con aire, agua o gasa inerte antes de que se realice cualquier ulterior cortado o soldado.

(d) Si un ducto de gas, líneas principal o equipo auxiliar va a llenarse con aire después de haber estado en servicio y existe una razonable posibilidad de que las superficies interiores de la instalación estén mojadas con líquido inflamable volátil, o si tales líquidos pudieran haberse acumulado en los lugares bajos, deberán usarse métodos de purgado diseñados para atender esta situación. Se recomienda circular vapor hasta que todos los líquidos combustibles se hayan evaporado y desplazado. Una recomendación alternativa es la de llenar la instalación con un gas inerte y mantenerla llena de tal gas durante el avance de cualquier trabajo que pudiera producir ignición de una mezcla explosiva en las instalaciones. No debe dejarse de tomar en cuenta la posibilidad de encontrarse con chispas estáticas dentro de la instalación, como una posible fuente de ignición.

841.276 En las situaciones en que la ignición accidental en aire abierto de una mezcla de gas y aire pudiera constituir un riesgo de causar lesiones personales o daños a la propiedad, se deberán tomar precauciones, tales como:

(a) Prohibir fumar y encender llamas abiertas en la zona.

(b) Instalar una conexión metálica alrededor de la localidad de los cortes en tubería de gas que se vayan a realizar por otros medios fuera de las antorchas cortadoras.

(c) Tomar precauciones para prevenir chispas de electricidad estática.

(d) Proveer un extintor de incendios del tamaño adecuado, en conformidad con ANSI / NFPA 10.

841.3 Pruebas Después de la Construcción

841.31 Disposiciones Generales. Todos los sistemas de tubería debieran ser probados después de la construcción, de acuerdo a los requerimientos del presente Código, excepto por los conjuntos fabricados, secciones que se conecten y hayan sido probadas de antemano, y conexiones de unión.

Las soldaduras circunferenciales de las conexiones de unión soldadas, que no se hayan probado a presión después de la construcción, deberán ser inspeccionadas mediante métodos radiográficos u otros métodos no destructivos aceptados, en conformidad con el párrafo 826.2.

Las conexiones de unión no soldadas que no se hay probado a presión después de la construcción, deberán ser probadas para ver si tienen fugas, a una presión no menor a la presión disponible cuando la unión conectada se ponga en servicio.

841.32 Prueba Requerida Para Probar la Resistencia de los Ductos y Líneas Principales Para Operar a Tensiones de Aro de 30% o Más de la Mínima Tensión de Fluencia Especificada de la Tubería

841.321 Todos los ductos y líneas principales a ser operadas a una tensión de aro de 30% o más de la mínima tensión de fluencia especificada de la tubería, deberán ser sometidas a una prueba de resistencia por lo menos durante 2 horas para comprobar la resistencia después de la construcción y antes de que sea puesta en operación.

841.322 Clases de Localidad 1-4

(a) Los ductos ubicados en localidades Clase 1, División, deberán probarse hidrostáticamente a 1.25 veces la presión de diseño si es que la máxima presión de operación es mayor al 72% de la SMYS. (Véase el párrafo 841.36).

(b) Los ductos ubicados en Localidades Clase 1, División 2, deberán ser probados, ya sea con aire o con gas a 1.1 veces la máxima presión de operación, o hidrostáticamente a por lo menos 1.1 veces la máxima presión de operación, si es que la máxima presión de operación es 72% de SMYS o menor. (Véase el párrafo 841.36).

(c) Los ductos y líneas principales el Localidad Clase 2 deberán probarse ya sea con aire a 1.25 veces la máxima presión de operación o hidrostáticamente a por lo menos 1.25 veces la máxima presión de operación. (Véase el párrafo 841.36).

(d) Los ductos y líneas principales en Localidades de Clases 3 y 4 deberán ser probadas hidrostáticamente a una presión no menor a 1.4 veces la máxima presión de operación. Este requerimiento no se aplica si a tiempo de que el ducto o línea principal se encuentre primero listo para prueba, una o ambas de las siguientes condiciones existen:

(1) La temperatura del suelo a la profundidad de la tubería es 32 °F o menos, o pudiera caer a aquella temperatura antes de que se pueda completar la prueba hidrostática, ó

(2) No se tiene disponibilidad de agua de calidad satisfactoria en cantidad suficiente.

En tales casos, deberá hacerse una prueba con aire a 1.1 veces la máxima presión de operación, siendo que no se aplican las limitaciones de presión impuestas por la Tabla 841.322(f).

(e) Los requerimientos de prueba dados en los párrafos 841.322(a), (b), (c) y (d) se resumen en la Tabla 841.322(f). (Véase también el párrafo 816).

(f) Al seleccionar el nivel de pruebas, el diseñador o la compañía operadora deberá estar al tanto de las disposiciones del párrafo 854 y la relación entre la presión de prueba y la presión de operación cuando el ducto experimenta un incremento en el futuro en el número de edificaciones destinadas a la ocupación humana.

841.323 No obstante lo que dicen otras disposiciones del presente Código, los cruces de ductos y líneas principales en caminos y ferrovías, pueden ser probadas en cada caso de la misma manera y a la misma presión que el ducto a cada lado del cruce.

841.324 No obstante lo que dicen otras disposiciones del presente Código, los conjuntos fabricados, incluyendo los conjuntos de válvulas de línea principal, conexiones de cruce, o en cruz, cabezales para cruce de ríos, etc., instalados en ductos de Localidades Clase 1 y diseñados en conformidad con el factor de diseño de 0.60 según se

requiere en el párrafo 841.0121, podrá ser probado según se requiere para Localidades Clase 1.

841.325 No obstante las limitaciones de prueba de aire impuestas en el párrafo 841.322(d), podrá utilizarse pruebas con aire en Localidades de Clases 3 y 4, siempre que se apliquen todas las siguientes condiciones:

(a) La máxima tensión de aro durante la prueba es menor al 50% de la mínima tensión de fluencia especificada en Localidades Clase 3, y menos de 40% de la mínima tensión de fluencia especificada en Localidades Clase 4.

(b) La máxima presión a la cual operará el ducto o la línea principal, no excede el 80% de la máxima presión de prueba de campo utilizada.

(c) La tubería del caso es tubería nueva que tiene un factor de unión longitudinal, E, en la Tabla 841.115A de 1.00.

841.326 Registros. La compañía operadora deberá mantener en su archivo durante la vida útil de cada ducto y línea principal, registros que muestren los procedimientos utilizados y la información desarrollada al establecer la máxima presión admisible de operación.

841.33 Pruebas Requeridas para Probar la Resistencia de Ductos y Líneas Principales Que Operen a Menos del 30% de la Mínima Tensión de Fluencia Especificada de la Tubería, Aunque en Exceso de 100 psi. La tubería de acero que vaya a operarse a tensiones menores al 30% de la mínima tensión de fluencia especificada, en Localidades de Clase 1, deberán ser por lo menos probadas en conformidad con el párrafo 841.34. En Localidades Clases 2, 3 y 4, tal tubería deberá ser probada en conformidad con la Tabla 841.322(f), excepto que podrán usarse gas o aire como el medio de prueba, dentro de los límites máximos establecidos en la Tabla 841.33.

841.34 Pruebas de Fugas para Ductos o Líneas Principales Que Operen a 100 psi o Más

841.341 Cada ducto y cada línea principal deberán ser probados después de la construcción y antes de ponerlos en operación, para demostrar que no presentan fugas. Si es que la prueba indica que existe una fuga, la fuga o fugas, las mismas deberán ser ubicadas y eliminadas, a menos que pueda determinarse que no existe un peligro indebido para la seguridad pública.

841.342 El procedimiento de prueba utilizado deberá ser capaz de descubrir todas las fugas en la sección que se esté probando y deberá ser seleccionado después de haber considerado debidamente el contenido volumétrico de la sección y su ubicación. Esto requiere la aplicación del buen juicio, responsable y experimentado, más que de una precisión numérica.

841.343 En todos los casos en que una línea va a ser sometida a tensiones en una prueba de resistencia a 20% o más de la mínima tensión de fluencia especificada de la tubería, y el medio de prueba es gas o aire, deberá efectuarse una prueba de fugas a una presión en el rango desde las 100 psi hasta aquella requerida para producir una tensión de aro de 20% de la mínima tensión de fluencia especificada, de otra manera se deberá recorrer la línea a pie mientras la tensión de aro se mantiene aproximadamente a 20% de la mínima tensión de fluencia especificada.

TABLA 841.322(f)
REQUERIMIENTOS DE PRUEBA PARA DUCTOS Y LÍNEAS PRINCIPALES QUE OPEREN A TENSIONES DE ARO DE 30% O MAS, DE LA MÍNIMA TENSIÓN DE FLUENCIA ESPECIFICADA DE LA TUBERÍA

1	2	3	4	5
				Máxima Presión
Clase de	Fluido de Prueba	Presión Total Prescrita		Admisible de Operación,
Localidad	Permitido	Mínima	Máxima	La Menor entre
1	Agua	1.25 x m.p.o.	Ninguna	p.p. / 1.25
División 1				
1	Agua	1.1 x m.p.o.	Ninguna	p.p. / 1.1
División 2	Aire	1.1 x m.p.o.	1.1 x p.d.	ó p.d.
	Gas	1.1 x m.p.o.	1.1 x p.d.	
2	Agua	1.25 x m.p.o.	Ninguna	p.p. / 1.25
	Aire	1.25 x m.p.o.	1.25 x p.d.	ó p.d.
3 y 4	Agua	1.25 x m.p.o.	Ninguna, ó p.d.	p.p. / 1.40
(Nota (1))				ó p.d.

p.d. = presión de diseño
m.p.o. = máxima presión de operación (no es necesariamente la máxima presión admisible de operación)
p.p. = presión de prueba

NOTA GENERAL: Esta Tabla define la relación entre los procedimientos de prueba y las máximas presiones admisibles de operación, posteriores a la prueba. Si es que una compañía operadora decide que la máxima presión de operación será menor que la presión de diseño, podrá hacerse una correspondiente reducción en la presión de prueba prescrita, según se indica en la columna de Presión Total Prescrita, Mínima. Sin embargo, si se utiliza esta presión de prueba reducida, no se podrá subir más tarde la máxima presión de operación al nivel de la presión de diseño sin efectuar una nueva prueba de la línea a la presión de prueba prescrita en la columna de Presión Total Prescrita, Máxima. Véase los párrafos 805.214 y 845.214.

TABLA 841.33
MÁXIMA TENSIÓN DE ARO PERMISIBLE DURANTE LA PRUEBA

Vehículo de la Prueba	Clase de Localidad		
	% de la Mínima Tensión de Fluencia Especificada		
	2	3	4
Aire	75	50	40
Gas	30	30	30

841.35 Pruebas de Fugas para Ductos y Líneas Principales Que Operan a Menos de 100 psi

841.351 Cada ducto, línea principal y equipos conexos, que vayan a operar a menos de 100 psi, deberán de probarse después de la construcción y antes de que se los ponga en operación, para demostrar que no tienen fugas.

841.352 Puede usarse gas como el medio o vehículo para efectuar la prueba a la máxima presión disponible en el sistema de distribución a tiempo de efectuar la prueba. En este caso, puede usarse la prueba de las burbujas de jabón para localizar las fugas si es que todas las juntas o uniones están accesibles durante la prueba.

841.353 Las pruebas realizadas a las presiones disponibles en los sistemas de distribución según indica el párrafo 841.352, pudieran no ser las adecuadas si es que se usan revestimientos protectores sustanciales, los que pudieran sellar una costura abierta de la tubería. Si es que se utilizan

tales revestimientos, la presión de la prueba de fugas, deberá ser de 100 psi.

841.36 Seguridad Durante las Pruebas. Todas las pruebas de ductos y líneas principales después de la construcción, deberán hacerse tomando debida cuenta de la seguridad de de los empelados y el público durante la prueba. Cuando se usa aire o gas, se deberán tomar las medidas adecuadas para mantener a las personas que no estén trabajando en las operaciones de la prueba, fuera de la zona de la prueba cuando l tensión de aro se sube inicialmente desde el 50% de la mínima tensión de fluencia especificada, hasta la máxima tensión de prueba, y hasta que la presión se reduzca a la máxima presión de operación.

841.4 Puesta en Servicio de las Instalaciones (Commissioning)

841.41 General. Se deberán establecer procedimientos por escrito para poner en marcha una instalación. Los procedimientos deberán considerar las características del gas a ser transportado, la necesidad de aislar el ducto de todas las demás instalaciones conectadas, y la transferencia del gasoducto construido a aquellos que vayan a ser los responsables de su operación.

Los procedimientos de puesta en marcha, dispositivos y fluidos se deberán seleccionar para asegurarse que nada se introduzca en el sistema de ductos que vaya a ser incompatible con el gas a ser transportado, o con los materiales en los componentes del ducto.

Procedimientos de Limpieza y Secado. Se deberá considerar la necesidad de efectuar la limpieza y secado de la

tubería y sus componentes, más allá de la simple remoción del vehículo o medio de la prueba.

841.43 Prueba Funcional de Equipo y Sistemas. Como una parte de la puestas en marcha de las instalaciones, todo monitor del gasoducto y de la estación de compresión así como todos los equipos de control y sistemas, deberán hallarse plenamente probados, especialmente incluyendo los sistemas de seguridad tales como los seguros de traba de las trampas de chanchos, sistemas de monitoreo de presión y de flujo, y sistemas de paro de emergencia de gasoducto. Debe también considerarse en hacer una prueba final de las válvulas del gasoducto antes de que se introduzca el gas, para asegurarse que cada válvula esté operando correctamente.

841.44 Procedimientos de Arranque e Introducción del Gas transportado. Se deberán preparar procedimientos de arranque escritos, antes de introducir el gas transportado dentro del sistema, y se deberá requerir lo siguiente:

- (a) que el sistema esté mecánicamente completo y sea funcional
- (b) que todas las pruebas funcionales se hayan efectuado y aceptado
- (c) que todos los sistemas de seguridad sean operativos
- (d) que los procedimientos de operación están disponibles
- (e) que se hayan establecido los sistemas de comunicaciones
- (f) que se haga la transferencia del sistema de ductos completo a los responsables de su operación.

841.45 Documentación y Registros. Los siguientes registros de puesta en marcha se deberán mantener como registros permanentes:

- (a) procedimientos de limpiezas y secado
- (b) resultados de la limpieza y secado
- (c) registros de las pruebas de funcionamiento del monitoreo del gasoducto
- (d) sistemas del equipo de control
- (e) lista de verificación de pre- arranque, completada

842 OTROS MATERIALES

842.2 Requerimientos de los Sistemas de Ductos de Hierro Dúctil

842.21 Diseño de Tubería de Hierro Dúctil

842.211 Determinación del Espesor de Pared Requerido. La tubería de hierro dúctil deberá estar diseñada en conformidad con los métodos establecidos en ANSI/ AWWA C150 / A21.50.

842.212 Valores Permisibles de s y f . Los valores de la tensión de aro de diseño, s y la tensión de momentos flectores f en la parte de abajo de la cañería, a ser usados en las ecuaciones dadas en ANSI/ AWWA C150 / A21.50, son:

$$s = 16,800 \text{ psi}$$
$$f = 36,000 \text{ psi}$$

842.213 Resistencia del Hierro Dúctil Estándar y Conformidad con ANSI A21.5.2. La tubería de hierro dúctil deberá ser de grado (60-42- 10) y deberá estar en conformidad con todos los requerimientos de ANSI A21.5.2. El hierro dúctil de Grado (60-42 -10) tiene las siguientes propiedades mecánicas:

Mínima resistencia a la tracción	60,000 psi
Mínima tensión de fluencia	42,000 psi
Mínima elongación	10%

842.214 Espesor Admisible para Tubería de Hierro Dúctil. Los menores espesores de tubería de hierro dúctil permitidos son los de clase estándar más liviana para cada tamaño nominal de tubería, como se muestra en ANSI A21.542. Los espesores de pared estándar para una presión máxima de trabajo de 250 psi y condiciones de tendido estándar, a diferentes profundidades de cobertura (enterradas) se muestran en la Tabla 842.214.

842.215 Tramos de Tubería de Hierro Dúctil

(a) *Uniones Mecánicas.* La tubería de hierro dúctil con uniones mecánicas, deberá estar en conformidad con los requerimientos de ANSI A21.5.2 y ANSI/AWWA C111/A21.11. Las juntas o uniones mecánicas deberán de armarse en conformidad con las “Notas Sobre la Instalación de Juntas Mecánicas” de ANSI/AWWA C111/A21.11.

(b) *Otras Uniones.* La tubería de hierro dúctil, podrá proveerse con otros tipos de uniones, previendo que las mismas se hallen calificadas y cumplan con las disposiciones apropiadas del presente Código. Tales uniones deberán ser armadas en conformidad con los estándares aplicables o de acuerdo con las recomendaciones escritas del fabricante.

(c) *Uniones Roscadas.* No se recomienda el uso de uniones roscadas para acoplar tramos de tubería de hierro dúctil.

842.22 Instalación de Tubería de Hierro Dúctil

842.221 Tendido. La tubería de hierro dúctil, deberá tenderse de acuerdo con las condiciones de campo aplicables descritas en ANSI/AWWA C150/A21.50.

842.222 La tubería de hierro dúctil enterrada, deberá instalarse con una mínima cobertura de 24 pulgadas (0.61 m), a menos que lo eviten otras estructuras subterráneas. En los sitios en que no pueda proveerse suficiente cobertura para proteger la tubería de las cargas externas o daños y la tubería no esté diseñada para soportar tales cargas externas, la tubería deberá estar protegida por una camisa o llevada a través de un puente para protegerla.

842.223 Restricción de Uniones. Se deberá proveer sujeciones o sostenes y apoyos adecuados en los puntos donde la línea principal se desvía de una línea recta y el empuje, si es que no se lo restringe, separaría las uniones o juntas.

842.224 Unido de Juntas de Hierro Dúctil en Campo. Las uniones de tubería de hierro dúctil deberán estar en conformidad con el párrafo 842.215 y deberán armarse de acuerdo con estándares reconocidos de American National Standards (Estándares Nacionales de los Estados Unidos) o de acuerdo con las recomendaciones dadas por escrito por el fabricante.

TABLA 842.214
TABLA DE SELECCIÓN DE ESPESORES ESTÁNDAR PARA TUBERÍA DE ACERO DÚCTIL

Tamaño Nominal de Tubería	Condición de Tendido	Espesor de pared, pulgadas							
		Espesor de cobertura, pies							
		2 1/2	3 ½	5	8	12	16	20	24
3	A	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
	B	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
4	A	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
	B	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
6	A	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
	B	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
8	A	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
	B	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
10	A	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.38	0.38
	B	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.38	0.38
12	A	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.40	0.43
	B	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.40	0.40
14	A	0.36	0.36	0.36	0.36	0.39	0.42	0.45	0.45
	B	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.42	0.42	0.45
16	A	0.37	0.37	0.37	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49
	B	0.37	0.37	0.37	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49
18	A	0.38	0.38	0.38	0.38	0.41	0.47	0.50	0.53
	B	0.38	0.38	0.38	0.38	0.41	0.44	0.47	0.53
20	A	0.39	0.39	0.39	0.39	0.45	0.48	0.54	...
	B	0.39	0.39	0.39	0.39	0.42	0.48	0.51	...
24	A	0.44	0.41	0.41	0.44	0.50	0.56	...	...
	B	0.31	0.41	0.41	0.41	0.47	0.53	...	...

NOTAS GENERALES:

- (a) Esta Tabla está tomada de ANSI A21.52.
- (b) Condición de Tendido A: zanja de fondo plano sin bloque, relleno sin compactar.
- (c) Condición de Tendido B: zanja de fondo plano sin bloque, relleno compactado.
- (d) Los espesores de esta Tabla, son iguales o en exceso a aquellos requeridos para resistir una presión de trabajo de 250 psi.
- (e) Todos los espesores mostrados en esta Tabla para las profundidades de cobertura indicadas, son adecuadas para cargas de zanja incluyendo la sobrecarga de tráfico de camiones.
- (f) Pueden verse las bases de diseño, en ANSI/AWWA C150/A21.50.
- (g) Las conexiones roscadas para salidas de servicio y agujeros para mediciones y muestreo, podrían requerir consideraciones especiales al seleccionar el espesor de la tubería; véase el Apéndice de ANSI A21.53.

842.23 Pruebas de las Uniones de Campo de Hierro Dúctil. Las juntas de la tubería de hierro dúctil, deberán ser probadas para detectar fugas, en conformidad con los párrafos 841.34 y 841.35.

842.3 Diseño de Tubería de Plástico

Disposiciones Generales. Los requerimientos de diseño de esta sección tienen el propósito de de limitar el uso de tubería de plástico, principalmente a líneas principales y líneas de

servicio, en sistemas típicos de distribución que operen a una presión de 100 psi o menores. Para otras aplicaciones en Localidades de Clase 1 o 2, la tubería de plástico pudiera usarse dentro de las limitaciones prescritas en el presente Código.

842.31 Formula de Diseño de Tubería de Plástico y de Tubería Delgada (Tubing). La presión de diseño sistemas de tubería de plástico para servicio con gas o el espesor nominal de pared parar una presión de diseño dada, (sujeta a

las limitaciones del párrafo 842.32) deberá ser determinada por la siguiente fórmula:

$$P = 25 \frac{t}{(D - t)} \times 0.32$$

donde

D = diámetro exterior especificado, pulgadas

P = presión de diseño, psig

S = para tubería y tubería delgada termoplástica, resistencia hidrostática a largo plazo determinada en conformidad con la especificación de lista a una temperatura igual a 73 °F, 100 °F, 120 °F, ó 140 °F. Para tubería de plástico de termofraguado reforzada, se debe usar 11,000 psi.

t = espesor de pared especificada, pulgadas

NOTA. La resistencia hidrostática a largo plazo a 73 °F para los materiales plásticos cuyas especificaciones están incorporadas al presente Código por referencia, se dan en el Apéndice D.

842.32 Limitaciones al Diseño Termoplástico

(a) La presión de diseño no deberá exceder 100 psig.

(b) La tubería termoplástica, tubería delgada, y accesorios no se deben usar cuando las temperaturas de operación de los materiales vayan a ser

(1) menores a -20 °F, o

(2) mayores a la temperatura a la cual se determina la resistencia hidrostática a largo plazo usada en la fórmula de diseño en el párrafo 842.3, excepto que en ningún caso la temperatura deberá exceder los 140 °F.

(c) El valor de t para la tubería termoplástica no deberá ser menor que el valor mostrado en la Tabla 842.32©.

(d) el valor de t para la tubería delgada (tubing) no deberá ser menor a 0.062 pulgadas.

(e) Para conexiones de servicio de tipo caballete o montura, realizadas mediante técnicas de fusión por calor, pudiera ser necesario para algunos materiales que se deben usar a altas presiones de operación, requerir un espesor de pared más pesado o grueso que el definido por la fórmula de diseño, para tamaños de 2 pulgadas y menores. Deberá contactarse con los fabricantes del material específico de tubería, para pedirles recomendaciones, o se deberá usar un procedimiento calificado.

842.33 Limitaciones de Diseño de Plástico de Termofraguado Reforzado

(a) El valor de P para las líneas principales y líneas de servicio de plástico de termofraguado reforzado, en los sistemas de distribución y en todas las clases de localidades y para otras aplicaciones en Localidades de Clase 3 y 4, no deberán exceder las 100 psig.

(b) La tubería y accesorios de plástico de termofraguado reforzado, no se deben usar donde las temperaturas de operación vayan a ser menores a -20 °F o por encima de 150 °F.

(c) El valor de t para la tubería de plástico de termofraguado reforzado no debe ser menor al que se muestra en la Tabla 842.33©.

842.34 Presión de Diseño de Accesorios de Plástico. La máxima presión especificada para los accesorios, debe tener el mismo valor que la máxima presión de diseño del

correspondiente tamaño de tubería y espesor de pared que se indican en los estándares de referencia para los accesorios y según se determina en los párrafos 842.31 y 842.32. Se deberá pedir el consejo del fabricante sobre las máximas presiones especificadas para los accesorios que no estén cubiertos por estándares de referencia.

842.35 Válvulas en Tubería de Plástico

842.351 Las válvulas en la tubería plástica, pueden estar hechas de cualquier material adecuado y diseño permitido por este Código

842.352 Las instalaciones de válvulas en las tuberías de plástico, deberán estar diseñadas de manera que se proteja el material plástico contra las cargas torsionales o de corte excesivas, cuando la válvula o cierre se opere, y de cualesquier otras tensiones secundarias que pudieran ser ejercidas a través de la válvula o su carcasa de soporte.

842.36 Protección de Peligros. La tubería de plástico, deberá hallarse en conformidad con todas las disposiciones del párrafo 841.13.

842.37 Requerimientos de Cobertura y Encamisado Debajo de Ferrovías, Caminos, Calles o Carreteras.- La tubería de plástico deberá hallarse en conformidad con los requerimientos aplicables de los párrafos 841.141 y 841.144. En los lugares en que la tubería de plástico deba hallarse encamisada o se la tenga que pasar a través de un puente, se deberán tomar precauciones adecuadas, para evitar el aplastamiento o corte de la tubería. (véase también el párrafo 842.43.

842.38 Separación Entre las Líneas Principales y Otras Estructuras Enterradas. La tubería de plástico deberá estar en conformidad con las disposiciones aplicables del párrafo 841.143. Se deberá mantener una distancia entre la tubería plástica y las líneas de vapor, agua caliente, o de corriente eléctrica y otras fuentes e calor para evitar que las temperaturas de operación excedan los límites de los párrafos 842.32(b), o 842.33(b).

842.39 Tubería de Plástico y Uniones de Tubería Delgada (Tubing) y Conexiones

842.391 Disposiciones Generales. La tubería de plástico, el tubing y los accesorios pueden ser unidos mediante el método de cemento solvente, método adhesivo, método de guión por calor, o por medio de acoples o bridas de compresión. El método usado debe ser compatible con los materiales que se estén uniendo. Se deberán considerar las recomendaciones del fabricante cuando se esté determinando el método a usar.

842.392 Requerimientos Para las Uniones

(a) La tubería o la tubería delgada (tubing) no deberán ser roscadas.

(b) Se podrán efectuar uniones de cemento solvente, juntas adhesivas, y fusión por calor, en conformidad con los procedimientos calificados que han sido establecidos y ensayados mediante pruebas, viéndose que producen juntas herméticas al gas, por lo menos tan fuertes como la propia tubería o tubería delgada que se esté uniendo.

TABLA 842.32(c)
ESPESOR DE PARED Y RELACIÓN DE DIMENSIÓN ESTÁNDAR PARA
TUBERÍA TERMOPLÁSTICA

Tamaño Nominal de la Tubería	Diámetro Exterior, Pulgadas	Espesor Mínimo de Pared, pulgadas				
		Relación de Dimensión Estándar, R				
		26	21	17	13.5	11
½	0.840	0.062	0.062	0.062	0.062	0.076
¾	1.050	0.090	0.090	0.090	0.090	0.095
1	1.315	0.090	0.090	0.090	0.097	0.119
1 ¼	1.660	0.090	0.090	0.098	0.123	0.151
1 ½	1.660	0.090	0.090	0.112	0.141	0.173
2	2.375	0.091	0.113	0.140	0.176	0.216
2 ½	2.875	0.110	0.137	0.169	0.213	...
3	3.500	0.135	0.167	0.206	0.259	...
3 ½	4.000	0.154	0.190	0.236	0.296	...
4	4.500	0.173	0.214	0.264	0.333	...
5	5.563	0.224	0.265	0.328	0.413	...
6	6.625	0.255	.0316	0.390	0.491	...

NOTAS GENERALES:

- (a) *Relación de Dimensión Estándar.* El sistema de Relación de Dimensión Estándar, permite al usuario seleccionar un número de diferentes tamaños de tubería para un sistema de tuberías, todas la cuales tendrán la misma presión de diseño. Cuando se utilizan materiales plásticos de la misma resistencia de diseño, podrá usarse la misma Relación de Dimensión Estándar para todos los tamaños de tubería, en lugar de calcular un valor de *t* para cada tamaño.
- (b) Los espesores de pared por encima de la línea, son valores mínimos y no son una función de la Relación de Dimensión Estándar.

TABLA 842.33(c)
DIÁMETRO Y ESPESOR DE PARED
PARA TUBERÍA DE PLÁSTICO DE
TERMOFRAGUADO, REFORZADA

Tamaño Nominal de Tubería	Diámetro Exterior, pulgadas	Espesor Mínimo, en pulgadas
2	2.375	0.060
3	3.500	0.060
4	4.500	0.070
6	6.625	0.100

(c) Las juntas las debe realizar personal calificado por entrenamiento o experiencia siguiendo los procedimientos apropiados que se requieren para el tipo de junta a efectuar.

(d) Se deberán usar juntas o uniones de cemento solvente o de fusión por calor, solamente cuando se estén uniendo componentes fabricados del mismo material termoplástico.

(e) Se deberán usar juntas de fusión por calor o mecánicas cuando se esté uniendo tubería, tubería delgada (tubing), o accesorios de polietileno. Los componentes de polietileno fabricados con diferentes grados de materiales, podrán ser unidos por fusión de calor, siempre que se sigan los procedimientos calificados apropiados para unir los componentes específicos. Podrá unirse mediante fusión por calor, cualquier combinación de materiales de PE 2306, PE 3306 y 3406.

(f) Podrán usarse bridas o juntas especiales, toda vez que estén apropiadamente calificadas y usadas en conformidad con las disposiciones apropiadas del presente Código.

842.393 Uniones con Cemento Solvente

(a) Se requiere extremos cortados en ángulo recto, libres de protuberancias.

(b) Es esencial tener un ajuste apropiado entre la tubería o la tubería delgada y el correspondiente encaje o junta de enchufe, para obtener una junta adecuada. Generalmente no se pueden lograr juntas sólidas entre componentes que estén o muy sueltos o muy apretados.

(c) Las superficies de ajuste, deben estar limpias, secas y libres de materiales que pudieran resultar perjudiciales a la junta.

(d) Deberán usarse cementos solventes que estén en conformidad con ASTM D 2513 y que estén recomendados por el fabricante de la tubería o el tubing, para efectuar las uniones cementadas.

(e) Se requiere esparcir una capa uniforme de centeno en ambas superficies a unir. Después que se haya hecho la unión, el exceso de cemento deberá retirarse del exterior de la junta. La junta no debe perturbarse hasta que haya fraguado apropiadamente.

(f) El cemento solvente y los componentes de tubería a ser unidos, podrán ser acondicionados antes del armado, mediante un entibiado, si es que se lo hace en conformidad con las recomendaciones del fabricante.

(g) Una junta de cemento solvente no deberá calentarse en procura de acelerar el fraguado del cemento.

(h) Se deberán seguir los requerimientos de seguridad del Apéndice A de ASTM D 2513, cuando se usen cementos solventes.

842.394 Juntas de Fusión por Calor

(a) Las uniones a tope eficaces efectuadas por fusión de calor, requieren el uso de un dispositivo de unión que sostiene el elemento calefactor en escuadra con los extremos de la tubería, y puede comprimir los extremos calentados, uno contra otro, y sostener la tubería en el alineamiento adecuado mientras el plástico se endurece.

(b) Las uniones de enchufar unidas mediante fusión por calor, bien ejecutadas, requieren del uso de un dispositivo de

unión que caliente las superficies de ajuste de la unión, de manera uniforme y simultáneamente las tenga a la misma temperatura. La junta completada, no debe ser perturbada hasta que haya fraguado apropiadamente.

(c) Debe tenerse cuidado durante la operación de calentado para evitar causar daños al material plástico por sobrecalentamiento o no calentar el material suficientemente para asegurarse de una buena junta. Se prohíbe la aplicación directa de calor con un soplete o antorcha u otra llama abierta.

(d) Al conectar accesorios de tipo montura o caballete a tubería de NPS 2 y menores, véase el párrafo 842.32€ para minimizar la posibilidad de fallas.

842.395 Juntas Adhesiva

(a) Se deberán usar adhesivos que estén en conformidad con ASTM D 2517 y estén recomendados por los fabricantes de la tubería, tubing o accesorios, para efectuar las juntas unidas por adhesivo.

(b) cuando se unan dos materiales no similares, se deberá efectuar una investigación cuidadosa para determinar que los materiales y el adhesivo usados son compatibles los unos con los otros.

(c) una junta unida por adhesivo podrá ser calentada en conformidad con las recomendaciones del fabricante, para acelerar el curado.

(d) Deberán tomarse medidas para sujetar con una grapa, sujetador o abrazadera, los materiales unidos, evitando que se muevan hasta que el adhesivo se haya endurecido apropiadamente.

842.396 Juntas Mecánicas⁶

(a) Cuando se usen juntas mecánicas del tipo de compresión, el material de empaquetaduras elastoméricas que contenga el accesorio, deberá ser compatible con el plástico (por Ej., el plástico y el elastómero no deben causar el uno el deterioro de las propiedades físicas y químicas del otro, durante un período prolongado.

(b) El rigidizador tubular requerido para reforzar el extremo de la tubería o tubing, se deberá extender por lo menos debajo de aquella sección que se esté comprimiendo con la empaquetadura u otro material de sujeción o agarre. El rigidizador, deberá estar libre de bordes agudos o ásperos, y no se deberá introducir a la tubería a la fuerza. No se deberá usar accesorios tubulares divididos.

(c) Puesto que la resistencia al arrancamiento de los accesorios de tipo de compresión varía con el tipo y el tamaño, todas las juntas mecánicas deberán estar diseñadas e instaladas para resistir efectivamente las fuerzas longitudinales de arrancamiento causadas por la contracción de la tubería o por la máxima carga externa anticipada. La instalación se deberá diseñar y hacer para minimizar estas fuerzas cortantes, de la siguiente manera:

(1) En el caso del entierro directo cuando la tubería es suficientemente flexible, la tubería puede introducirse a la zanja sin necesidad de un alineamiento muy cuidadoso (ni vertical ni horizontal).

(2) En el caso de tubería instalada por inserción dentro de un encamisado, la tubería deberá ser

empujada en lugar de estirada dentro de su sitio, de manera que se la deje en compresión en lugar de tracción.

(3) Se deberá dejar una holgura para la dilatación y contracción térmicas, debidas a los cambios estacionales de temperatura de la tubería instalada. La importancia de esta holgura aumenta a medida que la longitud de la instalación se incrementa. Tal holgura es un parámetro de suma importancia cuando se utiliza la tubería de plástico para la renovación por inserción dentro de otra tubería, debido a que no queda restringida por la carga de la tierra o suelo. Esta holgura puede lograrse mediante combinaciones apropiadas de:

(a) cañerías en “s”

(b) anclajes

(c) alineamiento de la tubería y el accesorio

(d) en el caso de compresión, accesorios por el uso de tipos de estilo largo y su colocación en la tubería en una ligera compresión axial

(e) dispositivos de dilatación – contracción, o

(f) accesorios diseñados para evitar el arrancamiento

Los coeficientes típicos de dilatación térmica, que pueden utilizarse para efectuar los cálculos, se dan en la Tabla 842.396(e).

842.4 Instalación de Tubería de Plástico

842.41 Especificaciones de Construcción. Todo el trabajo de construcción efectuado en los sistemas de tubería en conformidad con los requerimientos del presente código, se deberán hacer usando especificaciones de construcción. Las especificaciones de construcción deberán cubrir los requerimientos del este Código y deberá estar en suficiente detalle como para asegurar una instalación apropiada.

842.42 Disposiciones de Construcción y Manipulado. Los componentes de tubería de plástico, son susceptibles a dañarse por una mala manipulación. Las acanaladuras, cortes, ensortijados, u otras formas de daño, pueden causar la falla. Se deberá ejercer mucho cuidado durante el manejo y la instalación para prevenir tales daños.

842.421 La tubería plástica y la tubería delgada (tubing) deberán inspeccionarse cuidadosamente para examinar que no tengan cortes, arañazos, protuberancias, u otras imperfecciones, antes de usarlas y cualquier tubería o tubing que contenga imperfecciones perjudiciales, deberá ser rechazada.

842.422 Cada instalación debe ser inspeccionada en el campo, para detectar si es que hay imperfecciones perjudiciales. Se deberá eliminar cualquiera de tales imperfecciones que se detecten.

842.423 Se requiere la aplicación habilidosa de técnicas calificadas y el uso de materiales y equipo apropiados para lograr juntas bien ejecutadas de tubería plástica mediante los métodos de cemento solvente, adhesivo o fusión por calor. Las disposiciones de revisión deben examinarse visualmente, Si hay alguna razón por la cual se crea que la junta es defectuosa, deberá ser removida y reemplazada.

842.424 Se deberá tener cuidado para evitar el manejo torpe de la tubería y tubería delgada de plástico. No deberá ser empujada ni estirada sobre superficies con proyecciones afiladas, no deberá dejársela caer ni dejar caer

⁶ Hágase referencia a las ediciones más recientes del Manual de Tubería de Plástico de la Asociación Norteamericana del Gas, ASTM D 2513, la Z380.1 de ANSI, *Guía para Sistemas de Tubería Para Transporte y Distribución de Gas* y publicaciones técnicas de los fabricantes de tubería plástica y accesorios.

objetos sobre la misma. Deberá tenerse cuidado de evitar el ensortijado o el pandeo, y cualquier retorcimiento o pandeo que ocurra, deberá ser retirado mediante corte como cilindro y reemplazado.

TABLA 842.396(c)
VALORES NOMINALES PARA
COEFICIENTES DE DILATACIÓN
TÉRMICA DE MATERIALES DE
TUBERÍA TERMOSPLÁSTICA

Designación General del Material	Coefficientes Nominales de Dilatación Térmica ASTM D 696, x 10 ⁻⁵ pulg/pulg/ °F
PE 2306	9.0
PE 2306	9.0
PE 2306	9.0
PVC 1120	3.0
PVC 1220	3.5
PVC 2110	5.0
PVC 2112	4.5
PVC 2116	4.0
PB 2110	70.2

NOTAS GENERALES:

(a) Los compuestos individuales pueden diferir de los valores de esta Tabla, hasta en un $\pm 10\%$. Pueden obtenerse de los fabricantes valores más exactos para productos comerciales específicos.

(b) Abreviaturas: PVC = Cloruro de Poli Vinilo, PE = Polietileno y PB = Polibutileno.

842.425 En todo tiempo, se deberá tener cuidado de proteger el material plástico, del fuego, calor excesivo y de productos químicos perjudiciales.

824.426 La tubería y el tubing plástico, se deben apoyar adecuadamente durante el tiempo en que se hallan almacenados. La tubería termoplástica, la tubería delgada y los accesorios, se deben proteger de la exposición directa al sol, por períodos prolongados.

842.43 Disposiciones de Instalación

(a) La tubería plástica puede instalarse por encima del nivel del suelo, solamente si:

(1) se halla encamisada en tubería metálica que esté protegida contra la corrosión atmosférica; protegida contra el deterioro (por Ej., degradación por alta temperatura); y protegida contra el daño exterior; o

(2) se halla instalada para servicio con líneas de plástico, según lo permite el párrafo 849.52(b).

La tubería plástica no deberá usar para soportar cargas externas. La tubería plástica encamisada, deberá ser capaz de resistir las temperaturas anticipadas sin deteriorarse o disminuir su resistencia por debajo de los límites de diseño establecidos en los párrafos 842.32 y 842.33. Al proveer protección contra el daño externo, se debe considerar la necesidad de aislar el segmento encamisado, y ventearlo bajo condiciones de seguridad, o contener el gas que pudiera

escapar de la tubería de plástico en la eventualidad de una fuga o rotura.

(b) No se deberá instalar tubería de plástico en cámaras u otros espacios cerrados subterráneos a menos que se halle completamente encamisada en un tubo metálico a prueba de fugas de gas, y se usen accesorios metálicos que tengan una protección adecuada contra la corrosión.

(c) La tubería de plástico deberá ser instalada de tal manera que se minimicen las tensiones de tracción y corte resultantes de la construcción, el relleno, la dilatación y/o contracción térmica, y las cargas externas. (Véase el párrafo 842.396.

842.431 Enterramiento Directo

(a) La tubería o tubería delgada (tubing) termoplástica, enterrada directamente deberá tener un espesor mínimo de pared de 0.090 pulgadas, en todos los tamaños, excepto la tubería NPS ½ y ¾ de pulgada y menores diámetros nominales de tubing, cuyo mínimo espesores de pared deberá ser de 0.062 pulgadas.

(b) La tubería de plástico deberá tenderse sobre un suelo no perturbado o uno que esté bien compactado. Si es que se va a tender tubería de plástico sobre suelos que pudieran dañarla, la tubería deberá ser protegida mediante materiales libres de piedras, antes de completar el relleno. La tubería de plástico no deberá ser soportada mediante bloques. Se deberá usar tierra bien compactada u otro apoyo continuo.

(c) La tubería deberá ser instalada proveyendo suficiente holgura, como para prevenir la posible contracción. Pudiera hacerse necesario el enfriamiento antes de que se haga la última conexión, bajo condiciones de temperaturas extremadamente altas. (Véase el párrafo 842.396).

(d) Cuando se baje a las zanjas secciones largas de tubería plástica que se haya armado en el costado de la zanja, se deberá tener cuidado de evitar cualquier esfuerzo que pudiera sobre-esforzar o pandear la tubería o imponer esfuerzos excesivos en las uniones.

(e) El relleno deberá efectuarse de una manera que provea un apoyo firme alrededor de la tubería. El material usado para el relleno, deberá estar libre de piedras grandes, trozos de pavimento, o cualquier otro material que pudiera dañar la cañería.

(f) En los casos en que se inunda la zanja para consolidar el relleno, se debe tener cuidado para que la tubería no flote, saliendo fuera de su apoyo firme en el fondo de la zanja.

(g) Deberá instalarse un alambre conductor de la electricidad junto con la tubería, para facilitar su ubicación con un localizador electrónico de tubos. Podrá emplearse otro material adecuado.

842.432 Inserción de la Tubería de Revestimiento

(a) La tubería de revestimiento o encamisado, deberá ser preparada en la extensión necesaria para eliminar cualquier borde agudo, proyecciones, o material abrasivo que pudiera dañar el plástico durante y después de la inserción.

(b) La tubería o el tubing de plástico deberá ser insertada dentro de la tubería de encamisado de tal manera que se proteja el plástico durante la instalación.- El extremo que vaya delante de la tubería de plástico, deberá estar cerrado antes de la inserción. Se debe tener cuidado de que la tubería de plástico se apoye en el extremo de la tubería de encamisado.

(c) La porción de la tubería de plástico expuesta debido a la remoción de una sección de la tubería de encamisado, deberá tener suficiente resistencia como para soportar las cargas externas anticipadas, o deberá protegerse con una pieza que haga las funciones de puente y que sea capaz de resistir las cargas externas anticipadas.

(d) La porción de tubería plástica que vá sobre suelo perturbado, deberá ser adecuadamente protegida por una pieza que haga de puente, u otros medios de proteger la tubería plástica contra el aplastamiento o el corte de las cargas externas o el asentamiento del relleno.

(e) La tubería deberá ser instalada, previendo la posible contracción térmica. Pudiera ser necesario proveer enfriamiento antes de que se haga la última conexión, cuando la tubería se haya instalado en climas cálidos o templados. (Véase el párrafo 842.396).

(f) Si es que se acumulan cantidades de agua entre el encamisado y la tubería portadora, en sitios en que pueda quedar sometida a temperaturas de congelamiento, la tubería portadora podría contraerse hasta el punto en que la capacidad se vea afectada o la pared de la tubería pudiera aplastarse y abrir una fuga. Para evitar esto, se deberán seguir los siguientes pasos:

(1) El espacio anular entre la tubería portadora y la tubería de encamisado deberá mantenerse a un mínimo, de tal manera que el volumen incrementado del agua al congelarse sea insuficiente para aplastar la tubería portadora.

(2) Deberá proveerse un drenaje adecuado para la tubería de encamisado.

(3) Pude insertarse un relleno, tal como una espuma dentro de espacio anular entre el encamisado y la tubería portadora.

842.44 Curvas y Ramales. Los cambios de dirección en la tubería de plástico, pueden lograrse con curvas, tes, o codos, bajo las siguientes limitaciones:

(a) La tubería y el tubing de plástico, podrán alcanzar una deflexión no mayor al radio mínimo recomendado por el fabricante para la clase, tipo, grado, espesor de pared y diámetro del plástico en particular que se esté usando.

(b) Las curvas deberán estar libres de bucles, grietas, u otra evidencia de daño.

(c) Los cambios de dirección que no puedan lograrse en conformidad con (a) de líneas arriba, deberán efectuarse con accesorios de tipo de codo.

(d) No se permiten curvas con ingletes.

(e) Las conexiones de ramales, se podrá efectuar solamente con tes de tipo de enchufar, u otros accesorios adecuados, específicamente diseñados para el propósito.

842.45 Reparación en Campo de Protuberancias y Surcos. Las protuberancias o surcos perjudiciales se deberán eliminar, cortando en forma de cilindro y reemplazando la porción dañada en conformidad con el párrafo 852.7.

842.46 Salidas a Presión (Hot Taps). Todas las salidas a presión, deberán ser instaladas por equipos de personas entrenados y experimentados.

842.47 Purgado. El purgado de las líneas principales de plástico y de las líneas de servicio, se deberá efectuar en conformidad con los párrafos 841.275 y 841.276.

842.5 Pruebas de la Tubería de Plástico Después de la Construcción

842.51 Disposiciones Generales. Toda la tubería de plástico deberá ser probada a presión después de la construcción y antes de panera en operación, para probar su resistencia y para demostrar que no presenta fugas.

Conexiones. Debido a que algunas veces se hace necesario dividir un ducto o línea principal en secciones para efectuar las pruebas, y para instalar cabezales de prueba, tubería de conexión y otros complementos necesarios, no se requiere que se prueben las secciones de conexión de tubería. Las uniones de estas conexiones sin embargo, deberán probarse para verificar que no tengan fugas.

842.52 Requerimientos de Prueba

(a) El procedimiento de prueba utilizado, incluyendo la duración de la prueba, deberá ser capaz de descubrir todas las fugas que hayan en la sección que se esté probando y deberá ser seleccionado después de tomar en consideración el contenido volumétrico de la sección y su ubicación.

(b) La tubería termoplástica no deberá ser probada a temperaturas del material por encima de 140 °F, y la tubería plástica de termofraguado reforzada no deberá ser probada a temperaturas de material mayores a 150 °F. La duración de la prueba de la tubería de termofraguado por encima de los 100 °F, sin embargo, no deberá exceder las 96 horas.

(c) Se deberá dejar un tiempo suficiente para que las juntas “se fragüen” apropiadamente antes de que se inicie la prueba.

(d) Los ductos de plástico y líneas principales, deberán ser probadas a presión no inferior a 1.5 veces la máxima presión de operación o 50 psig, el que sea mayor, con la excepción de que:

(1) la presión de prueba para la tubería plástica de termofraguado no deberá exceder 3.0 veces la presión de diseño de la tubería

(2) la presión de prueba para la tubería termoplástica, no deberá exceder 3.0 veces la presión de diseño de la tubería a temperaturas hasta e incluyendo los 100 °F o 2.0 veces la presión de diseño a temperaturas que excedan los 100 °F.

(e) Podrán usarse gas, aire o agua como el medio o vehículo de la prueba.

842.53 Seguridad Durante las Pruebas. Todas las pruebas después de la construcción, deberán ser efectuadas con debida consideración y atención a la seguridad de los empleados y el público durante la prueba.

842.6 Terminales de Cobre

842.61 Diseño de Terminales de Cobre

842.611 Cuando se usa para terminales de gas, la tubería o tubing de cobre deberá estar en conformidad con los siguientes requerimientos:

(a) No se debe usar terminales de tubería o tubing de cobre en lugares donde la presión exceda los 100 psig.

(b) No deberá usarse tubería ni tubing de cobre, cuando el gas transportado contenga más de un promedio de 0.3 granos de sulfuro de hidrógeno por cada cien pies cúbicos estándar de gas. Esto es equivalente a una traza según se determina por la prueba del acetato de plomo. (Véase el párrafo 863.4).

(c) La tubería o tubing de cobre para terminales, deberá tener un espesor de pared mínimo de 0.065 pulgadas y deberá ser conformado en duro (hard drawn).

(d) No se debería usar tubería ni tubing de cobre para terminales donde la tensión o las cargas externas pudieran dañar la tubería.

842.612 Válvulas en Tubería de Cobre. Las válvulas instaladas en las líneas de cobre, podrán estar fabricadas en cualquier material adecuado, permitido por el presente Código.

842.613 Accesorios en la Tubería de Cobre. Se recomienda que los accesorios en la tubería de cobre y que se halle expuesta a la tierra del suelo, tales como las tes de servicio, accesorios de control de presión, etc., estén hechos de bronce, cobre o latón.

842.614 Uniones en Tubería y Tubing de Cobre. La tubería de cobre deberá ser unida usando ya sea un acople de tipo de compresión o una unión de tipo solapa de latón o soldada. El material de relleno usado para el revestimiento de latón deberá ser una aleación de cobre fosforoso o una aleación de base de plata. No se permiten soldaduras a tope para unir tubería de cobre o tubing. El tubing de cobre no deberá ser roscado, aunque la tubería de cobre con espesor de pared equivalente al tamaño comparable a la tubería de acero de Schedule 40, podrá ser roscada y utilizada para conectar accesorios o válvulas de enroscar o atornillar.

842.615 Protección contra la Corrosión Galvánica. Se deberán tomar medidas para evitar la acción galvánica perjudicial donde el cobre esté conectado al acero por debajo del suelo. (Véase el párrafo 862.114(a)).

842.62 Prueba de Terminales de Cobre Después de la Construcción

842.621 Todos los terminales de cobre deberán ser probados después de la construcción en conformidad con las disposiciones del párrafo 841.35.

843 ESTACIONES DE COMPRESIÓN

843.1 Diseño de Estaciones de Compresión

843.11 Ubicación del Edificio de Compresores. Excepción hecha de los ductos de costa fuera, el edificio principal para las estaciones de compresión de gas deberá estar ubicado a una distancia suficientemente apartada de las propiedades adyacentes que no se hallen bajo el control de la Compañía, para poder minimizar el riesgo de comunicación de incendios al edificio de compresores desde estructuras de propiedades adyacentes. Se deberá proveer suficiente espacio libre alrededor del edificio para permitir el libre movimiento del equipo de combate de incendios.

843.12 Construcción del Edificio. Todos los edificios de estaciones de compresión que alojen tubería de gas en tamaños mayores a NPS 2 o equipo de manejo de gas (exceptuando el equipo para propósitos domésticos) deberá ser construido con materiales incombustibles según se define en ANSI / NFPA 220.

843.13 Salidas o Escapes. Se deberá proveer un mínimo de dos salidas para cada piso operativo de un compresor principal, sótano y cualquier pasarela elevada o plataforma a 10 pies (3.0 m) o más por encima del nivel del suelo. Las pasarelas individuales de los motores no necesitarán dos salidas. Las salidas de cada edificio del tipo indicado, podrán ser escaleras fijas, gradas, etc. La distancia máxima desde cualquier punto no deberá exceder lo 75 pies (22.5 m) medida a lo largo de la línea central de los pasillos o pasarelas. Loas salidas deberán ser puertas sin obstrucción, ubicadas de manera que provean una posibilidad conveniente de escape y deberán proveer paso inobstruido a un lugar seguro. Los pestillos de las puertas deberán ser del tipo que pueden abrirse inmediatamente desde el interior sin el uso de una llave. Todas las puertas de giro, ubicadas en las paredes que dan al exterior, deberán abrir, girando hacia afuera.

843.14 Áreas Cerradas con Verjas o Alambradas. Cualquier verja o alambrada que pudiera dificultar o evitar el escape de personas de la vecindad de una estación de compresión en una emergencia, deberá estar provista por lo menos con dos puertas. Estas puertas deberán estar ubicadas de manera que provean una oportunidad conveniente de escape hacia un sitio seguro. Cualesquiera de tales puertas situadas a una distancia menor a los 200 pies de cualquier edificio de planta de compresión, deberá abrir hacia fuera y no deberá estar cerrada con seguros, (o deberá poder abrirse desde el interior sin el uso de una llave) cuando el área dentro del cerramiento esté ocupada. De manera alternativa, podrán proveerse otras instalaciones que tengan las mismas condiciones de salida conveniente hacia afuera del área.

843.2 Instalaciones Eléctricas

Todo el equipo eléctrico y cableado instalado en una estación de compresión para transporte y distribución de gas deberá estar en conformidad con los requerimientos de ANSI / NFPA 70, en la medida en que lo permita el equipo comercialmente disponible.

Las instalaciones eléctricas en ubicaciones peligrosas, según las define ANSI / NFPA 70 y que no seguirán funcionando durante un paro de emergencia de la estación de compresión según indica el párrafo 843.43(a), deberá estar diseñado para estar en conformidad con los requerimientos de ANSI / NFPA 70 para ubicaciones Clase 1, División 1.

843.4 Equipo de la Estación de Compresión,

843.41 Instalaciones de Tratamiento de Gas

843.411 Remoción de Líquidos. Cuando en la corriente de gas se tiene presencia de vapores condensables, en cantidad suficiente como para licuarse bajo las condiciones esperadas de presión y temperatura, el flujo de succión hacia cada etapa de compresión (o hacia cada unidad en el caso de compresores centrífugos), deberá estar protegido contra la introducción de cantidades peligrosas de líquidos atrapados, hacia el interior del compresor. Todos los separadores de líquidos que se utilicen para este propósito, deberán estar provistos con dispositivos operados manualmente para extraer o remover los líquidos desde los mismos. Además, se tendrá instalaciones de remoción automática de líquidos, un dispositivo de paro de emergencia de compresor, o una alarma de alto nivel de líquido, los que deberán usarse cuando

exista la posibilidad de que lleguen tarugos o porciones de líquido que viajen hacia el interior del compresor.

843.412 Equipo para Remoción de Líquidos.

Los separadores de líquidos, a menos que estén contruidos con tubería y accesorios y no se use soldadura interna, deberán estar fabricados en conformidad con la Sección VIII del Código de Calderos y Recipientes a Presión de ASME. Cuando los separadores de líquidos están contruidos con tubería y accesorios sin soldadura interna, deberá estar en conformidad con los requerimientos de las Localidades de Clase 4.

843.42 Protección Contra Incendio. Se deberán proveer instalaciones de protección contra incendio de acuerdo con las recomendaciones de la Asociación Estadounidense de Seguros (American Insurance Association). Si las bombas de incendio son parte de dichas instalaciones, su operación no deberá verse afectada por las instalaciones de paro de emergencia.

843.43 Dispositivos de Seguridad

843.431 Instalaciones de Paro de Emergencia

(a) Cada estación de compresión de la línea de transmisión o transporte, deberá estar provista con un sistema de paro de emergencia por medio del cual se pueda bloquear el paso del gas fuera de la estación y descomprimir la tubería de la estación de gas. La operación del sistema de paro de emergencia deberá hacer que se cierren todos los equipos compresores de gas y todos los equipos cuyo combustible sea el gas. La operación de este sistema deberá des-energizar las instalaciones eléctricas ubicadas en la vecindad de las entradas de gas y en la sala de compresión, excepto por aquellas que proveen la iluminación de emergencia para la protección del personal y aquellos que son necesarios para la protección del equipo. El sistema de paro de emergencia deberá ser operable desde por lo menos dos ubicaciones fuera del área de gas de la estación, preferiblemente cerca de los portones de salida de la cerca de enmallado, aunque a no más de 500 pies (150 m) desde los límites de la estación. El equipo para bajar la presión deberá extenderse a una ubicación donde la descarga del gas no tenga la posibilidad de crear un peligro a la estación de compresión o el área que le rodea. Se excluyen de las disposiciones del presente párrafo, las estaciones de compresor de campo que funcionan sin personal con una capacidad de 1,00 HP o menos.

(b) Cada estación de compresión que abastezca gas directamente al sistema de distribución, deberá estar provisto con instalaciones de paro de emergencia, ubicadas fuera de los edificios de compresión por medio de los cuales todo el flujo de gas pueda bloquearse fuera de la estación siempre que exista otra fuente adecuada de gas para el sistema de distribución. Estas instalaciones de paro, podrán ser ya sea automáticas u operadas manualmente, según lo requieran las condiciones locales. Cuando no se tenga ninguna otra fuente de gas disponible, no se deberán instalar sistemas de paro que pudieran funcionar en un momento equivocado y causar un cierre del sistema de distribución.

843.432 Paradas de Motor por Sobre-Velocidad. Cada propulsor de un compresor, exceptuando los motores eléctricos de inducción o sincrónicos, deberá hallarse provisto con un dispositivo automático que esté

diseñado para parar la unidad antes que se exceda la máxima velocidad segura de su impulsor o unidad motriz, según lo establece el respectivo fabricante.

843.44 Requerimientos de Limitación de Presión en Estaciones de Compresión

843.441 Se deberán instalar alivios de presión u otros dispositivos protectores adecuados, de suficiente capacidad y sensibilidad, los mismos que se deberán mantener para asegurarse que la máxima presión admisible de operación de la tubería y los equipos de la estación no se excedan por más de un 10%.

843.442 En la línea de descarga de cada compresor de gas y en cada compresor de desplazamiento positivo de la línea de transporte de gas, se deberá instalar una válvula de alivio de presiones o un dispositivo limitador de presión, entre el compresor de gas y la primera válvula de bloque de la descarga. Si una válvula de alivio de presión es el dispositivo de protección contra sobre- presión, entonces la capacidad de alivio deberá ser igual o mayor a la capacidad del compresor. Si las válvulas de alivio en el compresor no evitan la posibilidad de que se tenga sobre-presión en el ducto, según especifica el párrafo 845, deberá instalarse un dispositivo limitador de presión o aliviador de presión, en la línea del ducto para evitar que se sobre- presurice más allá de los límites prescritos por el presente Código.

843.443 Venteo. Las líneas de venteo provistas para alejar el gas de las válvulas de alivio de presiones, hacia la atmósfera, deberán extenderse a una ubicación donde el gas pueda descargarse sin provocar peligros indebidos. Las líneas de venteo deberán tener suficiente capacidad de manera que no inhiban el desempeño de la válvula de alivio.

843.45 Control de Gas Combustible. Se deberá proveer un dispositivo automático diseñado para cerrar el flujo de gas combustible cuando el motor se para, en cada motor de gas que opere con inyección de gas a presión. El tubo múltiple o manifold de distribución de gas deberá también ventearse simultáneamente.

843.46 Fallas de Enfriamiento y de Lubricación. Todas las unidades de compresión de gas, deberán estar equipadas con dispositivos de paro o de alarma para operar en la eventualidad de un enfriamiento o lubricación inadecuada de las unidades.

843.471 Silenciadores. La cubierta exterior de los silenciadores de los motores que usan gas como combustible deberá ser diseñada en conformidad con las buenas prácticas de ingeniería, y deberá estar contruida en materiales dúctiles. Se recomienda que todos los compartimientos del silenciador sean fabricados con ranuras de venteo o agujeros en las placas deflectoras, para evitar que el gas quede atrapado en el silenciador.

843.472 Ventilación del Edificio. La ventilación deberá ser abundante, para asegurarse que los empleados no se hallen en riesgo bajo condiciones normales de operación (o tales condiciones anormales como la rotura de una empaquetadura, membrana de empaque, etc.) por acumulaciones o concentraciones peligrosas de vapores o gases inflamables o perjudiciales, en las habitaciones,

sumideros, desvanes, pozos o sitios cerrados similares, o en cualquier porción de los mismos.

843.48 Detección de Gas y Sistemas de Alarma

(a) Cada edificio de compresores en una estación de compresión, donde podrían acumularse concentraciones peligrosas de gas, deberá tener un sistema de detección de gas fijo y un sistema de alarma, a menos que el edificio:

(1) esté construido de manera que por lo menos el 50% de su área de paredes laterales esté permanentemente abierta hacia la atmósfera o adecuadamente ventilada por ventilación forzada o natural; o

(2) en una estación de compresión de campo, sin atención de personal, que tenga una potencia de 1,000 HP o menos y que esté adecuadamente ventilada.

(b) Excepto las ocasiones en que sea necesario parar el sistema por mantenimiento (véase el párrafo 853.16), cada sistema de detección de gas y sistema de alarma requerido por la presente sección, deberá:

(1) monitorear continuamente el edificio de compresores verificando que la concentración de gas en el aire no sea mayor a 25% del límite explosivo inferior.

(2) advertir a las personas que vayan a ingresar al edificio, y a las personas que se hallen dentro del edificio, del peligro, si es que aquella concentración de gas se ha excedido.

(c) La configuración del edificio de compresores, deberá ser considerada en la selección del número, tipo, y colocación de detectores y alarmas.

(d) La señal de alarma debe ser única e inmediatamente reconocible, considerando el ruido de fondo y la iluminación, por parte del personal que se halle en el interior o inmediatamente afuera de cada edificio de compresores.

843.5 Tubería de la Estación de Compresión

843.51 Tubería de gas. Las siguientes, son disposiciones generales aplicables a toda tubería de gas.

843.511 Especificaciones para Tubería de gas. Toda la tubería de gas de una estación de compresión, fuera de la de instrumentos, control y tubería de muestreo, que va hacia el ducto principal, incluyendo las conexiones al ducto principal, deberán ser de acero y deberá usarse para ellas el factor de diseño F, según la Tabla 841.114B. Las válvulas que tengan componentes de su carcasa hechos con hierro dúctil, podrán usarse sujetas a las limitaciones del párrafo 831.11(b).

843.512 Instalación de Tubería de Gas. Las disposiciones del párrafo 841.2 se deberán aplicar según sea apropiado a la tubería de gas en las estaciones de compresión.

843.513 Prueba de la Tubería de Gas. Toda la tubería de gas dentro de una estación de compresión, deberá ser probado después de la instalación en conformidad con las provisiones del párrafo 841.3 para ductos y líneas principales en Localidades de Clase 3, excepto por las pequeñas adiciones a las estaciones de operación, no se necesitan someter a prueba cuando las condiciones de operación hagan que resulte impráctico efectuar las pruebas.

843.514 Identificación de las Válvulas y la Tubería. Todas la válvulas y controles de emergencia deberán estar identificadas con carteles. La función de todas

las tuberías de gas a presión, deberán estar identificadas por carteles y códigos de colores.

843.52 Tubería de Gas Combustible. Las siguientes son disposiciones específicas aplicables a la tubería de gas combustible solamente.

843.521 Todas las líneas de gas combustible, dentro de una estación de compresión que sirven a los varios edificios y áreas residenciales, deberán estar provistas de válvulas maestras de cierre ubicadas en el exterior de todo edificio o área residencial.

843.522 Las instalaciones de regulación de presión para el sistema de gas combustible de una estación de compresión, deberán estar provistas con dispositivos limitadores de presión, para evitar que se exceda la presión normal de operación del sistema en más de un 25% o que la máxima presión admisible de operación, se exceda por más del 10%.

843.523 Se deberán tener disposiciones adecuadas para evitar que el gas combustible ingrese a los cilindros de potencia de un motor y que actúe en las partes móviles, mientras se efectúan trabajos en el motor o en el equipo impulsado por el motor.

843.524 Todo el gas combustible usado para propósitos domésticos en una estación de compresión, que tenga insuficiente olor propio para servir como una advertencia en la eventualidad de una fuga, deberá ser olorizado, según se prescribe en el párrafo 871.

843.53 Sistemas de Tuberías de Aire

843.531 Toda la tubería de aire dentro de las estaciones de compresión, se deberán construir en conformidad con ASME B31.3.

843.532 La presión de aire para arranque de motores, el volumen de almacenamiento, y el tamaño de la tubería de conexión deberán ser adecuados para hacer rotar el motor a la velocidad de arranque y al número de revoluciones por minuto necesario para purgar el gas combustible del cilindro de potencia y del silenciador. Se podrán usar las recomendaciones del fabricante como una guía para determinar estos factores. Se deberá considerar el número de motores instalados y la posibilidad de tener que arrancar varios de estos motores dentro de un período corto de tiempo.

843.533 Se deberá instalar una válvula de retención o cierre en la línea de aire de arranque, cerca de cada motor para evitar el flujo inverso del motor hacia el sistema de tuberías de aire. También se deberá instalar una válvula de retención en la línea principal de aire, en el lado inmediato a la salida del tanque o tanques de aire. Se recomienda que se instalen equipos para enfriar el aire y remover o eliminar la humedad y el aceite atrapado, entre el compresor de aire de arranque y los tanques de almacenamiento de aire.

843.534 Se deberá tomar medidas adecuadas para evitar que el aire de arranque ingrese a los cilindros de potencia del motor y actúe las partes móviles mientras se hacen trabajos en el motor o en el equipo impulsado por los motores. Un medio aceptable de lograr esto es instalando una

brida ciega, retirando la porción de la tubería de alimentación de aire, o trabando en posición de cerrada una válvula de retención y trabando en posición de abierto un venteo aguas abajo del mismo.

843.535 Receptores de Aire. Los receptores de aire o botellas de almacenamiento de aire, para usarlas en estaciones de compresión, deberán estar construidas en conformidad con la Sección VIII del Código BPV.

843.54 Tubería de Aceite Lubricante. Toda tubería de aceite lubricante dentro de las estaciones de compresión de gas, deberá estar construida en conformidad con ASME B31.3.

843.55 Tubería de Agua. Toda la tubería de agua dentro de una estación de compresión, deberá estar construida en conformidad con el Código de BPV.

843.56 Tubería de vapor. Toda la tubería de vapor dentro de las estaciones de compresión de gas deberá estar construida en conformidad con las ASME B31.1.

843.57 Tubería Hidráulica. Toda la tubería de potencia hidráulica dentro de las estaciones de compresión de gas, deberá estar construida en conformidad con ASME B31.3.

844 DEPÓSITOS DE TIPO TUBERÍA Y DE TIPO BOTELLA

844.1 Los Depósitos de Tipo Tubería en Derechos de Vía que No Se Hallen Bajo Uso y Control Exclusivo de la Compañía Operadora

Un depósito de tipo tubo que se vaya a instalar en calles, carreteras o en derechos de vía privados, que no se hallen bajo el exclusivo control y uso de la compañía operadora, deberá ser diseñado, instalado y probado en conformidad con las disposiciones del presente Código aplicables a un ducto instalado en la misma ubicación y operado a la misma máxima presión.

842.2 Depósitos de Tipo Botella

Los depósitos de tipo botella deberán estar ubicados en tierra que sea de propiedad o se halle bajo el exclusivo control de la compañía operadora.

844.3 Depósitos de Tipo Tubo y de Tipo Botella en Propiedad bajo el Exclusivo Uso y Control de la Compañía Operadora

844.31 El sitio de almacenamiento deberá estar completamente encerrado mediante veda o enmallado para evitar el acceso por parte de personal no autorizado.

844.32

(a) Un depósito de tipo tubo o tipo botella que vaya a ser instalado en terreno bajo el exclusivo control y uso de la compañía operadora, deberá ser diseñado de conformidad con los factores de diseño de construcción. La selección de estos factores depende de de la Clase de Localidad en la cual está situado el lugar, la holgura entre los recipientes de tubo o botellas y la cerca, y la máxima operación de operación, como sigue:

Tamaño del Depósito	Factores de Diseño, F	
	Para Distancia Mínima Entre Depósitos y Límites de la Cerca, de 25 a 100 pies	Para Distancia Mínima Entre Depósitos y Límites del Sitio (en la cerca), de 25 a 100 pies
1	0.72	0.72
2	0.60	0.72
3	0.60	0.60
4	0.40	0.40

(b) La distancia mínima entre depósitos y los límites de la cerca de cerramiento del sitio, se fija por medio de las máximas presiones de operación del depósito, como sigue:

Máxima Presión de Operación, psi	Distancia mínima, pies
Menos de 1,000	25
1,000 o más	100

(c) *Distancia Mínima Entre Depósitos de Tubo o Botellas.* La mínima distancia en pulgadas entre depósitos de tubo o botellas, deberá ser determinada mediante la siguiente fórmula.

$$C = \frac{3DPF}{1,000}$$

donde

- C = distancia mínima entre los recipientes de tubo o botellas, en pulgadas
- D = diámetro exterior del depósito o botella, pulgadas
- F = factor de diseño (véase el párrafo 844.32(a))
- P = máxima presión admisible de operación, psig

(d) Los recipientes o depósitos de tubo, deberá estar enterrados con la parte superior de cada envase a no menos de 24 pulgadas (0.6 m) por debajo de la superficie del suelo.

(e) Las botellas deberán enterrarse con la parte superior de cada recipiente, debajo de la línea normal de congelamiento

(f) Los depósitos de tipo tubo, deberán probarse en conformidad con las disposiciones del párrafo 841.32 para un ductos ubicado en la misma clase de localidad que el sitio del depósito, siempre que, en cualquier caso en que la presión de prueba vaya a producir una tensión de aro del 80% o más del la mínima tensión de fluencia especificada de la tubería, se deberá usar agua como el medio o vehículo de la prueba.

844.4 Disposiciones Especiales Aplicables Solamente a Depósitos de Tipo Botella

844.41 Un depósito de tipo botella, puede estar fabricado de acero que no sea soldable bajo condiciones de campo, sujeto a todas las limitaciones siguientes:

(a) Los depósitos de tipo botella fabricados con acero de aleación, deben cumplir con los requerimientos químicos y de tensión para los diferentes grados de aceros de ASTM A 372.

(b) La relación de tensión mínima de fluencia especificada a la resistencia real a la tensión, en ningún caso deberá exceder 0.85.

(c) No se deberán efectuar soldaduras en este tipo de botellas después de que hayan sido tratadas con calor y/o aliviadas de tensiones, excepto de que deberá ser permisible conectar pequeños alambres de cobre a la porción de menor diámetro del cerramiento del extremo de la botella con el propósito de dar protección catódica, usando un proceso de soldadura localizada de tipo térmico con polvo (con carga que no exceda los 15 g).

(d) Tales botellas deberán ser sometidas a una prueba hidrostática en fábrica, y no se necesita probarlas hidrostáticamente de nuevo a tiempo de instalarlas. La presión de prueba de fábrica, no deberá ser menor a la requerida para producir una tensión de aro igual al 85% de la mínima tensión de fluencia especificada del acero. Deberá hacerse una cuidadosa inspección de las botellas a tiempo de instalarlas, y no se deberán usar botellas que estén dañadas.

(e) Tales botellas y la tubería de conexión, deberán ser probadas para verificar su estanqueidad después de la instalación, usando aire o gas a una presión de 50 psi por encima de la máxima presión de operación.

844.5 Disposiciones Generales Aplicables tanto a los Depósitos de Tubo como a los de Botella

(a) No deberá almacenarse gas que contenga más de 0.1 granos de sulfuro de hidrógeno por cada 100 pies cúbicos estándar de gas, cuando se tenga presencia de agua libre o se anticipe tenerla, sin emplear los medios adecuados para identificar, mitigar o evitar la corrosión interna perjudicial. (Véase el párrafo 863).

(b) Deberán tomarse medidas para evitar la formación o acumulación de líquidos en el recipiente o depósito, la tubería de conexión y el equipo auxiliar que pidieran causar corrosión o interferir con la operación segura del equipo de almacenamiento.

Las válvulas de alivio se deberán instalara de acuerdo con las disposiciones del presente Código, las cuales tendrán una capacidad de alivio adecuada para limitar la presión impuesta en la línea de llenado y por lo tanto en el depósito de almacenamiento al 100% de la presión de diseño del depósito o a la presión que produzca una tensión de aro del 75% de la tensión mínima de fluencia especificada del acero, el que sea menor.

845 CONTROL Y LIMITACIÓN DE LA PRESIÓN DEL GAS

845.1 Requerimientos Básicos para la Protección Contra la Sobre-Presión Accidental

Todo ducto, línea principal, sistema de distribución, medidor del cliente, e instalaciones conexas, estación de compresión, depósito de tipo tubo, depósito de tipo botella, recipientes fabricados con tubería y accesorios, y todo el equipo especial, si se halla conectado a un compresor o a una fuente de gas donde la falla del control de la presión u otras causas pudieran dar por resultado una presión que exceda la máxima presión admisible de operación de la instalación (hágase referencia al párrafo 805.214), deberá estar equipada con dispositivos adecuados para aliviar la presión. En el

párrafo 845.24 se dan las disposiciones especiales para los reguladores de servicio.

845.2 Control y Limitación de la Presión del Gas

845.21 Control y Limitación de la Presión de Gas en Depósitos, Ductos y Todas las Instalaciones que Pudieran a Veces Hallarse a Presión (como una Botella)

845.212 Los tipos de protección adecuados para evitar la sobre-presión en tales instalaciones, incluyen:

(a) Válvulas de alivio cargadas con la fuerza de un resorte o tipos de válvulas que cumplan con las disposiciones del Código BPV, Sección VIII.

(b) reguladores de contra-presión, cargados con fuerza piloto, usados como válvulas de alivio, diseñados de manera que la falla del sistema piloto o las líneas de control, causarán que el regulador se abra

(c) discos de ruptura del tipo que cumplen con las disposiciones del Código BPV, Sección VIII, División I.

845.213 Máxima Presión Admisible de Operación para los Ductos de Acero o Plástico, o Líneas Principales.

Esta es por definición, la máxima presión de operación, a la cual el ducto o línea principal puede ser sometida, de acuerdo con los requerimientos del presente Código. Para un ducto o línea principal, la máxima presión admisible de operación, no deberá exceder la menor de los siguientes cuatro ítems:

(a) la presión de diseño (definida en el párrafo 805.212) del elemento más débil del ducto o la línea principal. Asumiendo que todos los accesorios, válvulas y potros accesorios en la línea tienen una capacidad adecuada de resistencia a la presión, la máxima presión admisible de operación del ducto o línea principal, deberá ser la presión de diseño determinada en conformidad con el párrafo 841.11 para el acero o el párrafo 842.3 para el plástico.

(b) la presión obtenida al dividir la presión a la cual el ducto o línea principal se prueba después de la construcción por el factor apropiado para la Clase de Localidad de la que se trate, como sigue:

Clase de Localidad	Presión para el Acero (1)	Presión para el Plástico
1, División 1	<u>Presión de Prueba</u> 1.25	No Disponible
1, División 2	<u>Presión de Prueba</u> 1.10	<u>Presión de Prueba</u> 1.50
2	<u>Presión de Prueba</u> 1.25	<u>Presión de Prueba</u> 1.50
3	<u>Presión de Prueba</u> (2) 1.40	<u>Presión de Prueba</u> 1.50
4	<u>Presión de Prueba</u> (2) 1.40	<u>Presión de Prueba</u> 1.50

NOTAS:

- (1) Véase en el párrafo 845.214 los factores de prueba aplicables para la conversión de ductos con factores no conocidos.
- (2) Deben usarse otros factores si la línea fuera probada bajo las condiciones especiales descritas en el párrafo 841.322(d), 841.325 y 841.33. En tales casos, úsese los factores que sean consistentes con los requerimientos aplicables de estas secciones.

(c) la máxima presión segura a la cual el ducto o línea principal deberá ser sometida en su historial de operación y

mantenimiento (para ductos de transporte, véase el párrafo 851.1)

(d) cuando se conectan líneas de servicio al ducto o línea principal, las limitaciones establecidas en los párrafos 845.223(b) y (c).

845.214 Calificación del Ducto de Acero o Línea Principal para Establecer la MAOP

(a) *Ducto Operando a 100 psig o Mayor.* Este párrafo se aplica a los ductos existentes de gas natural o a los ductos existentes que se estén convirtiendo a servicio de gas natural, donde uno o más factores de la fórmula de diseño de la tubería de acero, (véase el párrafo 841.11) son desconocidos y el ducto se va a operar a 100 psi o más. La máxima presión admisible de operación deberá ser determinada mediante una prueba hidrostática del ducto.

(1) la máxima presión admisible de operación deberá limitarse a la presión obtenida dividiendo la presión a la cual el ducto o línea principal se prueba por el factor apropiado para la Clase de Localidad, según el cuadro siguiente:

Clase de Localidad	Máxima Presión Admisible de Operación (MAOP)
1, División 1	<u>Presión de Prueba</u> 1.25
1, División 2	<u>Presión de Prueba</u> 1.39
2	<u>Presión de Prueba</u> 1.67
3	<u>Presión de Prueba</u> 2.0
4	<u>Presión de Prueba</u> 2.5

(2) La presión de prueba a usarse en el cálculo de la máxima presión admisible de operación, deberá ser la presión de prueba obtenida en el punto de máxima elevación de la sección de mínima resistencia de prueba y no deberá ser mayor a la presión requerida para producir una tensión igual a la resistencia de fluencia según se la determine mediante prueba. Solamente puede usarse la primera prueba a la fluencia para determinar la máxima presión admisible de operación.

(3) Se deberán conservar los registros de las pruebas de presión hidrostática y reparaciones de línea, durante toda la vida en que las instalaciones correspondientes permanezcan en servicio.

(4) Determine que todas las válvulas, bridas, y otros componentes calificados por presión, tengan una capacidad adecuada.

(5) Mientras que la máxima presión de una prueba utilizadas para establecer la máxima presión admisible de operación, no queda limitada por el presente párrafo, exceptuando por (29 de líneas arriba, se deberá tener sumo cuidado al seleccionar la máxima presión de prueba.

(b) *Ductos que Operan a Menos de 100 psig.* Este párrafo se aplica a los ductos existentes de gas natural o a los ductos existentes que se estén convirtiendo a servicio con gas, donde uno o más factores de de la fórmula de diseño de la tubería de acero se desconozcan y el ducto vaya a ser operado a menos de 100 psig. La máxima presión admisible de operación, se deberá determinar mediante prueba de presión del ducto.

(1) La máxima presión admisible de operación deberá limitarse a la presión obtenida de la división del la presión a

la cual se haya probado el ducto o línea principal, por el factor apropiado de acuerdo de la Clase de Localidad de que se trate, según la siguiente tabla:

Clase de Localidad	Máxima Presión Admisible de Operación (MAOP)
1	<u>Presión de Prueba</u> 1.25
2	<u>Presión de Prueba</u> 1.25
3	<u>Presión de Prueba</u> 1.5
4	<u>Presión de Prueba</u> 1.5

(2) La presión de prueba a usarse en el cálculo de la máxima presión admisible de operación, deberá ser la presión de prueba obtenida en el punto de mayor elevación de la sección de la prueba de mínima resistencia, y no deberá ser mayor a la presión requerida para producir una tensión igual a la tensión de fluencia, según se determine mediante prueba. Solamente puede usarse la primera prueba a la fluencia para determinar la máxima presión admisible de operación.

(3) Los registros de pruebas de presión y reparación de línea, deberán conservarse mientras las instalaciones pertinentes se mantengan en servicio.

(4) Determine que todas las válvulas, bridas y otros componentes calificados por presión, tengan la capacidad adecuada.

(5) Aunque la máxima presión de una prueba utilizada para establecer la máxima presión admisible de operación no queda limitada por el presente párrafo, excepto por (2) de líneas arriba, se deberá tener sumo cuidado al seleccionar la máxima presión de prueba.

845.22 Control y Limitación de la Presión del Gas en Sistemas de Distribución de Alta Presión de Acero, Hierro Dúctil, Hierro Fundido o Plástico

845.221 Cada sistema de distribución de alta presión o línea principal, abastecida desde una fuente de gas, que se halle a una presión mayor que la máxima presión admisible de operación del sistema, deberá estar equipada con dispositivos reguladores de presión de la capacidad adecuada y diseñadas para cubrir la presión, carga y otras condiciones de servicio bajo las cuales se vayan a operar o a las cuales puedan ser sometidas.

845.222 Además de los dispositivos de regulación de presión descritos en el párrafo 842.221, se deberá proveer un método adecuado para evitar someter un sistema de alta presión, a sobre- presiones accidentales.

Entre los tipos adecuados de dispositivos protectores para evitar la sobre- presión de los sistemas de distribución de lata presión, se incluyen:

- (a) válvulas de alivio, según se las prescribe en el párrafo 845.212(a) y (b).
- (b) válvulas de alivio cargadas con peso
- (c) un regulador de monitoreo instalado en serie con el regulador de presión primario
- (d) un regulador en serie, instalado aguas arriba del regulador primario y graduado para l imitar continuamente la presión en la entrada del regulador primario, a la máxima presión admisible de operación del sistema de distribución o una presión menor
- (e) un dispositivo de paro o cierre automático instalado en serie con el regulador primario de presión y graduado para

cerrar cuando la presión en el sistema de distribución alcanza la máxima presión admisible de operación o menos. Este dispositivo deberá mantenerse cerrado, hasta que se lo reinicie manualmente. No se deberá usar este dispositivo donde pudiera causar una interrupción de servicio para un gran número de clientes.

845.223 Máxima Presión Admisible de Operación para Sistemas de Distribución de Alta Presión. Esta presión deberá ser la máxima presión a la cual pueda someterse el sistema en conformidad con los requerimientos del presente Código. No deberá exceder:

(a) la presión de diseño del elemento más débil del sistema, definido en el párrafo 805.212

(b) 60 psig si las líneas de servicio en el sistema no están equipadas con reguladores en serie u otros dispositivos limitadores de presión, según indica el párrafo 845.243

(c) 25 psig en sistemas de hierro fundido que tengan juntas de espiga y campana unidas por calafateado, que no hayan sido equipadas con abrazaderas de junta de campana u otros métodos efectivos de sellado de fugas

(d) los límites de presión a los cuales puede someterse cualquier junta sin la posibilidad de separación o rotura

(e) 2 psig en sistemas de distribución de alta presión equipados con reguladores de servicio que no cumplan los requerimientos del párrafo 845.241 y que no cuenten con un dispositivo de protección contra sobrepresiones según se requiere por el párrafo 845.242

(f) la máxima presión segura a la cual el sistema debería someterse sobre la base de su historial de operación y mantenimiento.

845.23 Control y Limitación de Presión de Gas en Sistemas de Distribución de Baja Presión

845.231 Cada sistema de distribución de baja presión o línea principal de baja presión, alimentada por una fuente de gas que esté a una presión mayor a la máxima presión admisible de operación del sistema de baja presión, deberá ser equipado con dispositivos reguladores de presión de una capacidad adecuada. Estos dispositivos deben estar diseñados para cumplir con la presión, carga y otras condiciones de servicio bajo las cuales vayan a operar.

845.232 Además de los dispositivos reguladores de presión indicados en el párrafo 845.231, su deberá proveer un dispositivo apropiado para evitar la sobrepresurización accidental. Entre los dispositivos adecuados para proteger los sistemas de distribución de baja presión contra la sobrepresión, se incluyen:

(a) un dispositivo de alivio de sello líquido que pueda regularse para que abra con precisión y consistentemente a la presión deseada

(b) válvulas de alivio cargadas con peso

(c) un dispositivo de paro o cierre automático, como el que se describe en el párrafo 845.222e

(d) regulador de contra presión, cargado por fuerza piloto, según se describe en el párrafo 845.212(b)

(e) un regulador de monitoreo, según se describe en el párrafo 845.222(c)

(f) un regulador en serie, como el que se describe en el párrafo 845.222(d).

845.233 Máxima Presión Admisible de Operación para Sistemas de Distribución de Baja Presión.

La máxima presión admisible de operación para un sistema de distribución de baja presión, no deberá exceder ninguno de los siguientes:

(a) una presión que vaya a causar la operación insegura de cualquier equipo de baja presión que use gas como combustible y esté conectado y ajustado apropiadamente

(b) una presión de 2 psig

845.234 Conversión de Sistemas de Distribución de Baja Presión, a Sistemas de Distribución de Alta Presión

(a) Antes de convertir un sistema de distribución de baja presión en un sistema de distribución de alta presión, se requiere tomar en consideración los siguientes factores:

(1) el diseño del sistema, incluyendo las clases de materiales y equipo usados

(2) el registro de mantenimiento del pasado, incluyendo los resultados de cualesquier estudios de fugas efectuados previamente

(b) Antes de incrementar la presión, se deberán tomar los siguientes pasos (no es necesario que estén en la misma secuencia mostrada):

(1) Efectuar un estudio de fugas y reparar las fugas que se hallen

(2) Reforzar o reemplazar las partes del sistema que se determine que son inadecuadas para las presiones de operación más altas

(3) Instalar un regulador de servicio en cada línea de servicio, y probar cada regulador para determinar si es que está funcionando. En algunos casos pudiera ser necesario elevar la presión ligeramente para permitir la operación adecuada de los reguladores de servicio.

(4) Aislar el sistema, de los sistemas de baja presión adyacentes.

(5) En las curvas o empalmes en tubería de espiga y campana, reforzar o reemplazar los anclajes que se determine que son inadecuados para las presiones mayores.

(c) La presión del sistema que se esté convirtiendo deberá ser incrementada por pasos, con un período para revisar el efecto del incremento previo antes de efectuar el incremento siguiente. La magnitud deseable de cada incremento y la duración del período de revisión, variarán, dependiendo de las condiciones. El objetivo de este procedimiento es el de permitir una oportunidad para descubrir cualesquier conexiones abiertas y no reguladas a los sistemas de baja presión adyacentes o a los clientes individuales antes de que se alcance una presión excesiva.

845.24 Control y Limitación de la Presión de Entrega de Gas a Clientes Domésticos, Comerciales Pequeños e Industriales Pequeños, desde Sistemas de Distribución de Alta Presión

NOTA: Cuando la presión del gas y la demanda del cliente son mayores a aquellas aplicables bajo las disposiciones del párrafo 845.24, los requerimientos de control y limitación de la presión del gas entregado, se incluyen en el párrafo 845.1.

845.241 Si la máxima presión admisible de operación del sistema de distribución es de 60 psig o menos, y se usa un regulador de servicio que tenga las características que se dan en la lista de líneas abajo, no se requerirá ningún otro dispositivo limitador de presión:

(a) un regulador de presión capaz de reducir la presión de la línea de distribución, psi, a presiones recomendadas para

los artefactos del hogar que consumen gas, en pulgadas de columna de agua

(b) una válvula de una sola salida, con un diámetro de orificio no mayor al recomendado por el fabricante para la máxima presión de gas en la entrada del regulador

(c) un asiento de válvula fabricado con material flexible diseñado para resistir la abrasión del gas, las impurezas del gas y el cierre cortante de la válvula, y diseñado para resistir la deformación permanente cuando se oprime contra la abertura de la válvula

(d) conexiones de tubería sal regulador que no excedan 2 NPS

(e) la capacidad, bajo condiciones normales de operación de regular la presión aguas abajo dentro de los límites necesarios de precisión y de limitar la acumulación de presión bajo condiciones de flujo nulos, a no más del 50% por encima de la presión normal de descarga, mantenida bajo condiciones de flujo.

(f) n regulador de servicio auto- contenido, sin líneas estáticas externas o líneas de control.

845.242 Si la máxima presión admisible de operación del sistema de distribución es de 60 psig o menos, y se utiliza un regulador de servicio que no tenga todas las características de la lista del párrafo 845.241, o si es que el gas contiene materiales que interfieren seriamente con la operación de los reguladores de servicio, se deberán instalar dispositivos protectores adecuados, para evitar una sobre-presurización insegura de los artefactos de los clientes, si es que llegar a fallar el regulador de servicio. Algunos de los tipos de dispositivos protectores adecuados para evitar la sobre- presión en los artefactos de los clientes, son:

(a) un regulador – monitor

(b) una válvula de alivio

(c) un dispositivo de cierre automático

Estos dispositivos pueden instalarse como una parte integral del regulador de servicio o como unidades separadas.

843.243 Si la máxima presión admisible de operación del sistema de distribución excede los 60 psig, se deberá usar métodos adecuados para regular o limitar la presión entrada al cliente a un valor máximo de seguridad. Tales métodos pueden incluir:

(a) un regulador de servicio que tenga las características que se dan en la lista del párrafo 845.541 y un regulador secundario ubicado agua arriba del regulador de servicio. En ningún caso deberá graduarse o fijarse el regulador secundario para que mantenga una presión mayor a las 60 psi. Se deberá instalar un dispositivo entre el regulador secundario y el regulador de servicio para limitar la presión en la entrada del regulador de servicio a 60 psi o menos en caso de que el regulador secundario falle y no funcione apropiadamente. Este dispositivo podrá ser ya sea una válvula de alivio o una cierre automático que cierre si es que la presión en la entrada del regulador de servicio excede la presión fijada 860 pis o menos) y permanece cerrado hasta que se lo restablezca manualmente.

(b) un regulador de servicio y un regulador- monitor fijado para limitar la presión de entrega de gas al cliente, a un máximo valor de seguridad.

(c) un regulador de servicio con una válvula de alivio venteadada hacia la atmósfera, estando la válvula de alivio regulada para que se abra de manera que la presión de gas que vaya hacia el cliente, no exceda un valor máximo de seguridad. La válvula de alivio podrá estar incorporada al

regulador de servicio, o podrá ser una unidad separada, instalada aguas abajo del regulador de servicio. Esta combinación puede utilizarse solamente en los casos en los que la presión de entrada al regulador de servicio, no excede la presión de trabajo de seguridad especificada por el fabricante para el regulador de servicio, y si no está recomendada para uso donde la presión de entrada para el regulador de servicio exceda 125 psi. Para presiones de entrada mayores, deberá usarse el método del párrafo 845.243(a) ó (b).

845.3 Requerimientos para el Diseño de Instalaciones de Alivio de presión y de Limitación de Presión

845.31 Los dispositivos de alivio de presión o limitadores de presión, con la excepción de los discos de ruptura, deberán:

(a) estar contruidos con materiales tales, que la operación del dispositivo no sea impedida normalmente por la corrosión de las partes externas debido a la acción atmosférica o de las partes interna por el gas.

(b) tener válvulas y asientos de válvulas que estén diseñadas de tal manera que no se peguen en una posición que vaya a dejar el dispositivo inoperante y pueda dar por resultado una falla del dispositivo al no funcionar de la manera que se tenía previsto

(c) estar diseñadas e instaladas de manera que se as pueda operar fácilmente para determinar si la válvula está libre, puede probarse para determinar la presión a la cual vaya a operar, y puedan ser probadas para determinar cuando se hallan en la posición de cerrada.

845.311 Los discos de ruptura, deberán cumplir con los requerimientos de diseño que se prescriben en el Código BPV. Sección VIII, División I.

845.32 Las chimeneas de descarga, venceos, o puntos de salida de todos los dispositivos de alivio de presiones, deberán estar ubicados donde el gas pueda descargarse hacia la atmósfera sin causar un peligro o riesgo. Deberá prestarse atención a todas las zonas vecinas donde los componentes del sistema estén expuestos.

845.33 El tamaño de las aberturas, la tubería y accesorios ubicados entre el sistema a ser protegido u el dispositivo para aliviar la presión y la línea de venteo, deberán ser de los tamaños adecuados para evitar el golpe o martilleo de la válvula y para prevenir que la capacidad de alivio se vea impedida.

845.34 Deberán tomarse precauciones para evitar la operación no autorizada de cualquier válvula de cierre que cause que la válvula de alivio quede inoperante. Esta disposición no se deberá aplicar a las válvulas que aislen el sistema que se esté protegiendo, de su fuente de presión. Los métodos aceptables para cumplir con esta disposición, son los siguientes:

(a) Trabar la válvula de retención en la posición de abierta. Instruir al personal autorizado, sobre la importancia de no dejar inadvertidamente la válvula de retención cerrada y de hallarse presente durante todo el período en que la válvula de retención se cierra, de manera que la pueda trabar en la posición de abierta, antes de que se vayan del sitio.

(b) Instalar válvulas de alivio duplicadas, siendo que cada una tenga la capacidad por sí misma de proteger todo el sistema, y disponer las válvulas de aislamiento o válvulas de tres vías, de manera que mecánicamente, sea posible poner fuera de operación solamente un dispositivo de seguridad por vez.

845.35 Deberán tomarse precauciones para evitar la operación no autorizada de cualquier válvula que pueda hacer inoperantes los dispositivos limitadores de presión. Esta disposición se aplica a las válvulas de aislamiento, válvulas de desvío (by-pass) y las válvulas de control o líneas de flote que estén ubicadas entre el dispositivo limitador de presión y el sistema que el dispositivo protege. Deberá considerarse un método similar al del párrafo 843.34(a), aceptable para el cumplimiento de esta disposición.

845.36

(a) Cuando un regulador de monitoreo, un regulador en serie, el sistema en sí mismo o el paro o cierre del sistema se instalan en una estación reguladora distrital para proteger contra la sobre-presión un sistema de tuberías, la instalación deberá ser diseñada e instalada para evitar todo tipo de incidentes, tales como la explosión en una cámara o el daño causado por un vehículo, que puedan afectar tanto la operación del dispositivo de protección contra la sobre-presión, como el regulador distrital. (Véanse los párrafos 846 y 847).

(b) Se deberá brindar especial atención a las líneas de control. Todas las líneas de control deberán estar protegidas contra la caída de objetos, excavación por parte de otros, u otras causas de daños que se puedan anticipar o predecir y deberán ser diseñadas e instaladas, de manera que cualquier daño a provocado en cualquier línea de control no vayan a hacer que tanto el regulador distrital como el dispositivo protector contra la sobre-presión queden inoperantes.

845.4 Capacidad de la Estación Aliviadora de Presión y de la Estación de Limitación de Presión y Dispositivos

845.41 Capacidad Requerida para las Estaciones de Alivio de Presión y Limitación de Presión

845.411 Cada estación de alivio de presiones, estación de limitación de presión, o grupo de tales estaciones, instaladas para proteger un sistema de tuberías o recipiente de presión, deberá tener suficiente capacidad y deberá estar ajustada para operar o evitar que la presión excede los siguientes niveles:

(a) *Sistemas con la Tubería o los Componentes de Tubería Operando a Más del 72% de la SMYS (mínima tensión de fluencia especificada).* La capacidad requerida, es la máxima presión admisible de operación, más un 4%.

(b) *Sistemas con la Tubería o los Componentes de Tubería Operando al 72% o Menos de la SMYS, en Sistemas que no sean Sistemas de Distribución de Baja Presión.* La capacidad requerida, será la menor entre los siguientes dos ítems:

(1) la máxima presión admisible de operación más 10%

(2) la presión que produce una tensión de aro de 75% de la mínima tensión de fluencia especificada

(c) *Sistema de Distribución de Baja presión.* La capacidad requerida es una presión que vaya a causar que

haya una operación insegura de cualquier equipo de combustión de gas conectado y ajustado apropiadamente.

845.412 Cuando más de una estación reguladora de presión o compresor, alimentan al ducto o sistema de distribución y se tienen instalados dispositivos de alivio de presión en tales estaciones, la capacidad de alivio en la estación remota podrá tomarse en cuenta al diseñar el tamaño de los dispositivos de alivio de cada estación. Al hacer esto, sin embargo, la capacidad de alivio asumido para la estación remota, deberá quedar limitada por la capacidad del sistema de tubería de transportar gas a la ubicación remota o a la capacidad del dispositivo de alivio de la estación remota, el que resulte menor.

845.42 Prueba de Capacidad Adecuada y Desempeño Satisfactorio de los Dispositivos Limitadores de Presión y Aliviadores de Presión

845.421 Donde el dispositivo de seguridad consista en un regulador adicional que esté asociado con, o que funcione en combinación con uno o más reguladores en un arreglo en serie para controlar o limitar la presión en un sistema de tubería, se deberá efectuar verificaciones apropiadas. Estas verificaciones deberán ser efectuadas para determinar que el equipo operará en forma satisfactoria para evitar cualquier presión que exceda la máxima presión admisible de operación del sistema, si es que llegaran a fallar cualquier regulador asociado o permanezcan en la posición de apertura plena.

845.5 Tubería de Instrumentos, de Control y de Muestreo

(a) Alcance

(1) El requerimiento dado en esta sección se aplica al diseño de la tubería de instrumentación, control y muestreo, para una operación segura y apropiada de la tubería en sí misma y no cubre el diseño de la tubería para garantizar un funcionamiento apropiado de los instrumentos para los cuales se instala la tubería.,

(2) Esta sección no se aplica a sistemas de tubería que estén permanentemente cerrados, tales como los dispositivos llenos de líquido que responden a los cambios de temperatura.

(b) Materiales y Diseño.

(1) Los materiales empleados para las válvulas, accesorios, tubería y tubería delgada (tubing), deberá ser diseñados para cumplir con las condiciones de servicio particulares.

(2) Las conexiones de salidas y las de conexiones de ingreso, accesorios o adaptadores, deberán estar construidos de materiales adecuados y deberán ser capaces de resistir la máxima presión y temperatura de servicio de la tubería o equipo a cual se conecten. Deberán estar diseñados para soportar satisfactoriamente todas las tensiones, sin llegar a la falla por fatiga.

(3) Se deberá instalar una válvula de cierre en cada línea de salida, lo más cerca posible y según resulte más práctico, al punto de arranque. Se deberán instalar válvulas de alivio donde sea necesario para la operación segura de la tubería, instrumentos y equipos.

(4) No se deberá usar tubería de bronce o latón o tubería delgada (tubing) para temperaturas de metal de más de 400 °F

(5) Las tuberías sujetas a taponamiento por sólidos o depósitos, deberán ser provistas con conexiones adecuadas para la limpieza.

(6) La tubería o tubería delgada (tubing) requeridos según esta sección, podrán especificarse por los fabricantes del instrumento, aparato de control o dispositivo de muestreo, siempre que la seguridad de la tubería o tubing instalados, sea por lo menos igual a la que de otra manera se requeriría en conformidad con el presente Código.

(7) La tubería que pudiera contener líquidos, se deberá proteger mediante calentamiento u otros medios adecuados para evitar daños provocados por el congelamiento.

(8) La tubería en la cual pudieran acumularse líquidos, deberá ser provista con drenajes o purgas.

(9) El arreglo de la tubería y sus soportes, deberá ser diseñado para proveer no solamente seguridad bajo las tensiones de trabajo, sino también para proveer protección a la tubería contra el colgado libre formando catenarias que es perjudicial, daños mecánicos externos, abuso y daños provocados por condiciones de servicio no usuales, fuera de aquellas conectadas con la presión, temperatura y vibración de servicio.

(10) se deberán tomar precauciones adecuadas para brindar protección contra la corrosión (Véase el párrafo 863).

(11) Las juntas entre secciones de tubería delgada (tubing) o tubería normal, entre tubing y/o tubería y las válvulas o accesorios, se deberá hacer de una manera adecuada a las condiciones de presión y temperatura, como por ejemplo mediante accesorios abocinados o sin abocinar, y accesorios de tipo de compresión, o similares, o podrían ser del tipo de latón, roscados, o de tipo de enchufar y soldar. Si es que se van a usar válvulas con extremo de tipo de roscar con accesorios de tipo abocinado, sin abocinar o de tipo de compresión, se deberán usar adaptadores.

No se deberán usar juntas flexibles o telescópicas, la dilatación deberá compensarse proveyendo la flexibilidad dentro del sistema de tubería o tubing por sí mismos.

(12) No se deberá usar plástico cuando la temperatura de operación exceda los límites que se señalan en los párrafos 842.32(b) y 842.33(b).

(13) La tubería de plástico no se debe pintar. Si es que se requiere una identificación a más de la que proveen las marcas provistas por el fabricante, se la deberá lograr por otros medios.

845.6 Incremento de la Presión Especificada

Esta sección del Código indica los requerimientos mínimos para incrementar las presiones de los ductos o líneas principales a presiones máximas admisibles de operación que sean más altas.

845.61 General

(a) Una máxima presión admisible de operación mayor establecida mediante la presente sección, no deberá exceder la presión de diseño del elemento más débil del segmento en el que se incrementará la presión. No es el propósito de que los requerimientos del presente Código se apliquen retroactivamente a ítems tales como los cruces de caminos, conjuntos fabricados, cobertura mínima, y espaciamiento de válvulas. En lugar de los mismos, los requerimientos para estos ítems deberán cumplir con los criterios de la compañía operadora antes que se efectúe el incremento de presión.

(b) Se deberá preparar un plan para incrementar la máxima presión admisible de operación, en el que se incluirá un procedimiento escrito que garantice el cumplimiento con cada requerimiento aplicable de esta sección.

(c) Antes de incrementar la máxima presión admisible de operación de un segmento que haya estado operando a una presión menor a la determinada por el párrafo 845.213, se deberán efectuar la siguientes investigaciones y tomarse las siguientes medidas correctivas:

(1) Se deberán revisar el diseño, instalación inicial, método y fecha de la anterior prueba, Clases de localidades, materiales y equipos, para determinar que el incremento propuesto sea seguro y consistente con los requerimientos del presente Código.

(2) La condición de la línea deberá ser determinada mediante estudios para determinar fugas, otras inspecciones de campo, y el examen de los registros de mantenimiento.

(3) Las reparaciones, reemplazos o alteraciones que se hayan determinado como necesarias mediante los subpárrafos (c)(1) y (c)(2), de líneas arriba, se deberán efectuar antes de incrementar la presión.

(d) Se deberá considerar la realización de una nueva prueba en conformidad con los requerimientos de este Código si no se tiene la disponibilidad de evidencia satisfactoria para asegurar la operación bajo condiciones de seguridad a la máxima presión admisible de operación propuesta.

(e) Cuando se permiten incrementos de la presión del gas bajo los párrafos 845.62, 845.63, y 845.65, la presión del gas de deberá incrementar gradualmente por porciones, efectuando un estudio de fugas después de cada incremento parcial. El operador deberá determinar el número de incrementos, después de considerar la magnitud total del incremento de presión, el nivel de tensiones a la máxima presión admisible de operación final, las condiciones conocidas de la línea, y la proximidad de la línea a otras estructuras. El número de incrementos deberá ser suficiente como para asegurar que cualquier fuga pueda detectarse antes de que pueda crear un peligro potencial. Las fugas potencialmente peligrosas que se descubran, deberán ser reparadas antes de que se haga el incremento de la presión. Se deberá realizar una prueba final de fugas la nueva máxima presión admisible de operación más elevada.

(f) Los registros del incremento de presión, incluyendo cada investigación requerida por esta sección, las acciones correctivas que se hayan tomado, y pruebas de presión efectuadas, se deberán retener durante todo el tiempo que dure la vida útil de las instalaciones correspondientes y las mismas se mantengan en servicio.

845.62 Incremento de Presión de Ductos de Acero o Líneas Principales a una Presión que Produzca una Tensión de Aro Menor al 30% de la SMYS. La máxima presión admisible de operación podrá ser incrementada después del cumplimiento del párrafo 845.61(c) y una de las siguientes disposiciones:

(a) Si la condición física de la línea según se determina por el párrafo 845.61(c) indica que la línea es capaz de soportar la presión de operación más alta a la que se desea llegar, que se halla en general en conformidad con los requerimientos de diseño del presente Código y se ha probado previamente a una presión igual o mayor que la que requiere este Código para una línea nueva con la máxima presión admisible de operación propuesta, la línea podrá ser operada a la nueva máxima presión admisible de operación incrementada.

(b) Si la condición física de la línea, según se determina por el párrafo 845.6(c) indica que la capacidad de la línea de soportar la máxima presión de operación incrementada no se ha verificado satisfactoriamente o que la línea no se ha probado previamente a los niveles requeridos por el presente Código para una línea nueva con la máxima presión admisible de operación más alta propuesta, la línea podrá ser operada a máxima presión admisible de operación más alta, si es que pasa exitosamente la prueba requerida por este Código para la operación de una línea nueva bajo las mismas condiciones.

(c) Si es que la condición física de la línea, según se la determina por el párrafo 845.61(c) verifica su capacidad de operar a una presión más elevada, podrá establecerse una nueva máxima presión admisible de operación de acuerdo al párrafo 843.123 usando como presión de prueba la presión más alta a la que se haya sometido a la línea, ya sea en una prueba de resistencia o en condiciones de operación real.

(d) Si se hace necesario probar un ducto o línea principal antes de que se incremente a una nueva máxima presión admisible de operación, y si no resulta práctico probar la línea ya sea por los gastos que ocasionaría o por dificultades creadas por sacarla de servicio debido a otras condiciones de operación, se podrán establecer una nueva máxima presión admisible de operación en Localidades de Clase 1, de la siguiente manera:

(1) Cumplir con los requerimientos del párrafo 845.61(c).

(2) Seleccionar una nueva máxima presión admisible de operación, consistente con la condición de la línea y los requerimientos de diseño de este Código, siempre que:

(a) la nueva máxima presión admisible de operación no exceda el 80% de la permitida para una línea nueva que vaya a operar bajo las mismas condiciones

(b) la presión se aumentará por incrementos según lo indica el párrafo 845.61(e)

845.63 Incremento de Presión de Ductos de Acero o Plástico a una Presión que Vaya a Producir Una Tensión de Aro Menor al 30% de la SMYS. La máxima presión admisible de operación podrá ser incrementada después del cumplimiento del párrafo 845.61(c) y una de las siguientes disposiciones:

(a) Si la condición física de la línea según se determina por el párrafo 845.61(c) indica que la línea tiene capacidad de soportar la presión de operación más alta que se desea, se halla en conformidad general con los requerimientos de diseño del presente Código y se ha probado previamente a una presión igual o mayor a aquella requerida por el presente Código para una línea nueva a la máxima presión admisible de operación propuesta, la línea podrá ser operada a la máxima presión admisible de operación más elevada.

(b) Si las condiciones físicas de la línea, según se determinan por el párrafo 845.61(c) indican que la capacidad de la línea para resistir la máxima presión admisible de operación más elevada no ha sido satisfactoriamente verificada o que la línea no ha sido previamente probada a los niveles requeridos por el presente Código para una línea nueva a la nueva máxima presión admisible de operación más elevada propuesta, si es que resiste exitosamente la prueba requerida por el presente Código para una línea nueva que opere bajo las mismas condiciones.

(c) Si la condición física de la línea según se la determina por el párrafo 845.61(c) verifica su capacidad de

operar a una presión mayor, podrá establecerse una nueva máxima presión admisible de operación de conformidad con el párrafo 845.213, usando como presión de prueba la presión más alta a la cual la línea haya sido sometida, ya sea en una prueba de resistencia o en operación real.

(d) Si es necesario probar un ducto o línea principal antes de que se incremente la presión a una máxima presión admisible de operación más alta, y si no resulta práctico probar la línea ya sea por el gasto que implica o las dificultades creadas por sacarla de servicio o debido a otras condiciones de operación, se podrá establecer una máxima presión admisible de operación incrementada, en Localidades de Clase 1, como sigue:

(1) Realizar los requerimientos del párrafo 845.61(c)

(2) seleccionar una nueva máxima presión admisible de operación, consistente con la condición de la línea y los requerimientos de diseño del presente Código, siempre que:

(a) la nueva máxima presión admisible de operación no sobrepase el 80% de la presión permitida para una línea nueva que opera bajo las mismas condiciones

(b) la presión se incremente por porciones, según se indica en el párrafo 845.61(c)

845.63 Incremento de la Presión en Ductos de Acero o de Plástico que Produzca una Tensión de Aro Menor al 30% de la SMYS

(a) Esto se aplica a líneas principales y ductos de acero de alta presión de acero, donde la máxima presión admisible de operación incrementada es menor que la requerida para producir una tensión de aro de 30% de la mínima tensión de fluencia especificada de la tubería y para todos los sistemas de distribución de alta presión de plástico. Si la máxima presión admisible de operación incrementada de un ducto o línea principal de acero es más del 30% mínima tensión de fluencia especificada de la tubería, se deberán aplicar las disposiciones del párrafo 845.62.

(b) antes de incrementar la máxima presión admisible de operación de un sistema que haya estado operando a menos de la máxima presión aplicable y subirla a una máxima presión admisible de operación más alta, se deberán tomar en consideración los siguientes factores:

(1) la condición física de la línea, según se determina el párrafo 845.61(c)

(2) la información del fabricante o proveedor determinando que cada componente de un sistema de plástico, tiene la capacidad de proveer un rendimiento satisfactorio a la presión incrementada.

(c) Antes de incrementar la presión, se deberán dar los siguientes pasos:

(1) instalar dispositivos adecuados en las líneas de servicio para regular y limitar la presión del gas en conformidad con el párrafo 845.243, si es que la nueva máxima presión admisible de operación va a ser mayor a 60 psi.

(2) reforzar adecuadamente, o anclar las bifurcaciones o salidas, curvas, extremos cerrados en la tubería conectada para evitar el movimiento de la tubería, si es que las bifurcaciones, curva y extremos cerrados fueran expuestos durante una excavación.

(3) aumentese la presión por incrementos parciales, según se indica en el párrafo 845.61(e).

845.64 Incremento de la Presión de una Línea Principal o Sistema de Hierro Dúctil a una nueva Máxima Presión Admisible de Operación

(a) La máxima presión admisible de operación de una línea principal o sistema de hierro dúctil, no se debe incrementar a una presión que exceda aquella permitida por el párrafo 842.211. En los casos en que los registros no estén suficientemente completos para permitir la aplicación directa del párrafo 845.211, se deberá utilizar el procedimiento siguiente:

(1) *Condición de Tendido.* Donde no se pueda establecer la condición original de tendido, se deberá asumir que la Condición D (tubería soportada sobre bloques, relleno compactado) existe para la tubería de hierro fundido, y que la Condición B (tubería tendida sin bloques, relleno compactado) existe para la tubería de hierro dúctil.

(2) *Cobertura.* A menos que se conozca con certidumbre la profundidad real máxima de la cobertura de tierra, deberá determinarse la misma exponiendo la tubería principal o sistema en tres o más puntos y efectuar mediciones. La tubería principal o sistema deberá ser expuesto en áreas donde la profundidad de cobertura tienda a ser máxima. La mayor profundidad de cobertura medias, es la que se deberá usar para los cálculos.

(3) *Espesor de pared Nominal.* A menos que el espesor nominal se conozca con certidumbre, deberá ser determinado mediante dispositivos de medición ultrasónica. El promedio de todas las mediciones deberá ser incrementado por una holgura indicada en la siguiente tabla:

Holgura en pulgadas			
Tamaño Nominal de Tubería	Tubería de Hierro Fundido		Tubería de Hierro Dúctil
	Tubería Fundida en Molde	Tubería Fundida y Centrifugada	
3-8	0.075	0.065	0.065
10-12	0.08	0.07	0.07
14-24	0.08	0.08	0.075
30-42	0.09	0.09	0.075
48	0.09	0.09	0.08
54-60	0.09	...	...

El espesor de pared nominal del hierro fundido deberá ser el espesor estándar indicado en la Tabla 10 o Tabla 11 –la que resulte aplicable– de AWWA C101 que es el valor más próximo obtenido. El espesor de pared nominal del hierro dúctil deberá ser el espesor estándar de la lista de la Tabla 6 de ANSI / AWWA C150 / A 21.50, más próximo al valor obtenido.

(4) *Proceso de Fabricación* A menos que se conozca con certidumbre el método de fabricación del hierro dúctil, debe asumirse que es hierro dúctil fundido en molde que tenga una tensión de ruptura S de 11,000 psi y un módulo de ruptura R, de 31,00 psi.

(b) Antes de incrementar la máxima presión admisible de operación, se deberán adoptar las siguientes medidas:

(1) Revisar la condición física de, según se requiere en el párrafo 845.61(c).

(2) Reforzar adecuadamente o anclar los desvíos o arranques, curvas y extremos cerrados en tubería conectada o enchufada por espiga y campana para evitar el movimiento de la tubería, si es que los desvíos, arranques, curvas y extremos cerrados llegaran a quedar expuestos por excavación.

(3) Instalar dispositivos adecuados en las líneas de servicio para regular y limitar la presión del gas en

conformidad con el párrafo 845.243. Si la nueva y mayor máxima presión admisible de operación va a estar por encima de los 60 psi.

(c) Si después de cumplir con el párrafo 845.64(a) y (b), se establece que el sistema principal es capaz de soportar bajo condiciones de seguridad la nueva y más alta máxima presión admisible de operación propuesta, la presión podrá incrementarse según indica el párrafo 845.61(c).

845.65 Incremento de la Presión de un Sistema de Distribución que Haya Estado Operando a Pulgadas de Agua (Baja Presión), a una Alta Presión

(a) Además de las precauciones especificadas en el párrafo 845.61(c) y los requerimientos aplicables contenidos en los párrafos 845.63 y 845.64, se deberán dar los siguientes pasos:

(1) Instalar dispositivos reguladores de presión en el medidor de cada cliente.

(2) Verificar que el segmento al que se esté incrementado la presión se halle físicamente desconectado de todos los demás segmentos de línea que continuarán en operación a baja presión (de pulgadas de agua).

(b) Después de efectuar los pasos indicados en (a) de líneas arriba, la presión deberá aumentar por incrementos parciales, sin embargo se deberán tomar medidas para verificar que los reguladores de los clientes estén funcionando satisfactoriamente.

846 VÁLVULAS⁷

846.1 Espaciamiento Requerido de Válvulas

846.11 Líneas de transporte

(a) Exceptuando las instalaciones de costa afuera, se deberán instalar válvulas de cierre sección alisadoras en los ductos nuevos de transporte al tiempo de efectuar la construcción. Al determinar el espaciamiento de las válvulas seccionadoras, se deberá brindar principal atención a las ubicaciones que proveen acceso permanente a las válvulas. Otros factores incluyen la conservación del gas, tiempo para despresurizarla sección aislada, continuidad del servicio del gas, flexibilidad necesaria para la operación, desarrollo futuro esperado, dentro de la sección de espaciamiento de válvulas, y las condiciones naturales significativas que pudieran afectar adversamente la operación y seguridad de la línea.

(b) No obstante las consideraciones de (a) de líneas arriba, el espaciamiento entre válvulas en una nueva línea de transporte, no deberá exceder los siguientes valores:

(1) 20 millas (32 km) en áreas en las cuales predominen las Localidades Clase 1.

(2) 15 millas (24 km) en áreas en las cuales predominen las Localidades Clase 2

(3) 10 millas (16 km) en áreas en las cuales predominen las Localidades Clase 3.

(4) 5 millas (8 km) en áreas en las cuales predominen las Localidades Clase 4.

(c) El espaciamiento definido en (b) de líneas arriba, podrá ser ajustado ligeramente para permitir que una válvula se instale en una ubicación más accesible, siendo el acceso permanente la consideración principal.

⁷ Véase en los párrafos 849.12 y 849.13 las disposiciones acerca de las válvulas en líneas de servicio.

846.12 Las válvulas en líneas principales de distribución, ya sea para propósitos de operación o de emergencia, deberá estar espaciadas como se indica a continuación:

(a) *Sistemas de Distribución de Alta Presión.* Las válvulas en los sistemas de distribución de alta presión deberán instalarse en ubicaciones accesibles para reducir el tiempo de cierre de una sección de línea principal en una emergencia. Al determinar el espaciamiento de 1 a 5 válvulas, se debe tomar en consideración la presión de operación y el tamaño de las líneas principales y las condiciones físicas locales, así como el número y tipo de consumidores que pudieran ser afectados por un cierre o paro.

(b) *Sistemas de Distribución de Baja Presión.* Podrán usarse válvulas en los sistemas de distribución de baja presión, aunque no son requeridas excepto según se especifica en el párrafo 846.22(a).

846.2 Ubicación de Válvulas

846.21 Válvulas de Transmisión

(a) Las válvulas de bloque seccionadoras deben ser accesibles y estar protegidas de daños y acción de entrometidos o sabotaje. Si se trata de una válvula de despresurización, deberá estar ubicada donde el gas pueda soltarse a la atmósfera sin un riesgo indebido.

(b) Las válvulas seccionadoras podrán ser instaladas por encima del nivel del suelo, en una cámara o enterradas. En todas las instalaciones se deberá tener un dispositivo fácilmente accesible a las personas autorizadas para abrir o cerrar la válvula. Todas las válvulas deberán estar debidamente sujetas para evitar el asentamiento o movimiento de la tubería a la que están conectadas.

(c) Las válvulas de despresurización deberán estar provistas de manera que cada sección del ducto entre las válvulas de la línea principal pueda ser despresurizada. Los tamaños y las capacidades de las conexiones para despresurizar la línea deberán ser tales que bajo condiciones de emergencia, la sección de la línea pueda despresurizarse tan rápidamente como sea posible.

(d) El presente Código no requiere el uso de válvulas automáticas ni tampoco implica el Código que el uso de válvulas automáticas de desarrollo actual vayan a proveer protección plena a un sistema de tubería. Su uso e instalación deberán quedar a discreción o criterio de la empresa operadora.

845.22 Válvulas del Sistema de Distribución

(a) No se deberá instalar una válvula en la tubería de entrada de cada estación reguladora que controle el flujo o la presión del gas en un sistema de distribución. La distancia entre la válvula y el regulador o los reguladores, deberá ser suficiente como para permitir la operación de la válvula durante una emergencia, tal como una fuga significativa de gas, o un incendio en la estación.

(b) Las válvulas en las líneas principales de distribución, ya sea para propósitos de operación o de emergencia, deberá estar ubicadas de una manera que vaya a proveer acceso inmediato y facilitar su operación durante una emergencia. Esto implica que donde se tenga una válvula instalada en una caja enterrada, o en un cerramiento, solamente se deberá tener acceso inmediato al vástago o mecanismo de accionamiento de la válvula. La caja, cámara

o cerramiento deberá estar instalada de manera que se evite transmitir cargas externas a la línea principal.

847 CÁMARAS

847.1 Requerimientos de Diseño Estructural

Las cámaras subterráneas o pozos para válvulas, las estaciones aliviadoras de presión, limitadoras de presión o estaciones de regulación de presión, deberán estar diseñadas y construidas en conformidad con las siguientes disposiciones:

(a) Las cámaras y pozos deberá ser diseñadas de acuerdo con las buenas prácticas de ingeniería estructural, para poder absorber las cargas que se les puedan imponer.

(b) Se deberá proveer suficiente espacio de trabajo de manera que todo el equipo requerido en la cámara, pueda ser instalado apropiadamente, operado y mantenido.

(c) En el diseño de las cámaras y pozos para equipos de limitación de presión, aliviado de presiones, y regulación de presión. Se deberá tomar en cuenta la protección del equipo instalado contra cualquier daño, tal como el resultante de una explosión dentro de la cámara o pozo que pudiera causar que porciones del techo o cubierta caigan dentro de la cámara.

(d) La tubería entrante a las cámaras o pozos reguladores deberá ser de acero NPS 10 y diámetros menores, excepto por la tubería de control y medición, que podrá ser de cobre. En los lugares donde la tubería se extienda a través de la estructura de la cámara o del pozo, se deberán tomar medidas para evitar el paso de gases o líquidos a través de las aberturas, o para evitar las tensiones en la tubería. El equipo y la tubería deberán hallarse sostenidos adecuadamente por soportes metálicos, de albañilería o de hormigón. La tubería de control, deberá ser colocada y apoyada en la cámara o pozo de manera que su exposición a lesiones o daños, se reduzca a un mínimo.

(e) Las aberturas de la cámara o pozo, deberán estar localizadas de manera que se minimice el peligro de que puedan caer herramientas u otros objetos sobre el regulador, tubería u otros equipos. La tubería de control y las partes operativas del equipo instalado no deben estar ubicados debajo de la abertura de la cámara o pozo, donde los trabajadores puedan pisarlas al ingresar o salir de la cámara o pozo, a menos que tales partes se hallen adecuadamente protegidas.

(f) Toda vez que una abertura de cámara o pozo vaya a ubicarse por encima de los equipos que puedan dañarse por la caída de una tapa, se deberá instalar una tapa circular, o se deberá tomar otra precaución adecuada.

847.2 Accesibilidad

Se deberá tomar en cuenta la accesibilidad cuando se selecciona el sitio para una cámara. Algunos de los factores importantes a considerarse cuando se selecciona la ubicación de una cámara, son los siguientes:

(a) *Exposición al Tráfico.* La ubicación de cámaras en intersecciones de calles o en puntos donde el tráfico es pesado o denso, debe evitarse.

(b) *Exposición a Inundaciones.* Las cámaras no deberán ubicarse en puntos de mínima elevación, cerca de cuencas de captura, o donde la tapa de acceso se halle en el curso de aguas superficiales.

(c) *Exposición a Riesgos Adyacentes Subsuperficiales.* Las cámaras deben hallarse lo más lejos posible de las instalaciones de agua, eléctricas, de vapor u otros servicios.

847.3 Sellado de Cámaras, Venteo y Ventilación

Las cámaras subterráneas y los pozos de tapa cerrada, que contenga ya sea una estación de regulación de presión o una de reducción de presión o una estación limitadora o aliviadora de presión, deberán ser selladas, venteadas y ventiladas, de la siguiente manera:

(a) Cuando el volumen interno excede los 200 pies cúbicos (5.7 m³), tales cámaras o pozos deberán ser ventilados con dos ductos, siendo que cada uno de ellos tenga el efecto de ventilación de un tubo de 4 NPS.

(b) La ventilación provista deberá ser suficiente como para minimizar la formación de una atmósfera combustible dentro de la cámara o pozo. Los venteos asociados con el equipo de regulación de presión o de aliviado de presión, no deben hallarse conectados a la cámara o a la ventilación del pozo.

(c) Los ductos se deben extender a una altura adecuada por encima del suelo, para dispersar cualquier mezcla de gas y aire que pudiera ser descargada. El extremo externo de los ductos deberá estar equipado con un accesorio adecuada a prueba de intemperie o cabeza de venteo diseñado para evitar que materias extrañas puedan ingresar y obstruir el ducto. El área efectiva en tales accesorios o cabezas de venteos, deberá ser por lo menos igual al área transversal de un ducto NPS 4. La sección horizontal de los ductos deberá ser lo mas corta que resulte práctico hacerlo, y deberá tener una ligera inclinación para evitar la acumulación de líquidos dentro de la línea. El número de curvas y desvíos, deberá reducirse al mínimo y se deberán incorporar medidas para facilitar la limpieza periódica de los ductos.

(d) Las cámaras o pozos que tengan un volumen interno entre 75 y 200 pies cúbicos (2.1 a 5.7 m³) podrá ser ya sea selladas, venteadas o ventiladas. Si están selladas, todas las aberturas deberán estar equipadas con tapas que den un buen ajuste, sin tener agujeros abiertos por los cuales pudiera llegar a inflamarse una mezcla explosiva. Deberán proveerse medios para probar la atmósfera interna antes de retirar la tapa. Si hay venteo, se deberán proveer medios para evitar que fuentes externas de ignición puedan ingresar a la atmósfera de la cámara. Si es que hay ventilación, se aplicarán las disposiciones de los sub- párrafos (a), (b) y (c) de líneas arriba o el (e) de debajo.

(e) Si las cámaras o pozos a los que se hace referencia en (d), de líneas arriba, se ventilan por medio de aberturas en las tapas o por rejillas, y la relación del volumen interno en pies cúbicos a la superficie efectiva de ventilación de la tapa o la rejilla en pies cuadrados es menos de 20 a 1, (o volumen en m³ a superficie de rejilla en m² de 6.1 a 1), no se requiere ventilación adicional.

(f) Las cámaras o pozos que tengan un volumen interno menor a 75 pies cúbicos (2.112 m³), no tienen requerimientos específicos.

847.4 Drenaje e Impermeabilización

(a) Deberán tomarse disposiciones para minimizar la entrada de agua a las cámaras. Así y todo, el equipo de las cámaras, siempre deberá diseñarse para operar en condiciones de seguridad, en caso de que se encuentre sumergido.

(b) Ninguna cámara que contenga tuberías de gas se deberá conectar por medio de una conexión de drenaje a ninguna otra sub- estructura, tal como una alcantarilla.

(c) El equipo eléctrico dentro de las cámaras, deberá estar en conformidad con los requerimientos del material Clase 1, Grupo D, de ANSI / NFPA 70.

848 MEDIDORES Y REGULADORES DE PROPIEDAD DEL CLIENTE

848.1 Ubicación de las Instalaciones de los Medidores y Reguladores de Propiedad del Cliente

(a) Los medidores y reguladores de propiedad del cliente, podrán estar ubicados tantito dentro como fuera de los edificios., dependiendo de las condiciones locales, excepto por el hecho de que las líneas de servicio que requieren regulación de serie, de conformidad con el párrafo 845.243(a), el regulador de aguas arriba, deberá estar ubicado fuera del edificio.

(b) Cuando se halle instalado dentro del edificio, el regulador de servicio deberá hallarse en una ubicación fácilmente accesible, cerca al punto de ingreso de la línea de servicio de gas, y cuando resulte práctico, los medidores deben instalarse en la misma ubicación. Ni los medidores ni los reguladores, deberán nunca instalarse en dormitorios, roperos, o cuartos de baño, bajo escaleras combustibles, en lugares inaccesibles o mal ventilados, a cercanos a menos de 3 pies de distancia de una fuente de ignición, incluyendo hornos o calentadores de agua. Las líneas que se hallen en servicio abasteciendo a grandes clientes industriales o instalaciones donde el gas se usa a presiones más elevadas que la presión estándar de servicio, los reguladores podrán ser instalados en otras ubicaciones fácilmente accesibles.

(c) Cuando estén ubicadas en el exterior de los edificios, los medidores y reguladores de servicio se deben instalar en ubicaciones fácilmente accesibles, donde pueda ser protegidas razonablemente contra daños.

(d) Los reguladores que requieran venteos para su operación apropiada y efectiva, deberán ser ventados hacia la atmósfera exterior en conformidad con las disposiciones del párrafo 848.33. Deberán proveerse venteos individuales para cada regulador.

848.2 Presiones de Operación para las Instalaciones del Medidor del Cliente

No se deberán usar medidores que tengan carcasas o cuerpos de hierro o de aluminio, cuando la presión de operación sea mayor a la presión de operación especificada para el medidor. Los nuevos medidores con caja de acero estañado, no se deberán usar a una presión que exceda el 50% de la presión de prueba del fabricante; los medidores de caja de acero estañado reacondicionadas no se usarán a una presión en exceso de 50% de la presión usada para probar el medidor después de su reacondicionamiento.

848.3 Protección contra Daños de las Instalaciones del Medidor y el Regulador del Cliente

848.31 Los medidores y los reguladores de servicio no deben ser instalados donde sea posible que ocurra un rápido deterioro causado por la corrosión u otras causas, a menos que se tomen medida probadas para protegerlas contra tal deterioro.

848.32 Un dispositivo protector adecuado, tal como un regulador de contra- presión o una válvula de cierre, deberán instalarse aguas debajo del medidor si se requiere y según se requiera bajo las siguientes condiciones:

(a) Si la naturaleza de la utilización de equipo es tal que podría producir un vacío en el medidor, instalar un regulador de contra- presión aguas abajo del medidor.

(b) Instalar una válvula de retención o una equivalente, si:

(1) la utilización del equipo pudiera producir una contra- presión.

(2) el equipote utilización de gas está conectado a una fuente de oxígeno o aire comprimido

(3) se utiliza gas licuado de petróleo u otro gas suplementario como respaldo y éste pudiera fluir hacia atrás y dentro del medidor. Podría substituirse la válvula de retención, con una válvula de tres vías instalada para admitir la provisión de gas de respaldo y al mismo tiempo cerrar la provisión o flujo normal de gas, si así se desea.

848.33 Todos los venteos del regulador de servicio y los venteos de alivio, donde se requiera, deberán terminar en el exterior, con salida al aire, protegida con accesorios que no permitan el paso de agua de lluvia e insectos. El extremo abierto del venteo, deberá estar ubicado donde el gas pueda escapar libremente hacia la atmósfera y lejos de cualquier abertura de los edificios, si es que ocurriera una falla del regulador que dé por resultado un escape de gas. En los sitios en los cuales los reguladores de servicio pudieran hallarse sumergidos durante las inundaciones, se deberá instalar ya sea un accesorio especial de venteo de tipo respirador anti-inundación, o la línea de venteo deberá extenderse por encima de la altura de las aguas de inundación esperadas.

848.34 Las cámaras y pozos que alojen los medidores y reguladores del cliente, deberá estar diseñados para soportar el tráfico vehicular cuando se instalen en las ubicaciones siguientes:

(a) porciones de pasillos, calles y carreteras con paso de vehículos.

(b) entradas de vehículos

848.4 Instalación de Medidores y Reguladores

Todos los medidores y reguladores se deberán instalar de tal manera que se eviten las tensiones indebidas sobre la tubería de conexión y / o el medidor. No se deberán usar conexiones hecha de plomo (Pb) u otras conexiones realizadas con materiales que pueden dañarse fácilmente. Se prohíbe el uso de niples de rosca completa (en toda la longitud) de peso estándar.

849 LÍNEAS DE SERVICIO DE GAS

849.1 Disposición General Aplicable a las Líneas de Servicio de Acero, Cobre y Plástico

(a) Las líneas de servicio deberán instalarse a una profundidad que las proteja contra la carga externa excesiva y actividades locales, tales como la jardinería. Se requiere un mínimo de 12 pulgadas (30 cm) de cobertura cuando se está en propiedad privada y deberá proveerse un mínimo de cobertura de 18 pulgadas (45 cm) en calles y caminos. En los lugares donde estos requerimientos de cobertura no puedan cumplirse debido a sub- estructuras existentes, se permitirá una cobertura menor, siempre que tales porciones de éstas líneas de servicio que estén sujetas a cargas superpuestas excesivas, se protejan con revestimiento (encamisado) o se l

as pase mediante puentes, o que la tubería sea reforzada apropiadamente.

(b) Las líneas de servicio deberán estar apropiadamente apoyadas en todos los puntos, sobre suelo no perturbado y bien compactado, de manea que la tubería no quede sujeta a cargas externas excesivas por el relleno. El material usado para el relleno, deberá estar libre de piedras, materiales de construcción, etc., que pudieran causar daño a la tubería o al revestimiento de protección.

(c) Donde exista evidencia de que se tiene condensado en el gas en cantidades suficientes como para causar la interrupción del abastecimiento de gas al cliente, la línea de servicio deberá disponerse de manera que se pueda drenar hacia una salida o a drenes en los puntos bajas de la línea de servicio.

849.12 Tipos de Válvulas Adecuadas como Válvulas de Línea de Servicio

(a) Las válvulas usadas como válvulas de línea de servicio deberán cumplir con los requerimientos aplicables de los párrafos 810 y 831.1.

(b) No se recomienda el uso de válvulas de servicio de asiento suave cuando el diseño de las válvulas es tal que la exposición al calor excesivo pudiera afectar adversamente la capacidad de la válvula de cerrar el flujo de gas.

(c) Una válvula incorporada en una barra de medidor, que permite que el medidor se pueda evitar mediante un desvío (by-pass), no se reconoce como una válvula de línea de servicio, bajo el presente Código.

(d) Las válvulas de las líneas de servicio en líneas de servicio de alta presión, instaladas ya sea dentro de los edificios o en ubicaciones confinadas fuera de los edificios donde una suelta o escape de gas sería peligrosa, deberán ser diseñadas y construidas para minimizar la posibilidad de la remoción del núcleo de la válvula accidentalmente o voluntariamente usando herramientas ordinarias que se tienen en el hogar.

(e) La empresa operadora deberá asegurarse que las válvulas de las líneas de servicio instaladas en las líneas de servicio de alta presión, sean adecuadas para este uso, ya sea efectuando sus propias pruebas o revisando las pruebas realizadas por los fabricantes.

(f) En las líneas de servicio diseñadas para operar a presiones que excedan las 60 psig, las válvulas de las líneas de servicio deberán ser el equivalente de una válvula de presión lubricada o la de una válvula de tipo de aguja. Pueden usarse otros tipos de válvulas donde las pruebas por parte del fabricante o por parte del usuario hayan indicado que son adecuadas para este tipo de servicio.

849.13

(a) Las válvulas de línea de servicio deberán ser instaladas en todas las líneas de servicio nuevas (incluyendo los reemplazos) en una ubicación fácilmente accesible desde el exterior.

(b) Las válvulas deberán estar ubicadas aguas arriba del medidor si es que no hay regulador, o aguas arriba del regulador, si es que existe un regulador.

(c) Todas las líneas de servicio que operen a una presión mayor a las 10 psig y todas las líneas de servicio con tubería NPS 2 o mayores, deberán estar equipadas como una válvula ubicada en la línea de servicio, afuera del edificio excepto en el caso en que se abastece gas a un teatro, iglesia, escuela fábrica, u otro edificio donde se reúnen grandes cantidades de personas, donde ser requerirá una válvula

exterior, sin interesar el tamaño de la línea de servicio o la presión de la línea de servicio.

(d) Las válvulas subterráneas deberán estar ubicadas en una cámara durable, cubierta con una tapa o un tubo vertical de soporte diseñado para permitir la fácil operación de la válvula. La cámara o la tubería vertical, deberán estar sostenidas de manera independiente con respecto a la línea de servicio.

849.14 Ubicación de las Conexiones de la Línea de Servicio a la Tubería Principal. Se recomienda que las líneas de servicio se conecten ya sea a la parte superior o al costado de la línea principal. Es preferible efectuar la conexión a la parte superior de la línea principal para minimizar la posibilidad de que se arrastre polvo y humedad de la línea principal hacia dentro de la línea de servicio.

849.15 Prueba de la Línea de Servicio Después de la Construcción

849.151 Disposiciones Generales. Cada línea de servicio será probada después de la construcción y antes de ponerla en servicio, para demostrar que no tiene fugas. No se necesita incluir en esta prueba la conexión de la línea de servicio a la línea principal, si no resulta factible hacerlo.

849.152 Requerimientos de Prueba

(a) Las líneas de servicio que vayan a operar a una presión de menos de 1 psig, que no tengan un revestimiento capaz de sellar temporalmente una fuga, deberán someterse a una prueba de presión sostenida de gas o aire de no menos de 10 psig durante por lo menos 5 minutos.

(b) Las líneas de servicio que vayan a operar a una presión de menos de 1 psig, que tengan un revestimiento que pudiera sellar temporalmente una fuga, y todas las líneas de servicio que vayan a operar a una presión de 1 psig o mayor, deberán someterse a una prueba de presión sostenida de aire o gas, por lo menos durante 5 minutos a la máxima presión de operación propuesta o 90 psig, la que sea mayor. Sin embargo, las líneas de servicio de acero, que estén sometidas a tendones de 20% o más de la mínima tensión de fluencia especificada, se deberán probar de acuerdo a los requerimientos de prueba para líneas principales (véase el párrafo 841.3.)

(c) Los requerimientos de (a) y (b) de líneas arriba, se deberán aplicar a la tubería de líneas de servicio de plástico, excepto que las líneas de servicio de plástico se deberán probar a por lo menos 1.5 veces la máxima presión de operación, y deberán observarse las limitaciones de la máxima presión de prueba, temperaturas y duración, establecidas en el párrafo 842.52.

849.2 Líneas de Servicio de Acero

849.21 Diseño de las Líneas de Servicio de Acero

(a) Cuando se use tubería de acero para líneas de servicio, ésta deberá hallarse en conformidad con los requerimientos aplicables del Capítulo 1.

(b) La tubería de servicio de acero deberá estar diseñada en conformidad con los requerimientos de los párrafos 841.11 y 841.121. Donde la presión sea menor a 100 psig, la tubería de servicio de acero deberá estar diseñada por lo menos a una presión de 100 psig.

(c) La tubería de acero usada para las líneas de servicio, deberá ser instalada de tal manera que la tensión o carga exterior de la tubería no vaya a ser excesiva.

(d) Todas las líneas de servicio de acero subterráneas, deberá estar unidas por uniones roscadas y acopladas, con accesorios de tipo de compresión, o por métodos y procedimientos aprobados de soldadura de acero o con bronce, realizada por soldadores calificados.

849.22 Instalación de Líneas de Servicio de Acero

849.211 Instalación de Líneas de Servicio de Acero en Agujeros

(a) Cuando se vaya a instalar tubería de acero revestido, como línea de servicio en un agujero perforado, se deberá tener cuidado para evitar daños al revestimiento durante la instalación.

(b) Cuando se vaya a instalar una línea de servicio mediante perforación o forzando el tubo a través de un agujero, y se vaya a usar tubería de acero revestida, no se la deberá usar como tubería de perforación o tubería de empuje y dejar en el sitio como parte de la línea de servicio a menos que se haya demostrado que el revestimiento es suficientemente durable para resistir la operación e perforación o forzado en el tipo de suelo que se tenga, sin sufrir daños significativos en el mismo. En los casos en que pueda resultar que el revestimiento sea dañado considerablemente por causa de la perforación o forzado, la línea de servicio revestida deberá insertarse a través de un agujero perforado con mayor diámetro, o una tubería de revestimiento o camisa de suficiente diámetro como para acomodar la línea de servicio.

(c) En suelo excepcionalmente rocoso, no se deberá instalar tubería revestida a través de un agujero abierto si es que es probable que sufra daño significativo.

849.222 Instalación de Líneas de Servicio Dentro o Debajo de Edificios

(a) Las líneas de servicio de acero, cuando se instalan por debajo del nivel del suelo, a través del muro exterior de fundación de un edificio, deberán ya sea estar encamisadas dentro de una manga o protegidas de otra manera contra la corrosión. La línea de servicio y / o camisa, deberán estar selladas en el muro de fundación para evitar el ingreso de gas o de agua dentro del edificio.

(b) Las líneas de servicio de acero cuando se instalen subterráneamente debajo de edificios, deberán estar encamisadas en un conducto a prueba de gas. Cuando una de estas líneas de servicio provea al edificio por debajo del cual pasa, la camisa deberá extenderse con una porción accesible y utilizable en el edificio. En el punto donde termine este conducto, el espacio entre la camisa y la línea de servicio, deberá hallarse sellada para evitar la posible entrada de cualquier fuga de gas. La camisa deberá tener un venteo en una ubicación segura.

849.3 Líneas de Servicio de Hierro Dulce

849.31 Uso de las Líneas de Servicio de Hierro Dulce. Cuando se usen como líneas de servicio, las líneas de hierro dúctil, deberán cumplir los requerimientos aplicables del párrafo 842. La tubería de hierro dúctil puede usarse para líneas de servicio excepto por la porción de la línea de servicio que se extiende a través de la pared del edificio. No

se deben instalar líneas de servicio de hierro dúctil en suelos inestables o debajo de edificios.

849.4 Líneas de Servicio de Plástico

849.41 Diseño de Líneas de Servicio de Plástico

(a) Los tubos y tubería delgada o tubing de plástico deberán usarse como líneas de servicio solamente donde el esfuerzo sobre la tubería o la carga externa no vaya a ser excesiva.

(b) Los tubos y tubería delgada o tubing de plástico, los cementos y accesorios, usados en las líneas de servicio, deberán estar en conformidad con los requerimientos aplicables del Capítulo

(c) Las líneas de servicio de plástico deberán ser diseñadas en conformidad con los requerimientos aplicables del párrafo 842.3.

(d) Las líneas de servicio de plástico deberán unirse (unas con otras) en conformidad con los requerimientos del párrafo 842.39.

849.42 Instalación de Líneas de Servicio de Plástico

(a) diseñarse en conformidad con los requerimientos aplicables de los párrafos 842.4 y 849.11. Deberá tenerse un cuidado especial para evitar dañar la tubería de servicio de plástico en la conexión a la línea principal u otra instalación. Deberán tomarse precauciones para evitar aplastar o cortar la tubería de plástico debido a las cargas externas o el asentamiento del relleno y para evitar daños o contaminación de la conexión resultante de la dilatación o contracción térmica. (Véase los párrafos 842.431 y 842.432.)

(b) No obstante de las limitaciones impuestas en el párrafo 842.43, una línea de servicio de plástico puede terminar por encima del nivel del suelo y fuera del edificio, siempre que:

(1) la porción que se halle por encima del suelo se halle completamente encerrada en un conducto o camisa de suficiente resistencia como para proveer protección de daños externos y deterioro. Cuando se uses un conducto flexible, la parte superior del tubo vertical de salida, deberá estar sujeta a un soporte sólido. El conducto o camisa se deberá extender por un mínimo de 6 pulgadas (15 cm) debajo del suelo.

(2) la línea de servicio de plástico no está sujeta a cargas externas de tensión por el medidor del cliente ni por su tubería de conexión.

849.421 Instalación de Líneas de Servicio de Plástico Dentro o Debajo de Edificios

(a) Una línea de servicio subterránea instalada a través de la fundación externa o muro de un edificio, deberá hallarse encerrada en una camisa rígida con protección apropiada contra la acción de corte o el asentamiento del relleno. La camisa deberá extenderse pasada la cara exterior de la fundación, en una distancia suficiente para llegar a suelo no perturbado o a través del relleno compactado. En el punto donde la camisa termina dentro de la fundación o muro, el espacio entre la camisa y la línea de servicio deberá estar sellado para evitar las fugas dentro del edificio. La línea de servicio de plástico instalada debajo del nivel del suelo no deberá estar expuesta dentro del edificio.

(b) Una línea de servicio de plástico instalada debajo del nivel del suelo debajo de un edificio, deberá hallarse encerrada dentro de un ducto o una camisa a prueba de gas. Cuando una línea de servicio provea de gas al edificio por el que pasa debajo, el conducto o camisa deberá extenderse en

una porción normal y utilizable del edificio. En el punto donde el conducto o camisa termina, el espacio entre el conducto y la línea de servicio deberá hallarse sellado para evitar las fugas dentro del edificio. La línea de servicio de plástico no se deberá hallar expuesta a dentro del edificio. La camisa deberá estar provista de un venteo en una ubicación segura.

849.4 Líneas de Servicio de Cobre

849.51 Diseño de Líneas de Servicio de Cobre

849.511 La tubería de cobre o tubería delgada (tubing), cuando se usan para líneas de servicio, deberán hallarse en conformidad con los siguientes requerimientos:

(a) No se deberá usar tubería de cobre ni tubería delgada (tubing) de cobre cuando la presión exceda los 100 psig.

(b) La tubería de cobre e el tubing no se deberán usar para líneas de servicio cuando el gas transportado contenga más de un promedio de 0.3 granos de sulfuro de hidrógeno por cada 1000 pies cúbicos estándar de gas. Esta cantidad es equivalente al la traza según la determina la prueba de acetato de plomo (véase el párrafo 863.4.)

(c) El mínimo espesor de pared para la tubería y tubing de cobre, usada para líneas de servicio, no deberá ser menor a tipo "t", especificado en ASTM b 88.

(d) La tubería de cobre o tubing no se deben usar como líneas de servicio cuando la tensión o cargas externas puedan dañar la tubería.

849.513 Accesorios para Tubería de Cobre. Se recomienda que los accesorios en la tubería de cobre que se hallen expuestos a la acción del suelo, tales como las tes de servicio, accesorios de control de presión, etc., estén hechos de bronce, cobre o latón.

849.514 Juntas (Uniones) en la Tubería y Tubing de Cobre. La tubería de cobre deberá ser unida usando ya sea una unión de tipo junta de compresión, o una junta de solapa soldada o de bronce. El material de relleno usado para la soldadura de bronce, deberá ser una aleación de cobre fosforosa o una aleación de base de plata. No se permiten juntas a tope para unir tubo de cobre o tubería delgada de cobre. El tubing de cobre no debe ser roscado, aunque la tubería de cobre con un espesor de pared de equivalente al tamaño comparable a la tubería de acero de Schedule 40, podrá ser roscada y se la podrá usar para conectar accesorios o válvulas roscadas.

849.515 Protección Contra la Acción Galvánica Causada por el Cobre. Deberán tomarse medidas para evitar la acción perjudicial donde el cobre está conectado con el acero en estructuras subterráneas. (Ver párrafo 862.114(a).)

849.52 Instalación de Líneas de Servicio de Cobre. Los siguientes requerimientos deberán aplicarse a las líneas de servicio de cobre dentro de los edificios:

(a) Las líneas de servicio de cobre se podrán instalar dentro de edificios, siempre que la línea de servicio no esté escondida y se halla adecuadamente protegida contra el daño externo.

(b) Una línea de servicio de cobre subterránea, instalada a través de la fundación externa de un edificio, deberá estar ya sea encerrada en una camisa, o de otra manera protegida contra la corrosión. El espacio anular entre la línea

de servicio y la camisa, deberá estar sellado en la pared de fundación, para evitar la entrada de gas o agua.

(c) Una línea de servicio de cobre instalada debajo del nivel del suelo, por debajo de los edificios, deberá estar encerrada dentro de un conducto o camisa diseñado para evitar que una fuga de gas de la línea de servicio ingrese al edificio. Cuando se usan juntas, deberán ser de tipo de soldar o unir con bronce, de acuerdo con el párrafo 849.514.

849.6 Conexión de la Línea de Servicio a la Línea Principal

849.61 Conexiones de la Línea de Servicio a Líneas Principales de Acero. Las líneas de servicio pueden conectarse a líneas principales de acero mediante:

(a) soldando una te de la línea de servicio a la línea principal

(b) usando una abrazadera de línea de servicio o una montura o silleta

(c) usando accesorios de compresión con empaquetaduras de goma o material similar a la goma o conexiones soldadas para conectar la línea de servicio al accesorio de conexión de la línea principal. Las empaquetaduras usadas en un sistema de gas manufacturado, deberán ser del tipo que efectivamente resista aquella clase de gas.

(d) soldando directamente una línea de servicio de acero a la línea principal (véase el párrafo 831.42 y la Tabla 831.42)

849.62 Conexión de Línea de Servicio a Líneas Principales de Hierro Fundido y Hierro Dúctil

(a) Las líneas de servicio pueden ser conectadas a líneas principales de hierro fundido y hierro dúctil, mediante:

(1) perforando y colocando una derivación o toma en la línea principal, siempre que el diámetro del agujero del tubo de entrada no exceda las limitaciones impuestas por el párrafo 831.33(b); ó

(2) usando una camisa o tubo corto de refuerzo

(b) Las conexiones de la línea de servicio deberán soldarse directamente con bronce a las líneas principales del hierro fundido o dúctil.

849.621 Los accesorios de compresión que usan empaquetaduras de goma o de materiales parecidos a la

goma, o conexiones soldadas, pueden usarse para conectar la línea de servicio al accesorio de conexión de la línea principal. Las empaquetaduras usadas en un sistema de gas manufacturado, deberán ser del tipo que efectivamente resistan el tipo de gas transportado.

849.63 Conexiones de Líneas de Servicio a Líneas Principales de Plástico

(a) Las líneas de servicio de plástico o metal se deberán conectar a las líneas principales de plástico, usando accesorios adecuados.

(b) Se deberá diseñar una conexión tipo compresión que vaya de la línea de servicio a la línea principal y se la deberá instalar para sostener efectivamente las fuerzas de tracción causadas por la contracción de la tubería o por las cargas externas.

849.64 Conexión de Líneas de Servicio a Líneas Principales de Cobre

(a) Para el caso de conexiones a líneas principales de cobre, se recomienda usar una te de línea de servicio de cobre o bronce fundido un accesorio de extensión bronceado por resudación a la línea principal de cobre.

(b) No se permiten las soldaduras a tope.

(c) No se recomiendan las juntas soldadas en ángulo.

(d) Los requerimientos del párrafo 849.514 se deberán aplicar a:

(1) a las juntas no mencionadas específicamente líneas arriba

(2) todo el material de bronce

849.64 Conexiones de Líneas de Servicio de Plástico a Líneas Principales de Metal

(a) Las líneas de servicio de plástico deberán conectarse a las líneas principales de metal, mediante un accesorio de línea principal adecuado, metálico o plástico, según las disposiciones de los párrafos 849.61, 849.62 u 849.64, teniendo un extremo de compresión u otros accesorios de transición adecuado.

(b) Se deberá diseñar e instalar una línea de servicio de tipo de compresión a una conexión principal, para resistir efectivamente las fuerzas de tracción longitudinales causadas por la contracción de la tubería o por cargas externas.

CAPÍTULO V

PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

850 PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO QUE AFECTAN LA SEGURIDAD DEL TRANSPORTE DE GAS Y LAS INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN

850.1 General

(a) Debido a múltiples variables, no es posible prescribir en un código, una serie de procedimientos detallados de operación y mantenimiento que vayan a comprender todos los casos. Sin embargo, es posible que cada empresa de operaciones desarrolle sus procedimientos de operación y mantenimiento sobre la base de las disposiciones del presente Código, su propia experiencia y el conocimiento de sus propias instalaciones y condiciones bajo las cuales se las hace operar y que resulten adecuadas desde el punto de vista de la seguridad pública. Para ver los procedimientos de operación y mantenimiento referentes al control de corrosión, véase el Capítulo VI.

(b) Una vez que se inicia el servicio en un ducto designado y construido para servicio con gas o convertido para este propósito en conformidad con el presente Código, la compañía operadora, deberá determinar la Clase de Localidad, en conformidad con la Tabla 854.1(c).

850.2 Requerimientos Básicos

Cada compañía operadora que tenga instalaciones de transporte o distribución de gas, dentro del alcance del presente Código, deberá:

(a) preparar un plan escrito que cubra sus procedimientos de operación y mantenimiento en conformidad con el alcance y propósito del presente Código.

(b) tener un plan escrito de emergencia que abarque la falla de las instalaciones u otras emergencias

(c) operar y mantener las instalaciones en conformidad con dichos planes

(d) modificar los planes periódicamente según lo dicte la experiencia y la exposición al público que tienen las instalaciones y los cambios de condiciones operativas que se requieran

(e) proveer entrenamiento a los empleados en los procedimientos establecidos para las funciones de operación y funcionamiento de sus instalaciones. La capacitación deberá ser completa e integral, y deberá estar diseñada para preparar a los empleados para el servicio en sus propias áreas de responsabilidad.

(f) mantener registros para administrar apropiadamente los planes y la capacitación.

850.3 Características Esenciales del Plan de Operación y Mantenimiento

El plan de prescrito en el párrafo 850.2(a) deberá incluir:

(a) planes detallados e instrucciones para los empleados cubriendo los procedimientos de operación y mantenimiento para las instalaciones de gas durante las operaciones normales y su reparación.

(b) ítems recomendados para su inclusión en el plan para clases específicas de instalaciones que se dan en los párrafos 851.2, 851.3, 851.4, 851.5, 851.6, y 861(d)

(c) planes para dar atención particular a aquellas porciones de las instalaciones que presentan el mayor peligro para el público en caso de una emergencia o requerimientos de mantenimiento extraordinarios

(d) disposiciones para realizar inspecciones periódicas a lo largo de la ruta de las líneas o ductos principales de acero, que operen a una tensión de aro mayor al 40% de la mínima tensión de fluencia especificada del material de la tubería para considerar la posibilidad de cambios de Clase de Localidad. No es el propósito de que estas inspecciones incluyan estudios del número de edificios destinados a la ocupación humana. (Véase el párrafo 854.)

850.4 Características Esenciales del Plan de Emergencia

850.41 Procedimientos de Emergencia por Escrito

850.411 Cada compañía operadora deberá establecer procedimientos por escrito que provean la base de instrucciones para el personal de operación y mantenimiento que vayan a minimizar el riesgo que resulte de una emergencia de gasoducto. Como mínimo, los procedimientos deberán atender los siguientes aspectos:

(a) un sistema para recibir, identificar y clasificar las emergencias que requieren respuesta inmediata por parte de la compañía operadora

(b) indicar claramente la responsabilidad de instruir a los empleados en los procedimientos que figuran en las listas de los planes de emergencia y para entrenar a los empleados en la ejecución de tales procedimientos

(c) indicar claramente quiénes son los responsables de actualizar el plan

(d) Establecer un plan para el manejo inmediato y adecuado de todas las llamadas concernientes a emergencias, ya sea que provengan de clientes, el público, los empleados de la compañía o de otras fuentes

(e) establecer un plan para la rápida y efectiva respuesta a un aviso de cada tipo de emergencia

(f) controlar las situaciones de emergencia, incluyendo la acción a tomar por parte del primer empleado que llegue a la escena

(g) la diseminación de la información al público

(h) la restauración segura del servicio a todas las instalaciones afectadas por la emergencia, después de que se hayan tomado las medidas correctivas apropiadas

(i) informar y documentar sobre la emergencia

850.42 Programa de Capacitación. Cada empresa operadora deberá tener un programa para informar, instruir y entrenar a los empleados responsables de la ejecución de los procedimientos de emergencia. El programa deberá familiarizar al empleado con los procedimientos de emergencia y cómo manejar con prontitud y efectividad las situaciones de emergencia. El programa puede ser implementado por instrucción oral, instrucción escrita o en algunos casos, mediante instrucción de grupo, seguida por sesiones de práctica. El programa deberá establecerse y mantenerse sobre una base continuada, con disposiciones para actualizarlo según se necesite por revisión de los procedimientos de emergencia que se tenga por escrito. Se deben mantener registros del programa, para establecer que entrenamiento ha recibido cada empleado y la fecha de tales entrenamientos.

850.43 Relaciones. Cada empresa operadora, deberá establecer y mantener vínculos de relación con los oficiales de bomberos, policía, y otros funcionarios públicos apropiados, de los servicios públicos y medios de comunicación.

850.44 Programa de Educación. Se deberá establecer un programa de educación para permitir que los clientes y el público en general reconozcan y reporten a los oficiales apropiados, sobre una emergencia de gas. El programa de educación que describe esta sección, deberá estar adecuado al tipo de operación de gasoducto y al medio ambiente que se atraviese con el mismo y deberá impartirse en cada idioma que se halle en uso por la comunidad servida. Los operadores del sistema de distribución, deberán comunicar sus programas a los consumidores y al público en general en la zona en la que hagan la distribución. Los operadores de sistemas de transporte, deberán comunicar sus programas a los residentes a lo largo del derecho de vía del gasoducto. Los programas de distintos operadores en la misma zona, deberán ser

coordinados para dirigir los informes apropiadamente y para evitar inconsistencias.

850.5 Investigación de Fallas en Gasoducto

Cada compañía operadora deberá establecer procedimientos para analizar todas las fallas y accidentes para determinar las causas y para minimizar la posibilidad de que el incidente ocurra de nuevo. Este plan deberá incluir un procedimiento para seleccionar muestras de las instalación o equipo que falló para examen en laboratorio, cuando sea necesario.

850.6 Prevención de Ignición Accidental

La acción de fumar y todas las llamas abiertas se deberán prohibir en las estructuras y alrededor de las mismas, o áreas que estén bajo control de la compañía operadora y que contengan instalaciones de gas (tales como estaciones de compresión, estaciones de medición y de regulación y otros equipos de manejo de gas), donde una posible fuga de gas constituye un peligro de incendio o explosión. Cada compañía operadora deberá tomar medidas para minimizar el peligro de una ignición accidental de gas.

(a) Cuando una cantidad peligrosa de gas se va a ventear a la atmósfera, cada fuente potencial de ignición deberá primero eliminarse de la zona y se deberán proveer extintores de incendio apropiados. Todas las linternas, artefactos de iluminación, cordones de extensión y herramientas, deberán ser del tipo aprobado para operación en atmósferas peligrosas. Se deberán usar o instalar conexiones de alivio que dirijan el gas alejándolo de las líneas de transmisión de electricidad.

(b) Se deberán colocar carteles adecuados, e incluso hombres con banderines de señalización o guardias, si es necesario para advertir a otras personas que se estén acercando o ingresando a la zona de peligro.

(c) Para evitar la ignición accidental por arco eléctrico, se deberá conectar un cable de aterramiento adecuado, en cada lado de cualquier tubería que vaya a ser separada o unida, y cualquier rectificador de protección catódica que haya en el área deberá apagarse. Cuando se esté cortando o uniendo tubería plástica, se aconseja un rociado con agua o el uso de trapos o arpillera mojada para cubrir la superficie para evitar el arco de electricidad estática.

(d) Cuando se tenga que cortar o soldar con soplete, se deberá realizar primero una inspección minuciosa para verificar la ausencia de una mezcla de gas combustible en la zona por fuera del gasoducto. Si es que se la halla, la mezcla deberá ser eliminada antes de comenzar el cortado o soldadura. Se deberá seguir realizando el monitoreo de la mezcla de aire durante todo el transcurso del trabajo.

(e) Si es que se anticipa la realización de un trabajo de soldadura en un gasoducto lleno con gas y la revisión de seguridad de (d) se ha completado satisfactoriamente, la presión del gas deberá ser

controlada por un medio apropiado, para mantener una presión ligeramente positiva en el ducto en la zona de la soldadura, antes de comenzar el trabajo. Se deberán tomar precauciones para evitar que ocurra un golpe de contra-tiraje

(f) Antes de cortar mediante soplete o antorcha o soldar en una línea que pudiera contener una mezcla de gas y aire, se la debe convertir en segura, desplazando la mezcla con gas, aire o un gas inerte. Al usar un gas inerte, deberá tenerse cuidado de proveer ventilación adecuada para todos los trabajadores de la zona.

850.7 Efectos de la Voladura con Explosivos

Cada compañía operadora deberá mantener procedimientos para proteger las instalaciones de la vecindad de actividades de voladura con explosivos. La compañía operadora deberá:

(a) Ubicar y marcar su gasoducto cuando vayan a detonarse explosivos dentro de determinadas distancias, según especifiquen los planes de la compañía. Deberá tomarse en cuenta el marcado de las distancias mínimas de las actividades de voladura con explosivos desde los gasoductos, dependiendo del tipo de operación de voladura.

(b) Determinar la necesidad y el alcance de la observación y monitoreo de las actividades de voladura, sobre la base de la proximidad de la explosión con respecto a los ductos, el tamaño de la carga, y las condiciones del suelo.

(c) Realizar una prueba de fugas, después de cada operación de voladura con explosivos que se haga cerca de los ductos.

851 MANTENIMIENTO DEL GASODUCTO

851.1 Vigilancia Periódica de los Gasoductos

Como un medio de mantener la integridad de su sistema de ductos, cada compañía operadora deberá establecer e implementar procedimientos para la vigilancia periódica de sus instalaciones. Se deberán iniciar estudios y se deberá tomar la acción apropiada cuando ocurran circunstancias inusuales de operación, tales como fallas, historial de fugas, caída en la eficiencia de flujo debido a la corrosión interna, o cambios importantes en los requerimientos de protección catódica.

Cuando dichos estudios indiquen que la instalación se halla en condiciones no satisfactorias, se deberá iniciar un plan programado para abandonar, reemplazar o reacondicionar y efectuar una prueba. Si las instalaciones no pueden reacondicionarse o abandonarse por fases, la máxima presión admisible de operación deberá reducirse en proporción con los requerimientos descritos en el párrafo 845.213(c).

851.2 Patrullaje del Gasoducto

Cada compañía operadora deberá mantener un programa de patrullaje de gasoductos para observar las

condiciones de superficie en y adyacentes a cada derecho de vía de un gasoducto, buscando indicaciones de fugas, construcción fuera de la que efectúe la compañía, peligros naturales y cualquier otro factor que afecten la seguridad y operación del gasoducto. Los patrullajes deberán efectuarse por lo menos una vez cada año en Localidades de Clases 1 y 2, por lo menos cada 6 meses en Localidades de Clase 3 y por lo menos cada 3 meses en Localidades de Clase 4. El clima, el terreno, el diámetro de la línea, las presiones de operación y otras condiciones, serán los factores que determinen la necesidad de un patrullaje más frecuente. Los cruces con caminos principales y ferrovías, se deberán inspeccionar como mayor frecuencia y con mayor cuidado que los gasoductos en campo abierto.

851.21 Mantenimiento de la Cubierta en Cruces de Caminos y Zanjas de Drenaje.

La compañía operadora deberá determinar mediante estudios periódicos, si es que la cubierta sobre el ducto en los cruces de caminos y zanjas de drenaje se ha reducido por debajo de los requerimientos del diseño original. Si la compañía operadora determina que la cubierta normal provista a tiempo de la construcción del gasoducto se ha reducido llegando a la condición de inaceptable debido al retiro de tierra o movimiento de la línea, la compañía operadora deberá proveer protección adicional, mediante la provisión de barreras, cunetas, colchonetas de hormigón, camisas de protección, bajado de la línea a mayor profundidad, u otros medios adecuados.

851.22 Mantenimiento de la Cubierta en Terrenos de Campo Abierto.

Si es que la compañía operadora se entera, a través del patrullaje que la cubierta sobre el gasoducto en terrenos de campo abierto no cumplen con el diseño original, deberá determinar si es que la cubierta ha sido reducida a un nivel inaceptable. Si el nivel es inaceptable, la compañía operadora deberá proveer protección adicional reemplazando la cubierta, profundizando la línea, u otros medios adecuados.

851.3 Estudios de Fugas

Cada empresa operadora de una línea de transporte, deberá efectuar estudios de fugas periódicos sobre las líneas, como partes de su plan de operación y mantenimiento. Los tipos de estudios seleccionados deberán ser efectivos para determinar si es que existen fugas potencialmente peligrosas. La extensión y la frecuencia de los estudios de fugas, los deberá determinar la compañía operadora, de acuerdo a la presión, edad de la tubería, clase de localidad, y si es que la línea transporta gas sin un odorizador.

851.3 Procedimientos de Reparación para Gasoductos de Acero que Operan a Niveles de Tensión de Aro de 40% o por encima de la Mínima Tensión de Fluencia Especificada

Si en algún momento un defecto mencionado en las siguientes sub- secciones del párrafo 851.4 se hace evidente en un gasoducto que opere al 40% de la mínima tensión de fluencia especificada de la tubería, o por encima de la misma se deberán tomar inmediatamente medidas temporales para proteger la propiedad y al público. Si es que no es factible efectuar reparaciones permanentes al tiempo de descubrir los defectos, se deberán efectuar reparaciones permanentes, tan pronto como sea factible, según se describe en éstas líneas. Queda prohibido el uso de un parche soldado como método de reparación, excepto lo que se indica en el párrafo 851.43€. Si es que el ducto no se saca de servicio, la presión de operación deberá hallarse en un nivel que provea seguridad durante las operaciones de reparación.

Las protuberancias y acanaladuras se definen como perjudiciales cuando la profundidad del defecto es mayor al 10% del espesor de pared nominal de la tubería. Véase en el párrafo 841.113(b), otras limitaciones adicionales. Las melladuras suaves en los gasoductos existentes, no requieren reparación, a menos que:

(a) Contengan un concentrador de tensiones, tales como una arañadora, abolladura, acanaladura o quemadura de arco;

(b) Afecten la curvatura de la tubería en la soldadura longitudinal o en una soldadura circunferencial; o

(c) Excedan la profundidad máxima del 6% del diámetro nominal de la tubería.

Las zonas corroídas que no presenten fugas y que deban ser reparadas o reemplazadas, se definen en el párrafo 862.213. Las costuras soldadas longitudinales se identifican comúnmente por inspección visual, mediante ácidos de grabado y por ultrasonido.

Una camisa dividida (dos piezas) de soldar en toda la circunferencia, deberá tener una presión de diseño por lo menos igual a aquella requerida para la máxima presión admisible de operación de la tubería que se esté reparando. Si las condiciones requieren que la camisa reciba todas las tensiones longitudinales, la camisa deberá tener por lo menos la misma resistencia que la resistencia de diseño de la tubería que se esté reparando. Las camisas de vuelta entera, no deberán tener menos de 4 pulgadas de ancho.

Si es que el defecto no es una fuga, las soldaduras circunferenciales en ángulo son opcionales en determinados casos, según se describe en las siguientes sub- secciones del párrafo 851.4. Si se hacen soldaduras circunferenciales, las soldaduras circunferenciales de la camisa, deberán ser soldaduras a tope. Los procedimientos de soldadura para soldar las

soldaduras circunferenciales en ángulo, deberán ser adecuados para los materiales y se deberá considerar la posibilidad de agrietamiento debajo de la soldadura. Nos requieren tiras de refuerzo. Si es que no se realizan soldaduras en ángulo diferenciales, las soldaduras longitudinales podrán ser soldaduras a tope o en ángulo a una barra lateral. Los bordes circunferenciales, que se habrían sellado si es que se hubieran realizado las soldaduras en ángulo, deberán ser sellados con un material de revestimiento, tal como un esmalte o mástic, de manera que la tierra del suelo se mantenga fuera del área debajo de la camisa.

851.41 Reparaciones de Campo Permanentes de Abolladuras, Surcos y Melladuras

(a) Las abolladuras, surcos y melladuras perjudiciales, se deberán eliminar o reforzar, o se deberá reducir la presión de operación.

(1) Si resulta factible, las abolladuras, surcos y melladuras se deberán eliminar, poniendo el gasoducto fuera de servicio y cortando una pieza cilíndrica de tubería y reemplazando la misma con tubería de igual o mayor presión de diseño.

(2) Si no es factible poner el gasoducto fuera de servicio, u operar a presión reducida, las reparaciones deberán hacerse:

(a) con una manga o camisa soldada de vuelta entera o sin soldaduras en ángulo circunferenciales;

(b) eliminando el defecto mediante conexiones a presión, siempre que el defecto entero se elimine; o

(c) si el defecto no es una melladura, mediante desbastado según indica el párrafo 841.242. Si después que se haya eliminado el defecto por desbastado, no queda suficiente espesor de pared (véase el párrafo 841.113(b)), se deberá instalar una camisa o manga soldada de vuelta entera, con soldaduras circunferenciales en ángulo, o sin ellas.

(3) Si es que se repara una melladura con una camisa de vuelta entera y no se hacen soldaduras en ángulo en toda la circunferencia, la melladura deberá primero ser rellenada con relleno endurecedor. Si se hacen soldaduras en ángulo, la melladura podrá ser protegida ya sea por el relleno que se acaba de mencionar o presurizando intencionalmente la camisa mediante conexiones a presión del gasoducto debajo del mismo.

(b) Todas las reparaciones que se hagan de acuerdo con el párrafo 851.41(a) deberán pasar inspecciones y pruebas no destructivas, según provee el párrafo 851.5.

851.42 Reparación de Campo Permanente de Soldaduras que Tengan Defectos Perjudiciales

(a) Todas las soldaduras a tope circunferenciales que contengan defectos inaceptables (en conformidad con API 1104), se deberán reparar de acuerdo con los requerimientos del párrafo 827, siempre que el ducto pueda ponerse fuera de servicio. Las reparaciones de

las soldaduras podrán hacerse mientras el gasoducto se halla en servicio, siempre que las soldaduras no tengan fugas, la presión en el gasoducto se haya reducido a una presión que no produzca una tensión en exceso del 20% de la mínima tensión de fluencia especificada de la tubería, y el desbastado de la zona defectuosa puede limitarse de manera que quede por lo menos 1/8 de pulgada de espesor en la soldadura de la tubería.

(b) Las soldaduras defectuosas mencionadas en (a) de líneas arriba, que no puedan ser reparadas según (a) de arriba y donde no sea factible eliminar el defecto de ducto mediante reemplazo, podrá ser reparado por la instalación de una camisa dividida de vuelta entera, soldada usando soldaduras circunferenciales en ángulo.

(c) Si una abolladura, surco o melladura ocurre en una costura de arco sumergido (o se halla un defecto de fabricación en una costura) o si una abolladura, surco o melladura ocurre en una soldadura circunferencial a tope, se deberá instalar una camisa dividida de vuelta entera soldada, usando soldaduras en ángulo o sin usarlas. Las melladuras deberán ser protegidas mediante un relleno o presurizando la camisa según se describió previamente en el párrafo 851.41(a)(3).

(d) Si una abolladura, surco o melladura ocurre en una costura soldada por resistencia eléctrica, o una costura de soldadura de fulguración, o si se descubre un defecto de fabricación en la misma o si se halla una grieta de tensión de hidrógeno en cualquier zona soldada, se deberá instalar una camisa o manga de vuelta entera usando soldaduras en ángulo. La camisa deberá luego ser presurizada mediante conexión a presión del ducto debajo de la camisa.

(e) Todas las reparaciones efectuadas según (a), (b), (c), y (d) de líneas arriba, deberán ser probadas e inspeccionadas según las disposiciones del párrafo 851.5.

851.43 Reparación de Campo Permanente de Fugas y Zonas Corroídas sin Fugas

(a) Si resulta factible, el ducto deberá ponerse fuera de servicio, y se lo deberá reparar mediante corte de una pieza cilíndrica de tubería y reemplazándola con un tubo de igual o mayor resistencia de diseño.

(b) Si no resulta factible sacar de servicio el gasoducto, las reparaciones deberán hacerse mediante la instalación de una manga o camisa dividida soldada en vuelta entera, a menos que se escoja efectuar un parchado en conformidad con (e) de líneas abajo, o a menos que se repare la corrosión con soldadura de metal de depósito, en conformidad con (f) de líneas abajo. Si se repara la corrosión que no tenga fugas, con una camisa o manga dividida soldada en círculo completo, serán opcionales las soldaduras circunferenciales en ángulo.

(c) Si la fuga se debe a un agujero de corrosión, la reparación puede hacerse mediante la instalación de una abrazadera de fugas del tipo de empernar.

(d) Una fuga pequeña puede repararse soldando sobre la misma un niple para ventear el gas mientras se

esté soldando y luego instalando un accesorio apropiado en el niple.

(e) Las áreas corroídas, con fuga o sin ella, en tubería de una mínima tensión de fluencia especificada no mayor a 40,000 psi, podrán ser reparadas usando un parche de acero con esquinas redondeadas y con dimensiones que no excedan la mitad de la circunferencia de la tubería, soldadas en ángulo sobre el área picada. La resistencia de diseño de la placa, deberá ser la misma o mayor que la de la tubería.

(f) Las pequeñas áreas corroídas, podrán ser reparadas, rellenándolas con metal de soldadura de depósito, de electrodos de bajo contenido de hidrógeno. Cuanto mayor sean la presión y el caudal, menores serán las posibilidades de una quemadura que atraviese el tubo. A 20 V y 100 A, es improbable que ocurra una quemadura perforante, cuando se tiene los siguientes espesores de pared reales:

psia	Velocidad del gas (pies / segundo)			
	0	5	10	20
15	0.325	...	...	...
500	0.300	0.270	0.240	0.205
900	0.280	0.235	0.190	0.150

No se deberá intentar aplicar éste método en tubería que se piense que sea susceptible a la fractura rígida.

(g) Todas las reparaciones efectuadas según (a), (b), y (d) de líneas arriba, deberán ser probadas e inspeccionadas según indicaciones del párrafo 851.5.

851.44 Reparación Permanente de Campo de Grietas de tensión de Hidrógeno en Puntos Difíciles y Grietas por Tensión de Corrosión

(a) Si resulta factible, la línea se pondrá fuera de servicio y se la reparará mediante corte de una pieza cilíndrica de tubería y reemplazándola con tubería de igual o mayor resistencia de diseño.

(b) Si no es factible sacar de servicio el ducto, las reparaciones deberán efectuarse mediante la instalación de una camisa dividida de dos piezas, soldada en círculo o vuelta entera. En el caso de agrietamiento por tensión de corrosión, es opcional hacer soldaduras en ángulo. Si es que se hacen soldaduras en ángulo, resulta opcional la presurización de la camisa. Lo mismo se aplica para el agrietamiento por tensión de hidrógeno en puntos difíciles, excepto que en un punto difícil plano, deberá ser protegido con un relleno endurecible o por presurización de la manga soldada en ángulo.

(c) Todas las reparaciones efectuadas mediante (a) y (b) de líneas arriba, deberán ser probadas e inspeccionadas según se indica en el párrafo 851.5.

851.4 Pruebas de Reparaciones en Ductos de Acero o Líneas Principales con Niveles de Tensión de Aro de 40% de la Mínima Tensión de Fluencia Especificada o por encima de la Misma

851.51 Pruebas de las Secciones de Tubería Reemplazada. Cuando se efectúa una reparación en un ducto o línea principal mediante el corte de la porción dañada de la tubería como un cilindro y reemplazándola con otra sección de tubo, la sección de tubería reemplazada deberá ser sometida a una prueba de presión. La sección de reemplazo de tubería deberá ser probada a la presión requerida para un nuevo ducto o línea principal instalado en la misma ubicación o localidad. La prueba podrá realizarse en la tubería antes de la instalación, siempre que se utilicen métodos no destructivos que estén en conformidad con los requerimientos del párrafo 826, en todas las soldaduras a tope circunferenciales después de la instalación. Si que el reemplazo se hace bajo condiciones de incendio controladas (gas en el ducto), podrán usarse camisas divididas soldadas de vuelta entera para unir las secciones de tubería en lugar de soldaduras a tope. Todas las soldaduras de la camisa deberán ser radiografiadas. (Véase el párrafo 851.52.)

851.52 Pruebas no Destructivas de Reparaciones, Abolladuras, Surcos, Melladuras y Soldaduras. Si los defectos se reparan mediante soldadura en conformidad con las disposiciones del párrafo 851.4 y cualquiera de sus sub- secciones, la soldadura deberá ser examinada en conformidad con el párrafo 826.

851.5 Registros de Fugas de 1 Ducto

Se deberá tener un registro que comprenda todas las fugas descubiertas y las reparaciones que se hayan hecho. Todas las roturas de ducto deberán estar reportadas en detalle. Estos registros, junto con los estudios de fugas, registros de las patrullas de línea, y otros registros relativos a las inspecciones de rutina o inspecciones no usuales, se deberán guardar y mantener en los archivos de la compañía operadora, durante todo el tiempo en que la línea permanezca en servicio.

851.7 Marcadores de Tubería

(a) Se deberán instalar marcadores o carteles donde se considere necesario para indicar la presencia de un ducto en cruces de camino, ferrovías, y arroyos. Se deberán instalar carteles y marcadores adicionales a lo largo del resto del gasoducto en ubicaciones donde exista la probabilidad de daño o interferencia.

(b) Los letreros o marcadores y el derecho de vía que les rodea, deberán recibir mantenimiento de manera que los marcadores puedan leerse fácilmente y no sean obstruidos.

© Los carteles o marcadores deberán incluir las palabras "Gasoducto de Gas Natural" (o el nombre del gas que se esté transportando), el nombre de la

compañía operadora y el número de teléfono (incluyendo el código de área), a través del cual se pueda tomar contacto con la compañía operadora.

851.8 Abandono de las Instalaciones de Transporte

Cada compañía operadora deberá tener un plan en sus procedimientos de operación y mantenimiento, para abandonar las instalaciones de transporte. El plan deberá incluir las siguientes disposiciones:

(a) Las instalaciones a ser abandonadas deberán estar desconectadas de todas las fuentes y abastecimientos de gas, tales como otros ductos, líneas principales, tubería de conexiones y cruce, estaciones de medición, líneas de control, y otras estructuras complementarias.

(b) Las instalaciones a ser abandonadas en el lugar, deberán ser purgadas de gas con un material inerte y los extremos deberán ser sellados, con la excepción de:

(c) Después de que se hayan tomado precauciones para determinar que lo quedan hidrocarburos líquidos remanentes en el interior de las instalaciones a ser abandonadas, recién tales instalaciones podrán ser purgadas con aire. Si las instalaciones se purgan con aire, deberán entonces tomarse precauciones para determinar que no se tenga una mezcla combustible después del purgado. (Véase el párrafo 841.275.)

851.9 Reposición de un Ducto en Servicio

Cuando se reponga al servicio un ducto, los siguientes son algunos de los factores que se deberán tomar en cuenta:

- (a) deflexión
- (b) diámetro, espesor de pared y grado de la tubería
- (c) presión del ducto
- (d) tipo de soldaduras circunferenciales
- (e) pruebas e historial de operación
- (f) presencia de defectos
- (g) curvatura existente
- (h) curvas o dobladuras
- (i) válvulas y accesorios
- (j) terreno y condiciones del suelo
- (k) consideración de seguridad del personal
- (l) tensiones adicionales causadas por la reposición del ducto

852 MANTENIMIENTO DE LA TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN

852.1 Patrullaje

Las líneas de distribución se deberán patrullar en áreas donde es necesario observar los factores que pudieran afectar la operación segura. Se deberá considerar usar patrullaje en las zonas donde hay actividad de construcción, deterioro físico de tubería y apoyos expuestos, o cualquier causa natural, que pudiera dar por resultado el daño a la tubería. La

frecuencia del patrullaje deberá ser determinada según la severidad de las condiciones que pudieran causar la falla o fugas y los subsecuentes peligros a la seguridad pública.

852.2 Estudios de Fugas

Cada compañía operadora que tenga un sistema de distribución de gas, deberá organizar dentro de su plan de operación y mantenimiento, una disposición para efectuar estudios de fugas periódicos del sistema.

852.21 Los tipos de estudios seleccionados deberán ser efectivos para determinar si es que existen fugas potencialmente peligrosas. Los siguientes son algunos de los procedimientos que pudieran emplearse:

- (a) estudios de detección de gas en superficie
- (b) estudio con detectores de gas sub- superficial
- (c) estudios de vegetación
- (d) estudios de caída de presión
- (e) pruebas de fugas con burbujas
- (f) pruebas de fugas ultrasónicas

En el Apéndice M, se muestra una descripción detallada de los distintos estudios y procedimientos para la detección de fugas.

852.22 La extensión y frecuencia de los estudios de fugas, se deberán determinar por el carácter de la zona general de servicio, la concentración de edificios, edad de la tubería, condiciones del sistema, presión de operación y cualquier otra condición conocida (tal como las fallas de superficie, asentamientos o hundimientos, inundaciones o un incremento de la presión de operación) que tengan un potencial significativo ya sea para iniciar una fuga, o hacer que una fuga migre hacia una zona donde pudiera formarse una condición peligrosa. Deberá considerarse la realización de estudios especiales que se hagan una sola vez, después que el sistema de distribución de gas se haya sometido a tensiones no usuales (tales como aquellas resultantes de movimientos sísmicos o voladura con explosivos). La frecuencia de los estudios de fugas, se deberá basar sobre la experiencia de operación, buen criterio, y un buen conocimiento del sistema. Una vez establecidas, las frecuencias se deberán revisar periódicamente para garantizar que todavía siguen siendo apropiadas. La frecuencia de los estudios de fugas, deberá por lo menos cumplir con los siguientes puntos:

- (a) El sistema de distribución en un distrito importante de negocios, deberá estudiarse por lo menos una vez por año. Tales estudios pueden efectuarse utilizando un detector de gas y deberán incluir pruebas de la atmósfera, lo cual indicará la presencia de gas en entradas de hombre, cámaras, en grietas del pavimento y aceras, y en otras ubicaciones que brinden oportunidades de hallar fugas de gas.
- (b) El sistema de distribución subterránea fuera de las áreas cubiertas por (a) de líneas arriba, deberá estudiarse con la frecuencia que la experiencia indique

como necesaria, aunque no debe ser mayor a una vez cada 5 años.

852.3 Investigación y Acción en caso de Fugas

852.31 Clasificación y Reparación de Fugas. Las fugas ubicadas por estudios y / o investigación, deberán ser evaluadas clasificadas y controladas en conformidad con los criterios establecidos en el párrafo M5 del Apéndice M.

Antes de tomar cualquier acción, se deberán ubicar con precisión las fugas, aunque solamente después de que se haya establecido que no existe un peligro inmediato o que se hay controlado por acciones de emergencia tales como la evacuación, el bloqueo de una zona, desvío del tráfico por otra vía, eliminación de fuentes de ignición, ventilación o detener el flujo de gas. Se deberán seguir los lineamientos para determinar con precisión las ubicaciones de las fugas que se dan en el párrafo M6 del Apéndice M.

852.32 Investigación de Informes de Fuentes Externas. Cualquier notificación de una fuente externa (tal como la policía o el departamento de bomberos, otros servicios, contratistas, clientes, o el público en general) informando sobre una fuga, explosión o incendio, que pudiera involucrar a ductos de otros servicios, deberá investigarse diligentemente. Si la investigación revela la existencia de una fuga, la fuga deberá ser clasificada y se deberá tomar acción de acuerdo con los criterios establecidos en el párrafo M5 del Apéndice M.

852.33 Olor, o Indicaciones de Otras Fuentes Externas. Cuando se tengan indicaciones de fugas potencialmente peligrosas (tales como gas natural, gas de alcantarillas, o gas de pantanos o vapores de gasolina) que se originan en una fuente externa o instalación, o tubería de propiedad de los clientes, se deberán reportar al operador de la instalación y cuando sea apropiado, al departamento de policía, departamento de bomberos, u otra agencia gubernamental. Cuando el ducto de la compañía esté conectado a una instalación externa (tal como la tubería de algún cliente), se deberá tomar la acción necesaria, tal como la reconexión o cerrado del fulgo de gas a la instalación, para eliminar el peligro potencial.

852.4 Requerimientos para Abandonar, Desconectar y Reiniciar Instalaciones de Distribución

852.41 Abandono de Instalaciones de Distribución. Cada compañía operadora deberá contar con un plan para el abandono de instalaciones inactivas, tales como líneas de servicio, líneas principales, líneas de control, equipos e instalaciones accesorias para las cuales no se tenga un uso planificado.

El plan deberá incluir las siguientes disposiciones:

(a) Si las instalaciones se abandonan en el sitio, deberán hallarse físicamente desconectadas de todo sistema de tuberías. Los extremos abiertos de todas las instalaciones abandonadas, deberán estar cerradas, taponadas, o de otra manera selladas efectivamente. Se debe considerar la necesidad de purgar la instalación abandonada para evitar el desarrollo de un peligro potencial de combustión, y se deberán tomar medidas apropiadas. El abandono no se deberá completar hasta que se haya determinado que el volumen de gas o de hidrocarburos líquidos contenidos en el interior de la sección abandonada, no constituyen un peligro potencial. Podrá usarse aire o un gas inerte para el purgado, o podrá llenarse la instalación con agua, u otro material inerte. (Véase el párrafo 841.275.) Si se usa aire para la purga, la compañía operadora deberá determinar que no se halle presente una mezcla combustible después del purgado. Se debe tomar en cuenta a cualesquiera efectos que el abandono pudiera tener sobre un sistema de protección catódica que esté activo, y se deberá tomar la acción apropiada.

(b) En los casos en que una línea principal y las líneas de servicio conectadas a la misma se abandonen, en cuanto respecta a las líneas de servicio, solamente se necesitan sellar los extremos del cliente de tales líneas de servicio, según se estipula líneas arriba.

(c) Las líneas de servicio abandonadas, que correspondían con una línea principal activa, deberán desconectarse lo más próximo que sea posible a la línea principal.

(d) Todas las válvulas que se dejen en el segmento abandonado, deberán estar cerradas. Si es que el segmento es largo y existen pocas válvulas de línea, se deberá considerar la posibilidad de taponar el segmento por intervalos.

(e) Todas las válvulas por encima del nivel de suelo, tubos verticales de salida, y las tapas de cámaras y cajas de válvulas, se deberán retirar. Las aberturas de las cámaras y las cajas de válvulas se deberán rellenar con un material de relleno compactado.

852.42 Servicio Desconectado temporalmente. Cuando el servicio que se da a un cliente se desconecta temporalmente, una de las siguientes disposiciones tendrá que observarse:

(a) La válvula que esté cerrada para evitar el flujo de gas hacia el cliente, deberá estar provista de un dispositivo de bloqueo y seguro u otros medios diseñados para evitar la apertura de la válvula por personas distintas a aquellas autorizadas a hacer por la compañía operadora.

(b) Un dispositivo mecánico o accesorio que pueda evitar el flujo de gas, se deberá instalar en la línea de servicio o en el Conjunto del medidor.

(c) La tubería del cliente, deberá ser desconectada físicamente del abastecimiento de gas y los extremos abiertos de la tubería deberá sellarse.

852.43 Requerimientos de Pruebas para Reinstalar Instalaciones Abandonadas y Líneas de Servicio Desconectadas Temporalmente. Las instalaciones abandonadas previamente, se deberán probar de la misma manera en que se prueban las instalaciones nuevas antes de re-instalarles el servicio.

Las líneas de servicio previamente abandonadas se deberán probar de la misma manera que las líneas de servicio nuevas, antes de re-instalarlas.

Las líneas de servicio desconectadas temporalmente debido a renovaciones en las líneas principales, u otros trabajos planificados, se deberán probar desde el punto de desconexión a la válvula de la línea de servicio, de la misma manera que una nueva línea de servicio se prueba antes de reconectarla, excepto que:

(a) cuando se tomen las mediadas para mantener el servicio continuo, tales como la instalación de una línea de desvío (by-pass), cualquier porción de la línea de servicio original usada para mantener el servicio continuo, no se necesitará probar; o

(b) cuando la línea de servicio se haya diseñado, instalado, probado y mantenido de conformidad con los requerimientos del presente Código.

852.5 Mantenimiento de Tubería de Plástico

852.51 Cerrado y Reapertura de Tubería Termoplástica y Tubería Delgada (Tubing) para Control de Presión

(a) Antes de que la tubería y tubería delgada (tubing) de plástico se cierren y se re-abran, se requiere que se hagan investigaciones y pruebas para determinar que el tipo particular, grado, tamaño y espesor de pared de la tubería o tubing, son del tipo fabricado que puede cerrarse y re-abrirse sin causar falla bajo las condiciones que prevalecerán al tiempo de cerrar y re-abrir la tubería.

(b) Después del cumplimiento de (a) toda vez que se cierre y se re-abra la tubería termoplástica, se requiere que:

(1) el trabajo se realice usando equipo y procedimientos que hayan sido establecidos y ensayados por prueba, de ser capaces de efectuar la operación bajo condiciones de seguridad y de forma efectiva

(2) el área cerrada y abierta de la tubería o tubing, deberá ser reforzada de acuerdo con las disposiciones apropiadas del párrafo 852.52, a menos que se haya determinado por investigación y prueba que el cierre y la re- apertura no afectan significativamente las propiedades a largo plazo de la tubería o tubing.

852.52 Reparación de la Tubería o Tubing de Plástico. Si en cualquier momento, se halla un defecto perjudicial, canal, abolladura o melladura en la tubería plástica o tubería delgada, la sección dañada o defectuosa deberá ser reemplazada a menos que se hagan reparaciones satisfactorias.

Se deberán efectuar las reparaciones en conformidad con procedimientos calificados que se haya establecido y ensayado por prueba y en conformidad con lo siguiente:

(a) Se deberán tomar en consideración las recomendaciones del fabricante de la tubería de plástico, cuando se esté determinando el tipo de reparación a efectuar. Se deberá dar particular atención a la extensión del daño en la fibra en el caso de tubería de plástico de termofraguado.

(b) Si es que se usa un tejo o una camisa de círculo completo, el mismo se deberá extender por lo menos ½ pulgada más hacia fuera de la zona dañada.

(c) Si se utiliza una camisa dividida de círculo completo, la unión entre las mitades de la camisa deberá hallarse lo más alejada posible del defecto. Aunque en ningún caso más cerca de ½ pulgada. Se deberán tomar precauciones adecuadas para asegurarse de un ajuste apropiado sobre la costura longitudinal.

(d) El material del parche o camisa, deberá ser del mismo tipo de tubería o tubing que se esté reparando. El espesor de pared del parche o camisa, deberá ser por lo menos igual al de la tubería o tubing.

(e) El método de unión del parche o camisa, deberá ser compatible con el material de la tubería y deberá estar en conformidad con las disposiciones aplicables del párrafo 842.392. Deberán tomarse precauciones para lograr un ajuste apropiado y una unión completa entre el parche o camisa y la tubería que se esté reparando. El parche o camisa deberán engraparse con una abrazadera u otro medio adecuado durante el fraguado o curado del material de unión o durante el endurecimiento de una unión de fusión por calor. Las demasías de cemento solvente de unión de deberán retirar de los bordes de la camisa o parche.

852.61 Registros de Mantenimiento de la Tubería

852.61 Toda vez que cualquier porción o sección de un sistema de tubería de distribución subterránea de desentierre con propósitos de operación o mantenimiento o para la incorporación de nuevas instalaciones, se deberá registrar la siguiente información:

(a) la condición de la tubería desnuda de superficie, si es que se halla picada o corroída en su generalidad.

(b) la condición de la superficie de la tubería y del revestimiento protector donde el revestimiento se haya deteriorado hasta el punto en que la tubería se esté deteriorando por debajo del mismo

(c) cualquier porción del revestimiento protector que esté dañada

(d) cualesquiera reparaciones que se hayan efectuado

852.62 Toda vez que se desentierren instalaciones dañadas de hierro fundido, se deberá registrar la causa de la rotura, tales como efectos térmicos, relleno, o

construcción efectuada por otros, si es que se la puede determinar.

852.63 Los registros de la condición de la tubería de distribución, se deberán analizar periódicamente. Cualquier acción de remediación indicada en el sistema de tuberías, se deberá llevar a efecto y se la deberá registrar.

852.7 Mantenimiento de Tubería de Hierro Fundido

852.71 Cada junta de tipo campana y espiga de hierro fundido que opere a presiones de 25 psig o mayores, y que esté expuesta por alguna razón, se deberá sellar con una abrazadera mecánica de fugas o un material o dispositivo que no reduzca la flexibilidad de la junta y que selle y mantenga la unión permanentemente.

852.72 Cada junta de tipo campana y espiga de hierro fundido que opere a presiones menores a 25 psig, y que por alguna razón se halle expuesta, deberá sellarse mediante alguna forma que no sea el calafateado.

852.73 Cuando una sección de tubería de hierro fundido se halle expuestas por alguna razón, se deberá efectuar una inspección para determinar si es que existe grafitación. Si se encuentra grafitación perjudicial, el segmento afectado deberá ser reemplazado.

852.74 Cuando una compañía operador tenga conocimiento de que el apoyo o soporte de un segmento de un ducto de hierro fundido se halla perturbado

(a) tal segmento del ducto deberá ser protegido según sea necesario, contra el daño durante la perturbación

(b) tan pronto como sea posible, se deberá tomar medidas apropiadas para proveer protección permanente al segmento perturbado de los daños que pudieran causarle las cargas externas.

853 MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES MISCELÁNEAS

853.1 Mantenimiento de Estación de Compresión

853.11 Compresores y Motores Impulsores. Los procedimientos de arranque, operación y paro de todas las unidades de compresión de gas, se deberán establecer por parte de la compañía operadora. La compañía operadora deberá tomar las medidas adecuadas para ver que las prácticas aprobadas sean observadas y cumplidas.

853.12 Inspección y Prueba de las Válvulas de Alivio. Todos los dispositivos de alivio de presión en

las estaciones de compresión, se deberá inspeccionar y/o probar en conformidad con el párrafo 853.3, y todos los dispositivos exceptuando los discos de ruptura, deberán ser accionados periódicamente para determinar si es que abre a la presión fijada correcta. Cualquier equipo defectuoso o inadecuado que se halle, deberá ser rápidamente reparado o reemplazado.

853.13 Reparaciones en la Tubería de la Estación de Compresión. Todas las reparaciones programadas en la tubería de la estación de compresión que estén trabajando a los niveles de presión de aro o por encima del 40% de la mínima tensión de fluencia especificada, se deberán efectuar en conformidad con el párrafo 851.3, exceptuando que el uso de un parche soldado queda prohibido. Las pruebas de las reparaciones se deberá hacer en conformidad con el párrafo 851.4.

853.14 Aislamiento del Equipo Para Realizar Mantenimiento o Alteraciones. La compañía operadora deberá establecer procedimientos para el aislamiento de las unidades o secciones de tubería, para efectuar mantenimiento, y para purgarlas previamente a retornar las unidades a servicio, y deberán seguir estos procedimientos establecidos, en todos los casos.

853.15 Almacenamiento de Materiales Combustibles. Todos los materiales inflamables o combustibles en cantidades mayores a aquellas requeridas para el consumo diario, o aquellas que sean mayores a las que se usan normalmente en los edificios de compresores, se deberán almacenar en una estructura separada construida de materiales no combustibles, ubicadas a una distancia adecuada del edificio de compresores. Todos los tanque de aceite o gasolina que se hallen por encima del nivel del suelo, se deberán proteger en conformidad con ANSI / NFPA 30.

853.16 Mantenimiento y Pruebas de Sistemas de Detección de Gas y de Alarma. Cada sistema de detección de gas y de alarma requerido por el presente Código deberá ser mantenido para que funcione de manera confiable. El operador deberá desarrollar procedimientos de mantenimientos y calibración para verificar periódicamente la integridad operativa de la detección de gas y del sistema de alarmas que se tenga instalado.

853.2 Procedimiento Para Mantener Soportes de Tipo Tubo y Tipo Botella en Condición de Operación Segura

853.21 Cada compañía operadora que tenga soportes de tipo tubo y de tipo botella, deberá preparar y colocar en sus archivos, un plan para la inspección sistemática y rutinaria de inspección y pruebas de las instalaciones que contenga las siguientes disposiciones:

853.211 Se deberán seguir los procedimientos para permitir la detección de la corrosión externa antes de que la resistencia del recipiente haya sido afectada.

853.212 Se deberán efectuar muestreos periódicos del gas en almacenamiento para determinar el punto de rocío de los vapores contenidos en el gas almacenado que pudiera causar corrosión interna o interferir con la operación segura de la planta de almacenamiento.

853.213 Los equipos de control de presión y de limitación de presión deberán ser inspeccionados y probados periódicamente para determinar si se hallan en condiciones de operación segura y que tiene la capacidad adecuada.

853.22 Cada compañía operadora, habiendo preparado tal plan según se indica en el párrafo 853.21, deberá seguir el plan y llevar y mantener registros que detalles el trabajo de inspección y pruebas realizado y las condiciones encontradas.

853.23 Todas las condiciones insatisfactorias que de hallen, deberán ser rápidamente corregidas.

853.3 Mantenimiento de las Estaciones de Limitación de Presión y de Regulación de Presión

853.31 Todas las estaciones limitadoras de presión, dispositivos de alivio, y otras estaciones y equipos de regulación de presión, deberán ser sujetos a inspecciones sistemáticas y periódicas y deberán efectuarse pruebas adecuadas o se deberán revisar para determinar que se hallen:

(a) en buena condición mecánica. Se deberán realizar inspecciones visuales para determinar que el equipo esté apropiadamente instalado y protegido contra la suciedad, líquidos u otras condiciones que pudieran impedir su apropiada operación. Se deberán incluir los siguientes aspectos en las inspecciones, según resulte adecuado:

(1) apoyos, pozos y cámaras de tuberías de la estación, verificando la condición general e indicaciones de asentamientos del suelo. Véase en el párrafo 853.5 el mantenimiento de cámaras.

(2) puertas y portones de la estación, y tapas de pozos y cámaras par determinar que estén funcionando apropiadamente y que el acceso es adecuado y libre de obstrucciones.

(3) equipos de ventilación instalados en los edificios de la estación y en las cámaras, verificando su apropiada operación y ver si existe evidencia de acumulación de agua, hielo, nieve u otras obstrucciones.

(4) líneas de control de detección y abastecimiento o alimentación, para verificar se hay condiciones que puedan causar una falla.

(5) todos los dispositivos de trabado o asegurado, para verificar su apropiada operación.

(6) plano esquemático de la estación, para verificar que este correcto.

(b) adecuados desde el punto de vista de la capacidad y la confiabilidad de operación para el servicio en el cual se emplean y se han regulado para funcionar a la presión correcta

(1) si no se obtiene una operación aceptable durante la revisión de operación, se deberá determinar la causa del mal funcionamiento, y los componentes apropiados deberán ser ajustados, reparados o reemplazados, según se requiera. Después de la reparación, el componente deberá ser revisado de nuevo para verificar su operación apropiada.

Por lo menos una vez cada año calendario, se deberá efectuar una revisión, para asegurarse que la capacidad combinada de los dispositivos de alivio en un sistema de tuberías, son adecuados para limitar la presión en todo tiempo, a valores prescritos por el Código. Esta revisión se deberá basar sobre las condiciones de operación que crean el máximo requerimiento probable de la capacidad de alivio en cada caso, aunque tal condición de operación ocurra con muy poca frecuencia y / o solamente por períodos cortos de tiempo. Si se determina que el equipo de alivio es de capacidad insuficiente, se deberán tomar medidas para instalar equipo nuevo o adicional para proveer la capacidad adecuada.

853.32 Toda vez que se impongan condiciones anormales sobre la presión o los dispositivos de control de flujo, el incidente deberá ser investigado y se deberá llegar a una determinación con respecto a la necesidad de inspección y/ o reparaciones. Las condiciones anormales pudieran incluir los cuerpos reguladores que son sujetos a condiciones de servicio erosivo o contaminantes provenientes de construcciones y pruebas hidrostáticas efectuadas aguas arriba.

853.33

(a) Se deberá efectuar una inspección y / o prueba de los valores de parada, para determinar que las válvulas vayan a operar y que se hallen en las posiciones correctas. (Se deberá tener precaución para evitar cualquier efecto indeseable en la presión durante las revisiones operativas). Se deberán incluir los siguientes aspectos en las inspecciones y / o prueba:

(1) válvulas de entrada, salida y de desvío (bypass) de la estación

(2) válvulas de aislamiento del dispositivo de alivio

(3) válvulas de las líneas de control, detección y alimentación

(b) el procedimiento de inspección final, deberá incluir lo siguiente:

(1) una revisión de todas las válvulas para verificar su correcta posición. Se deberá prestar especial atención a las válvulas de desvío de la estación reguladora, a las válvulas de aislamiento del dispositivo

de alivio y a las válvulas de las líneas de control, detección y alimentación.

(2) la restitución de todos los dispositivos de trabado y asegurado, a sus posiciones apropiadas

853.34

(a) Todo sistema de distribución abastecido por más de una estación reguladora de presión, deberá estar equipado con telemetría o manómetros registradores para indicar la presión del gas en el distrito.

(b) En los sistemas de distribución alimentados por una sola estación reguladora de presión, la compañía operadora deberá determinar la necesidad de instalara tales manómetros en el distrito. Al realizar tal determinación, la compañía operadora deberá tomar en cuenta las condiciones de operación, tales como el número de clientes atendidos, las presiones reoperación, la capacidad de las instalaciones, etc.

(c) Si se tienen indicaciones de presiones anormalmente altas o bajas, se deberán inspeccionar el regulador y el equipo auxiliar, y se deberán tomar las medidas necesarias para rectificar cualquier condición de operación insatisfactoria. Deberán efectuarse inspecciones periódicas adecuadas de las estaciones de regulación de presión única que no se hallen equipadas con telemetría o manómetros registradores, para determinar que el equipo de regulación de presión esté funcionando apropiadamente.

853.4 Mantenimiento de Válvulas

853.41 Las válvulas del ducto que se requerirían operar durante una emergencia, se deberán inspeccionar periódicamente y se las debe operar parcialmente por lo menos una vez por año para proveer condiciones de operación apropiadas y seguras.

(a) Los procedimientos de mantenimiento rutinario de válvulas, deberán incluir, aunque no limitarse a:

(1) dar servicio de acuerdo con los procedimientos escritos mediante personal adecuadamente capacitado

(2) planos adecuados de sistemas para su uso durante las condiciones de rutina o de emergencia

(3) seguridad de válvulas para evitar interrupciones de servicio, acción de intrusos o sabotaje, etc., según se requiera

(4) programas de entrenamiento del personal para familiarizar a los empleados con los procedimientos correctos de mantenimientos de válvulas

(b) Los procedimientos de mantenimiento de emergencia de válvulas, deberán incluir:

(1) planes escritos de contingencia a seguir durante cualquier tipo de emergencia

(2) capacitación o entrenamiento del personal para anticipar cualquier peligro potencial

(3) proveer herramientas y equipo, según se requiera, incluyendo equipo auxiliar de respiración, para cubrir los requerimientos de anticipados de servicio de válvulas de emergencia y/o mantenimiento.

853.42 Válvulas del Sistema de Distribución.

Las válvulas, el uso de las cuales puede ser necesario para la operación segura de un sistema de distribución de gas, se deberán revisar y darles servicio, incluyendo la lubricación cuando sea necesario, a intervalos suficientemente frecuentes como para asegurar su operación satisfactoria. Las inspecciones deberán incluir la revisión del alineamiento para permitir el uso de una llave de cerradura o una llave de tuercas, para limpiar la caja o cámara de válvulas de cualquier basura que pudiera interferir con la operación de la válvula o demorarla. Se deberán tener disponibles planos que muestren la ubicación de las válvulas.

853.43 Válvulas de Línea de Servicio. Las válvulas de paro exteriores, instaladas en las líneas de servicio que abastecen a sitios de reunión de público, tales como teatros, iglesias, escuelas y hospitales deberán ser inspeccionadas y lubricadas cuando se requiera a intervalos suficientemente frecuentes para asegurar su operación satisfactoria. La inspección deberá determinar si la válvula es accesible, si el alineamiento es satisfactorio y si la caja o cámara de la válvula, si es que se usa alguna, contiene basura que pueda interferir o demorar la operación de la válvula. Las condiciones insatisfactorias que se hallen, deberán ser corregidas.

853.44 Registro de Válvulas. Se deberá mantener un registro para ubicar las válvulas cubiertas por los párrafos 853.41 y 853.42. Estos registros se podrán mantener sobre planos de operación, archivos separados, u hojas de resumen, y la información de estos registros, deberá ser fácilmente accesible al personal requerido para responder a las emergencias.

853.45 Prevención de Operación Accidental. Se deberán tomar precauciones para evitar la operación accidental de cualquier válvula cubierta por los párrafos 853.41 y 853.42. La operación accidental de válvulas por parte del personal de la compañía operadora y el público en general, se deberá tomar en cuenta al tomar estas precauciones. Algunas acciones recomendadas a tomar, según sea aplicable, son las siguientes:

(a) Asegúrense con candado o chapa con llave, las válvulas que se hallen por encima del nivel del suelo fácilmente accesibles al público en general, que no se hallen encerradas dentro de un edificio o cerca.

(b) Asegúrense con candado o chapa con llave las válvulas ubicadas en cámaras si es que son accesibles al público en general

(c) Identificar la válvula mediante etiquetas, códigos de color o cualquier otro medio adecuado de identificación.

853.5 Mantenimiento de Cámaras

Cada cámara que aloje una estación de limitación de presión, alivio de presiones, o regulación de presión, deberá ser inspeccionada para determinar su condición,

cada vez que se inspecciones y pruebe el equipo en conformidad con el párrafo 853.3. Par cualquier cámara en el que ingrese el personal, se deberá probar la atmósfera para verificar si no hay gas combustible. Si la atmósfera es peligrosa, la causa deberá ser determinada. La cámara se deberá inspeccionar para ver si tiene ventilación adecuada. La condición de las tapas de la cámara deberá ser examinada cuidadosamente, para verificar que no sean peligrosas. Las condiciones insatisfactorias que se descubran, se deberán corregir. Las disposiciones aplicables del párrafo 821.6, se deberán cumplir antes que se realice cualquier soldadura en la cámara. El trabajo de mantenimiento realizado en la cámara, deberá hallarse en conformidad con los procedimientos desarrollado según el párrafo 850.2(a), dándole particular importancia al monitoreo de la atmósfera y la protección de la seguridad del personal dentro de la cámara.

854 CLASE DE LOCALIDAD Y CAMBIOS EN EL NÚMERO DE EDIFICIOS DESTINADOS A LA OCUPACIÓN HUMANA

854.1

(a) Los ductos de acero existentes o líneas principales que operen en exceso de un 40% de la mínima tensión de fluencia especificada, deberán ser monitoreados para determinar si es que se han construido edificios adicionales destinados a la ocupación humana. Se deberá contar el número total de edificios destinados a la ocupación humana, para determinar la Clase de Localidad actual en conformidad con los procedimientos especificados en los párrafos 840.2(a) y (b).

(b) En conformidad con los principios establecidos en el párrafo 840.1(c), y con el conocimiento que el número de edificios destinados a la ocupación humana no es un medio exacto o absoluto para determinar los cambios que se deberán realizar en los ítems, tales como los niveles de tensión de operación, frecuencia de patrullajes y requerimientos de protección catódica, a media que se van construyendo edificios adicionales destinados a la ocupación humana.

(c) Cuando se tenga un incremento en el número de edificios destinados a la ocupación sobre o cerca al límite de la Clase de Localidad que se da en la lista de la Tabla 854.1(c), hasta el punto en que sea muy probable un cambio de Clase de Localidad, se deberá efectuar y completar un estudio en los siguientes 6 meses de la percepción del incremento, para determinar los siguiente:

(1) los procedimientos de diseño, construcción y de prueba seguidos en la construcción original y una comparación de tales procedimientos con las disposiciones aplicables del presente Código.

(2) las condiciones físicas del ducto o línea principal, hasta el punto de que las mismas puedan

determinarse mediante las pruebas actuales y registros de evaluación

(3) historial de operación y mantenimiento del ducto o línea principal

(4) la máxima presión de operación y la correspondiente tensión de aro. Podrá tomarse en cuenta el gradiente de presiones del ducto o línea principal directamente afectada por el número incrementado de edificios destinados a la ocupación humana.

(5) el área real afectada por el incremento en el número de edificios destinados a la ocupación humana y las barreras físicas u otros factores que pudieran limitar la futura expansión de la zona ahora más densamente poblada.

(d) Siguiendo este estudio, si se indica un cambio de Clase de Localidad, los patrullajes y los estudios de fugas, se deberán ajustar inmediatamente a los intervalos establecidos por la compañía operadora en la nueva Clase de Localidad.

854.2

Si el estudio descrito en el párrafo 854.1 indica que la presión máxima permisible de operación en una sección del ducto o línea principal, no es adecuada con las Clases de Localidad 2, 3, o 4, y tal sección se halla en condiciones físicas satisfactorias, se deberá confirmar la máxima presión admisible de operación de la sección o se la deberá revisar dentro de un período de 18 meses después de que se haya completado el estudio, como sigue:

(a) Si la sección involucrada ha sido previamente probada en el sitio por no menos de 2 horas, la máxima presión admisible de operación deberá ser confirmada o reducida de manera que no exceda las presiones admisibles de la Tabla 854.1(c).

(b) Si la prueba de presión previa no fue lo suficientemente alta como para permitir que la tubería retenga la MAOP en la Clase de Localidad de acuerdo con el sub- párrafo (a) de líneas arriba, el ducto podrá, ya sea retener la MAOP o calificarse para una MAOP aceptable menor si se la prueba de nuevo a una presión de prueba mayor por un período no menor a las 23 horas en cumplimiento con las disposiciones aplicables del presente Código. Si la nueva prueba de resistencia no se efectúa durante el período de 18 meses siguiente al cambio de Clase de Localidad, la MAOP deberá ser reducida de manera que no exceda la presión de diseño adecuada con los requerimientos del Capítulo IV al final del período de 18 meses. Sin embargo, si la prueba se efectúa en cualquier momento después de que el período de los 18 meses haya expirado, podrá incrementarse la MAOP al nivel que hubiera alcanzado si la prueba se hubiera realizado durante el período de los 18 meses.

(c) Una MAOP que se haya confirmado o que se haya revisado en conformidad con los sub- párrafos (a) o (b) de líneas arriba, no deberá exceder la presión establecida por el presente Código o aquella

previamente establecida por las ediciones aplicables del Código B31.8. La confirmación o revisión de conformidad con el párrafo 854.2, no evitará la aplicación del párrafo 854.6.

(d) Cuando las condiciones de operación requieran que la máxima presión admisible de operación existente se mantenga, y el ducto no pueda llevar a cumplimiento de código según se establece en los sub- párrafos (a), (b), o (c) de líneas arriba, la tubería dentro del área del cambio de Clase de Localidad, deberá ser reemplazado por tubería adecuada con los requerimientos del Capítulo IV, usando el factor de diseño obtenido de la Tabla 841.114A para la Clase de Localidad apropiada.

854.3

Cuando la MAOP de una sección de ducto o línea principal se revise en conformidad con el párrafo 854.2 y se haga menor a la máxima presión admisible de operación del ducto o de la línea principal del cual forma parte, se deberá instalar un dispositivo apropiado de aliviado de presión o limitar de presión, en conformidad con las disposiciones de los párrafos 845.1, 845.2, y 845.212.

845.4

Cuando el estudio requerido en el párrafo 854.1 indique que la máxima presión admisible de operación de un ducto de transporte no es adecuada con la presión permitida por el presente Código para una nueva clase de localidad, el espaciamiento entre válvulas seccionadoras deberá ser revisado según se indica a continuación:

(a) Si la sección de tubería está calificada para servicio debido a una prueba anterior, párrafo 854.2(a), o puede hacerse que llegue a cumplimiento disminuyendo la máxima presión admisible de operación; párrafo 854.2(a), o mediante prueba, párrafo 854.2(b); normalmente no se requerirán válvulas adicionales.

(b) Cuando un segmento de ducto deba ser reemplazado para mantener la máxima presión admisible de operación, según indica el párrafo 854.2(d), se deberá tomar en cuenta la separación entre válvulas, de la siguiente manera:

(1) Cuando se reemplace una sección corta de línea, generalmente no se requerirán válvulas adicionales.

(2) Cuando el reemplazo comprenda una longitud de una milla (1,609 m) o mayor longitud de la línea de transporte, se deberá considerar la instalación de válvulas adicionales para adecuarse al requerimiento de espaciado del párrafo 846.11.

TABLA 854.1(c)
CLASE DE LOCALIDAD

Original		Actual		
Nota (1)				
Clase de Localidad	Número de Edificios	Clase de Localidad	Número de Edificios	Máxima Presión Admisible de Operación (MAOP)
1 División 1	0 - 10	1	11 - 25	Previa MAOP aunque no mayor al 80% de la SMYS Previa MAOP aunque no mayor al 72% de la SMYS 0.800 x presión de prueba, aunque no mayor a 72% de SYMS 0.667 x presión de prueba, aunque no mayor a 60% de SYMS 0.667 x presión de prueba, aunque no mayor a 60% de SYMS 0.555 x presión de prueba, aunque no mayor a 50% de SYMS
1 División 2	0 - 10	1	11 - 25	
1	0 - 10	2	26 - 45	
1	0 - 10	2	46 - 65	
1	0 - 10	3	66+	
1	0 - 10	4	{Nota (2)} 46 - 65	
2	11 - 45	2	66+	Previa MAOP aunque no mayor al 60% de la SMYS 0.667 x presión de prueba, aunque no mayor a 60% de SYMS 0.555 x presión de prueba, aunque no mayor a 50% de SYMS
2	11 - 45	3	{Nota (2)}	
2	11 - 45	4	{Nota (2)}	
3	46+	4	{Nota (2)}	0.555 x presión de prueba, aunque no mayor a 50% de SYMS

NOTAS:

- (1) A tiempo de diseño y construcción
- (2) Los edificios de varios pisos se hacen prevalecientes

855 CONCENTRACIONES DE PERSONAS EN LOCALIDADES DE CLASES 1 Y 2

855.1

(a) (1) Cuando una instalación que cumpla con los criterios del párrafo 840.3 se construya cerca de un ducto de acero en Localidades de Clases 1 y 2, se deberá considerar las posibles consecuencias de una falla, aunque la probabilidad de que ésta ocurra sean muy escasas si es que la línea está diseñada, construida, y operada en conformidad con el presente Código. Cuando tal instalación resulte teniendo frecuentes concentraciones de público, se deberán aplicar los requerimientos de (b) de líneas abajo.

(2) Sin embargo, no necesita aplicarse (b) de líneas abajo, si la instalación se usa con escasa frecuencia. El menor uso combinado con la muy remota posibilidad de una falla en ese punto en particular del ducto, virtualmente elimina la posibilidad de que ocurra una falla.

(b) Los ductos que estén próximos a lugares de reunión pública, como se indica en (a) de líneas arriba, deberá tener una mínima tensión de aro permisible que no exceda el 50% de la SMYS. De manera alternativa, la compañía operadora podrá efectuar el estudio descrito en el párrafo 854.1(c) y determinar el cumplimiento de los siguientes puntos, lo cual le dará un nivel adecuado de seguridad:

(1) El segmento se vuelve a probar hidrostáticamente, por lo menos durante 2 horas a un mínimo nivel de tensión de

(a) 100% de la SMYS si el ducto está operando por encima de 60% y hasta 72% de la SMYS

(b) 90% de la SMYS si el ducto está operando por encima de 50% y hasta el 60% de la SMYS, a

menos que el segmento haya sido probado previamente a una presión por lo menos 1.5 veces la MAOP.

Si el segmento contiene tubería de varios niveles de tensión de operación, los mínimos niveles de pruebas de tensión mencionados líneas arriba, se deberán basar en la SMYS de la tubería que tenga el nivel de tensión de operación más alto.

(2) Los patrullajes y los estudios de fugas, se realizan a intervalos consistentes con aquellos establecidos por la compañía operadora para Localidades de Clase 3.

(3) Cuando la máxima tensión de aro permitida exceda el 60% de la SMYS, se efectúan inspecciones visuales periódicas adecuadas, mediante una técnica apropiada de muestreo, o inspecciones instrumentadas capaces de detectar abolladuras o daño por corrosión, para confirmar la condición física satisfactoria continuada de la tubería.

(4) Si es probable que la instalación cercana pueda alentar actividades de construcción adicionales, se deberá proveer mayor señalización del ducto con arcadores o carteles.

856 CONVERSIONES DE SERVICIO DE DUCTOS

856.1 General

El propósito de ésta sección es el de proveer los requerimientos que permitan al operador de un ducto de acero, utilizado previamente para servicio no cubierto por el presente Código, para calificar tal ducto para el servicio bajo el presente Código. Para tener un ducto de servicio doble, usado alternativamente para transportar líquidos en conformidad con un Código apropiado, tal como el ASME B31.4, y gas bajo el presente Código, solamente la conversión inicial al servicio de gas requiere pruebas de calificación.

856.2 Estudio de los Registros Históricos

Revise los siguientes estudios históricos y efectúe una evaluación de la condición del ducto.

(a) Estudie toda la información disponible del diseño original, inspección y pruebas del ducto. Se debe prestar atención especial a los procedimientos de soldadura usados y otros métodos de unión, revestimientos interno y externo, tuberías y otras descripciones de materiales.

(b) Estudie la información disponible sobre operación y mantenimiento, incluyendo registros de fugas, y prácticas de control de la corrosión interna.

(c) Considere la edad del ducto y el tiempo en que pudiera haber estado fuera de servicio al preparar una evaluación final para convertir el ducto al servicio con gas.

856.3 Requerimientos para Conversión a Servicio de Gas

Un ducto de acero que previamente se haya usado para servicios no sujetos al presente Código, podría ser calificado para el servicio bajo el presente Código, de la siguiente manera:

(a) Revisar los registros históricos del ducto, según se indica en el párrafo 956.2.

(b) Inspeccione todos los segmentos del ducto que se hallen por encima del nivel del suelo, revisando la condición física. Durante la inspección, cuando se a posible, identificar el material para compararlo con los registros disponibles.

(c) *Estudio del Nivel de tensión de Operación*

(1) Establezca el número de edificios destinados a la ocupación humana cercanos al ducto y determine el factor de diseño para cada segmento en conformidad con el párrafo 840.2 y la Tabla 841.114A.

(2) Efectúe un estudio para comparar los niveles de tensión de operación con aquellos que permite la Clase de Localidad.

(3) Reemplace las instalaciones necesarias para asegurarse que el nivel de tensión de operación está conforme a la Clase de Localidad.

(d) Si es necesario, efectúe inspecciones de secciones adecuadas de tubería enterrada para determinar la condición del ducto.

(e) Efectúe reemplazos, reparaciones o alteraciones que a juicio de la compañía operadora sean aconsejables

(f) Efectúe una prueba de resistencia de acuerdo con el presente Código para establecer la presión máxima admisible de operación del ducto, a menos que el ducto haya sido probado con esta determinación anteriormente.

(g) Efectúe una prueba de fugas, en conformidad con el presente Código.

(h) Dentro del plazo de hasta un año desde la fecha de conversión en que el ducto se pone en servicio con gas, provéase protección catódica según se describe en el párrafo 862.2, exceptuando que donde sea factible, las secciones de reemplazo y otras porciones de tubería nueva, deberán ser protegidas catódicamente según se requiere para ductos nuevos.

856.4 Procedimiento de Conversión

Prepare un procedimiento escrito delineando los pasos que se deberán seguir durante el estudio y conversión del sistema de ductos. Destáquese cualquier condición inusual con respecto a esta conversión.

856.5 Registros de la Conversión

Manténgase, durante la vida útil del ducto, un registro de los estudios, inspecciones, pruebas, reparaciones y alteraciones efectuadas en conexión con la conversión del ducto de hacer existente al servicio con gas bajo el presente Código.

CAPÍTULO VI CONTROL DE CORROSIÓN

860 CONTROL DE CORROSIÓN

861 ALCANCE

(a) El presente capítulo contiene los requerimientos mínimos y procedimientos para el control de corrosión de tubería metálica y componentes, expuesta, enterrada y sumergida, (Véase en el Capítulo VIII los requerimientos especiales para el caso de costa afuera.) El presente capítulo contiene los requerimientos mínimos y los procedimientos para controlar la corrosión externa (incluyendo la atmosférica) e interna. Este Capítulo es aplicable a los nuevos diseños e instalaciones de sistemas nuevos de tubería y a la operación y mantenimiento de sistemas de tuberías existentes.

(b) Las disposiciones del presente capítulo de deberán aplicar bajo la dirección de personal de corrosión que sea competente. No puede anticiparse toda y cada una de las situaciones específicas, por lo tanto, la aplicación y evaluación de las prácticas de control de corrosión, requieren la aplicación del buen criterio de personas competentes para mitigar la corrosión.

(c) Se permiten desviaciones de las disposiciones del presente Código en situaciones específicas, siempre que la compañía operadora pueda demostrar que los objetivos aquí expresados, han sido logrados.

(d) Los requerimientos de control de corrosión y los procedimientos, pueden, en varias instancias, requerir medidas adicionales a las que se muestran en este Capítulo. Cada compañía operadora deberá establecer procedimientos para implementar su propio programa de control de corrosión, incluyendo los requerimientos del presente Capítulo, para alcanzar los objetivos deseados. Los procedimientos, incluyendo los de diseño, instalación y mantenimiento de sistemas de protección catódica, se deberán preparar e implementar, y efectuar bajo la dirección de personas calificadas por capacitación y/o experiencia en métodos de control de corrosión.

862 CONTROL DE CORROSIÓN EXTERNA

862.1 Instalaciones Nueva

862.111 General. Todos los ductos de transporte nuevos, tubería de estación de compresión, líneas principales de distribución, líneas de servicio, y recipientes de tipo tubería o de tipo botella instalados según el presente Código, con excepción de párrafo 862.113, que permite otra cosa, deberán hallarse externamente revestidas y protegidas catódicamente, a

menos que pueda demostrarse mediante pruebas o experiencia que los materiales son resistentes a la corrosión en el ambiente en el cual estén instaladas. Se deberá tomar en cuenta el manejo, despacho, transporte, almacenamiento, condiciones de instalación, el medio ambiente de servicio y los requerimientos de protección catódica, al seleccionar los materiales de revestimiento. El *Estudio de Información de Corrosión (The Corrosion Data Survey)*, publicado por NACE (National Association of Corrosion Engineers, Asociación Nacional de Ingenieros en Corrosión), es una buena fuente de información sobre el desempeño o rendimiento de los materiales en medios corrosivos.

862.112 Requerimientos de Recubrimiento

(a) La preparación de superficies deberá ser compatible con el revestimiento a ser aplicado. La superficie de la tubería deberá hallarse libre de material deletéreo, tales como herrumbre, costras, humedad, suciedad, aceites, lacas y barnices. La superficie se deberá inspeccionar para verificar que no hayan irregularidades que pudieran sobresalir a través del recubrimiento. Tales irregularidades se deberán eliminar. Puede obtenerse mayor información en NACE RP-02-75.

(b) Se deberán seleccionar revestimientos adecuados, incluyendo revestimientos de campo para las juntas y parches o tejos de reparación, atendiendo a las condiciones de manejo, despacho, transporte, almacenamiento, instalación, absorción de humedad, temperaturas de operación del ductos, factores ambientales (incluyendo la naturaleza del suelo en contacto con el revestimiento), características de adherencia y resistencia dieléctrica.

(c) El revestimiento deberá ser aplicado de manera que se asegure su efectiva adherencia a la tubería. Se deberá evitar sitios sin revestir, arrugas, puntos sin revestir (holidays) y el atropamiento de gas.

(d) El revestimiento deberá ser inspeccionado visualmente para verificar que no hayan defectos antes de que la tubería sea bajada a la zanja. Los revestimientos de tipo aislamiento en líneas principales y líneas de transporte, se deberán inspeccionar buscando puntos vacíos (sin revestir) o holidays, por medio del método más apropiado. Los defectos de revestimiento o daños que pudieran impedir el control de corrosión efectivo, deberán ser reparados antes de que la tubería se instale en la zanja.

(e) Además de las disposiciones del párrafo 841.222, 841.252 y 841.253, se deberá tener cuidado al manejar, almacenar, e instalar la tubería, para evitar dañar el revestimiento, incluyendo medidas como las que se indican a continuación.

(1) Minimizar el manejo de la tubería revestida. Úsense equipos que sean los que menos dañen al revestimiento; por ejemplo, cinturones o canastillas de sogas en lugar de cables de acero.

(2) Úsense patines acolchados cuando resulte apropiado.

(3) Apílese o almacénese la tubería de manera que se minimice el daño al revestimiento.

862.113 Requerimientos de Protección Catódica. A menos que se pueda demostrar mediante pruebas o experiencia que la protección catódica no se necesita, todas las instalaciones enterradas o sumergidas que lleven revestimientos de tipo de aislamiento, exceptuando las instalaciones armadas con una vida de servicio limitada, deberán protegerse catódicamente, tan pronto como resulte factible después de su instalación. Los reemplazos menores o extensiones, se deberán proteger según lo que indica el párrafo 862.212.

Las instalaciones armadas para una vida de servicio limitada, no se necesitan proteger catódicamente si se puede demostrar que la instalación no experimentará corrosión que la haga perjudicial al público o al medio ambiente. Los sistemas de protección catódica se deberán diseñar para proteger el sistema enterrado o sumergido, en su totalidad. Se considera que una instalación se halla protegido catódicamente, cuando cumple uno o más de los criterios establecidos en el Apéndice K.

862.114 Aislamiento Eléctrico

(a) Todos los sistemas de transporte y distribución revestidos, deberán ser aislado eléctricamente en todas las interconexiones con sistemas ajenos, incluyendo las líneas de combustible de los clientes, exceptuando cuando las estructuras metálicas subterráneas estén conectadas eléctricamente y protegidas catódicamente como una unidad. Los ductos de acero se deberán aislar eléctricamente del hierro fundido, hierro dulce, o ductos de metales no ferrosos y sus componentes. Se deberán efectuar pruebas eléctricas de los sistemas de transporte y distribución para localizar contactos no intencionales con otras estructuras metálicas. Si tales contactos existen, deberán ser corregidos. Véase el párrafo 841.143 donde se dan los requerimientos de holguras o distancias de paso.

(b) En los lugares en que el ducto corra paralelo a líneas eléctricas de transmisión, se deberá prestar atención a:

(1) Investigar la necesidad de proteger las juntas de aislamiento en el ducto, contra voltajes inducidos resultantes de fallas en el suelo y rayos. Tal protección puede lograrse conectando ánodos galvanicos enterrados, con la tubería, cerca de las juntas de aislamiento y/o mediante otros métodos efectivos

(2) efectuando un estudio, en colaboración con la compañía eléctrica, en el que se tomen en cuenta los siguientes factores y se apliquen medidas de corrección o remediación, según resulte apropiado.

(a) la necesidad de mitigar voltajes inducidos de corriente alterna o sus efectos sobre la seguridad del personal durante la construcción y operación del ducto, por medio de diseños adecuados para conectar, proteger o aterrizar los elementos.

(b) la posibilidad de que corrientes inducidas por los rayos o corrientes de falla induzcan voltajes suficientes como para perforar el revestimiento de la tubería o la tubería en sí

(c) posibles efectos adversos en la protección catódica, las comunicaciones, u otras instalaciones electrónicas

(d) los efectos corrosivos de sistemas de potencia de corriente continua de alto voltaje (high voltage direct current, HVDC).

(3) Obtener mayor información de NACE RP-01-77 y EPRI EL-3106.

862.115 Conexiones Eléctricas y Puntos de Monitoreo

(a) Exceptuando los ductos costa fuera. Se deberán instalar suficientes puntos de control para demostrar la efectividad del control de corrosión o la necesidad de protección catódica. (Véase el Capítulo VIII donde hay disposiciones especiales para Ductos costa fuera.)

(b) Se deberá prestar especial atención a la forma de instalación de los terminales eléctricos usados para el control de corrosión o para pruebas, de manera que se eviten concentraciones de esfuerzos perjudiciales en el punto de unión con el tubo. Los métodos aceptables, incluyen aunque no quedan limitados a los siguientes:

(1) terminales eléctricos unidos directamente a la tubería o mediante el proceso de soldadura térmica usando polvo de óxido de cobre y aluminio. El tamaño de la carga de soldadura térmica no deberá sobrepasar el de un cartucho de 15 g.

(2) unión de los terminales eléctricos directamente a la tubería mediante el uso de soldadura blanda u otros materiales que no implican temperaturas que exceden aquellas que se usan en la soldadura blanda.

(c) Toda tubería que tiene proyecciones en forma de varillas, para la conexión de terminales eléctricos y todos los alambres de terminales eléctricos con forma de barra, deberán ser protegidos mediante material de aislamiento compatible con el revestimiento existente.

862.115 Interferencia Eléctrica

(a) Los sistemas de protección catódica por corriente impresa, deberán ser diseñados, instalados, y operados de tal manera que se minimicen los efectos adversos de las estructuras metálicas existentes.

(b) Se deberán efectuar pruebas de campo para determinar la interferencia eléctrica adversa de estructuras ajenas, incluyendo instalaciones eléctricas de corriente continua. Los efectos deberán ser

mitigados mediante medios tales como conexiones de control, protección catódica complementaria, revestimientos protectores y dispositivos de aislamiento.

852.117 Tuberías de Revestimiento o Camisas (Casing). Se deberá evitar en lo posible el uso de revestimientos metálicos, desde el punto de vista del control de corrosión. Se reconoce, sin embargo, que frecuentemente se requiere la instalación de revestimiento metálico para facilitar la construcción, y como un método económico de proteger los ductos existentes, para proveer protección estructural contra cargas pesadas y/o de impacto, para facilitar el reemplazo según lo requieran las instituciones gubernamentales o a petición del propietario de la tierra o cedente del permiso, y por otras razones. Cuando se utilice revestimiento metálico, se deberá tener cuidado de que el revestimiento de la tubería portadora no se dañe durante la instalación. La tubería portadora deberá de aislarse de la tubería de revestimiento exterior, y los extremos de la tubería de revestimiento, deberán sellarse con un material durable para minimizar la acumulación de sólidos y líquidos en el espacio anular. Se deberá prestar especial atención a los extremos de la tubería de revestimiento para evitar el corte eléctrico debido al movimiento y asentamiento del relleno. Cuando no se haya alcanzado el aislamiento eléctrico, se deberá tomar acción para corregir la condición o mitigar la corrosión dentro del revestimiento, mediante la protección catódica complementaria localizada, la instalación de un material inhibido de alta resistividad en el espacio anular, u otros medios efectivos.

852.12 Protección Atmosférica

(a) Las instalaciones expuestas a la atmósfera, se deberán proteger contra la corrosión externa mediante un revestimiento adecuado o una camisa.

(b) La superficie a revestir deberá hallarse libre de materiales deletéreos, tales como herrumbre, costras, humedad, suciedad, aceite, laca y barniz. La preparación de superficies deberá ser compatible con el revestimiento o camisa a ser aplicada.

(c) El revestimiento o camisa seleccionada deberá poseer características que provean una protección adecuada del medio ambiente. Los revestimientos y camisas deberán cubrir completamente la estructura expuesta y deberán ser aplicados en conformidad con las especificaciones establecidas o las recomendaciones del fabricante.

(d) Se deberá prestar especial atención a las superficies cercanas a la línea de tierra o en una zona de chapoteo.

863.13 Otros Materiales. Cuando la experiencia o la investigación indiquen que el ambiente en el cual se va a instalar un tubo o un componente, es notablemente

corrosivo, se deberán considerar los siguientes aspectos:

- (a) la geometría de los materiales y los componentes, deberá ser diseñada para resistir la corrosión perjudicial
- (b) un revestimiento adecuado
- (c) protección catódica

862.2 Instalaciones Existentes

Se deberán establecer procedimientos para evaluar la necesidad de la efectividad de un programa de control de corrosión. Se deberán tomar acciones correctivas apropiadas, acorde con las condiciones que se hallen. Los procedimientos y acciones, deberán incluir, aunque no se deberán limitar a los ítems señalados en los párrafos 862.21 hasta 862.25.

862.21 Instalaciones de Acero Enterradas

862.211 Evaluación

(a) Los registros disponibles como un resultado de los estudios y el trabajo normal de mantenimiento en conformidad con los párrafos 852.2 y 852.6, se deberán revisar continuamente verificando si hay evidencia de corrosión continua.

(b) Pueden usarse los métodos de estudios eléctricos, como una indicación de áreas sospechosas de corrosión donde las condiciones de superficie permitan mediciones suficientemente precisas. Tales estudios son más efectivos en ambientes no urbanos. Los métodos comunes de estudios eléctricos, incluyen los siguientes:

- (1) potencial de tubo- a- suelo
 - (2) potenciales de superficie (célula a célula)
 - (3) mediciones de la resistividad del suelo normal
- (c) La efectividad continua de un sistema de protección catódica se deberá monitorear en conformidad con el párrafo 862.217.

862.212 Medidas Correctivas

(a) Si mediante la evaluación efectuada siguiendo las párrafos 862.211 ú 862.217(d), se descubre que la corrosión continuada, a menos que se la controle, da por resultado una condición que sea perjudicial a la seguridad pública o la de los empelados, se deberán tomar medidas correctivas apropiadas para mitigar mayor avance de la corrosión en el sistema o segmento de tubería. Lasa medidas correctivas se deberán seguir aplicando mientras se requiera para mantener un sistema de operación segura. Las medidas correctivas apropiadas, podrán incluir las siguientes:

- (1) disposiciones para una operación apropiada y continua de instalaciones de protección catódica
- (2) aplicación de revestimientos protectores
- (3) instalación de ánodo(s) galvánico(s)
- (4) aplicaciones de corriente impresa
- (5) aislamiento eléctrico
- (6) control de corriente parásita

- (7) otras medidas efectivas
- (8) cualquier combinación de las anteriores
- (b) Donde la experiencia o las pruebas indiquen que los métodos de mitigación de líneas arriba no controlarán la corrosión continua a un nivel aceptable, el segmento deberá ser reacondicionado o reemplazado y protegido adecuadamente.

862.213 Reparación de Tubería Corroída.

Si el avance de la corrosión ha reducido la resistencia de una instalación por debajo de su máxima presión admisible de operación, la porción deberá ser reparada, reacondicionada, o reemplazada, o la presión de operación se deberá reducir, en proporción con la resistencia remanente de la tubería corroída. Para ductos de acero que operen a un 40% o mayor de la mínima tensión de fluencia especificada, la resistencia remanente de la tubería corroída, podrá determinarse de acuerdo con el Apéndice L. Para obtener información de respaldo referente al apéndice L, hágase referencia a ANSI/ASME B31G, titulado *Manual para Determinar la Resistencia Remanente de Ductos Corroídos*.

862.214 Criterios de Protección Catódica

- (a) Se considera que una instalación está catódicamente protegida cuando cumple con uno o más de los criterios establecidos en el Apéndice K.
- (b) No se tiene el propósito de que la protección catódica se limite a estos criterios, si es que se puede demostrar por otros medios que se ha logrado el adecuado control de la corrosión.

862.215 Interferencia Eléctrica

- (a) La interferencia eléctrica adversa de o hacia estructuras extrañas, según se determine mediante pruebas de campo, deberá ser mitigada.
- (b) Las instalaciones para mitigar la interferencia eléctrica deberán ser monitoreadas periódicamente.

862.216 Examen de Elementos expuestos

- (a) Toda vez que una instalación enterrada se exponga durante las actividades del mantenimiento normal o la construcción, se deberá efectuar una inspección visual de la condición del revestimiento y/o de la superficie metálica, si es que se halla expuesta.
- (b) El grado de cualquier corrosión, se deberá evaluar de acuerdo con el párrafo 862.213.

862.217 Operación y Mantenimiento de un Sistema de Protección Catódica

- (a) Se deberán efectuar inspecciones, según se requiera, para mantener en operación continua y efectiva el sistema de protección catódica.
- (b) Se deberán efectuar pruebas eléctricas periódicamente, para determinar que el sistema de tuberías esté protegido en conformidad con los criterios aplicables.
- (c) El tipo, frecuencia y ubicación de las inspecciones y pruebas, deberá ser adecuado a

establecer con razonable precisión, el grado de protección que se provea al sistema de tuberías. La frecuencia deberá ser establecida mediante la consideración de los ítems incluyendo aunque no limitándose a los siguientes:

- (1) condición de la tubería
- (2) método de protección catódica
- (3) corrosividad del ambiente
- (4) probabilidad de pérdida o interrupción de la protección
- (5) experiencia de operación, incluyendo inspecciones e investigaciones de fugas
- (6) vida proyectada de la instalación de protección catódica
- (7) seguridad del público y los empleados
- (d) Cuando las pruebas o los estudios indiquen que no existe el grado apropiado de protección, se deberán aplicar medidas correctivas adecuadas.

862.218 Tuberías de Revestimiento

(Camisas). El aislamiento eléctrico de los ductos y líneas principales protegidos catódicamente de las tuberías de revestimiento o camisas que son parte del sistema subterráneo, se deberán mantener como necesarias para asegurar la efectividad de la protección catódica. Las mediciones e inspecciones eléctricas, se deberán efectuar según sea necesario para proveer evidencia oportuna de cortes, que afectarían adversamente la protección catódica. Si existe evidencia de cortes entre la tubería portadora y el casing o tubería de revestimiento, que haga inefectiva la protección catódica del ducto o línea principal, o si se halla evidencia de corrosión en la tubería portadora dentro de la camisa, se deberán tomar medidas de remediación, según sea necesario para corregir la condición o minimizar la corrosión dentro del casing.

862.22 Elementos Enterrados de Hierro Fundido, Hierro Forjado y Hierro Dúctil

862.221 Evaluación. Los registros disponibles como resultado de los estudios de fugas y el trabajo normal de mantenimiento en conformidad con los párrafos 852.2 y 852.6, se deberán revisar rutinariamente para determinar las condiciones de la tubería. Se deberán tomar las medidas correctivas apropiadas en conformidad con el párrafo 862.222 si es que la revisión indicada revelara que existe una condición que pudiera afectar la seguridad del público o los empleados. El diámetro de la tubería, la presión de operación, el terreno, las construcciones subterráneas recientes, la proximidad y número de otras instalaciones subterráneas y edificios, y la condición de la tubería, deberían ser tomadas en consideración para determinar la presencia de tal condición.

862.222 Medidas Correctivas. La magnitud del problema dictará las medidas correctivas que se

deban considerar. Éstas podrían incluir, aunque no limitarse a las siguientes:

- (a) reparación de la tubería
- (b) reemplazo de la tubería
- (c) refuerzo de la tubería y/o sus soportes
- (d) reducción de la presión

862.223 Instalación de Conexiones Eléctricas

(a) Las conexiones eléctricas podrán efectuarse directamente a la tubería de hierro fundido o dulce, mediante el proceso de soldadura térmica usando óxido de cobre y polvo de aluminio. El tamaño de la carga del polvo de soldadura no deberá exceder el de un cartucho de 32 gramos.

(b) Toda la tubería que se haya desnudado para conexiones de terminales eléctricos de prueba, deberá ser protegida con material aislante de la electricidad, compatible con el revestimiento existente.

862.224 Interferencia Eléctrica

(a) Si se usa un sistema de protección catódica de tipo de corriente impresa, los ánodos se deberán ubicar de manera que puedan mitigar los efectos adversos de las estructuras metálicas existentes.

(b) Las interferencias eléctricas adversas provenientes de estructuras extrañas o ajenas, según se determinen por pruebas de campo, deberán ser mitigadas.

862.23 Requerimientos para las Instalaciones de Hierro Fundido y Hierro Dúctil Expuestas a la Atmósfera. La tubería de hierro fundido y de hierro dulce, deberá ser adecuadamente protegida en áreas donde pudiera ocurrir una corrosión atmosférica severa.

862.24 Otros Materiales Metálicos. Cuando se halle que un metal no ferroso o el componente de una aleación ferrosa se haya corroído hasta el punto ñeque pudiera afectar la seguridad del público o de los empleados, deberá ser reacondicionado en conformidad con el párrafo 862.13, o reemplazado. El reemplazo, deberá cumplir con alguno de los siguientes criterios:

(a) deberá estar construído con otros materiales ú otra geometría, diseñada para la vida remanente de la instalación original.

(b) deberá estar protegido católicamente, o de alguna otra manera

862.25 Corrosión Atmosférica. Las instalaciones expuestas a l atmósfera, deberán ser inspeccionadas periódicamente para revisar si hay indicaciones de corrosión superficial. En los lugares en que esté ocurriendo la corrosión hasta el punto que la seguridad del público o los empleados pueda ser afectada, la instalación deberá ser reacondicionada en conformidad con el párrafo 862.12, o reemplazada. Se deberá dar particular atención a las superficies que se hallen cercas a la línea de tierra.

863 CONTROL DE LA CORROSIÓN INTERNA

863.1 General

Cuando se transporte gas corrosivo, se deberán tomar disposiciones para proteger el sistema de tuberías de la corrosión perjudicial. El gas que contenga agua libre bajo la condición en la cual se transportará, se deberá asumir que es corrosivo, a menos que se h ay comprobado que no es corrosivo mediante pruebas reconocidas o por la experiencia.

863.2 Instalaciones Nuevas

Cuando se diseñe un sistema de ductos nuevo o uno de reemplazo, ducto o se hagan adiciones o modificaciones a los sistemas existentes, se deberá considerar tomar medidas para evitar y/o inhibir la corrosión interna. Para preservar la integridad y la eficiencia del ducto en el cual se conoce o se anticipa que se transportará gas corrosivo, se deberán incluir los siguientes factores en el diseño y construcción, ya sea separadamente o en combinación:

(a) Cuando se vaya a usar revestimiento interno para proteger un sistema de ductos

(1) el revestimiento deberá cumplir las especificaciones de calidad, y el espesor mínimo de película seca deberá establecerse para proteger la instalación del medio corrosivo que se tenga, sobre la base del tipo y métodos de aplicación

(2) los revestimientos aplicados se deberán inspeccionar en conformidad con las especificaciones establecidas o la práctica aceptada

(3) se deberán tomar previsiones para evitar la corrosión de las juntas o uniones, tales como la limpieza y nuevo recubrimiento con revestimiento o el uso continuado de un inhibidor adecuado cuando se unan componentes revestidos u otros componentes mediante soldadura u otros métodos para dejar el metal original expuesto.

(4) los tipos de revestimiento y las herramientas de picado utilizadas, se deberán evaluar y escoger para evitar daño al revestimiento interno, si es que se tienen que pasar chanchos o esferas por el interior del ducto.

(b) Cuando se vaya a usar un inhibidor de corrosión, como un aditivo al flujo de gas:

(1) el equipo para l a sujeción, transferencia e inyección del inhibidor dentro de la corriente o flujo, deberá ser incluido en el diseño

(2) la operación del programa de inyección, deberá ser una parte de la planificación

(3) se deberá proveer suficientes sujeciones para cupones u otros equipo de monitoreo, para permitir un programa continuo de evaluaciones

(4) el inhibidor de corrosión seleccionado, deberá ser de un tipo que no cause el deterioro de ninguno de los componentes del sistema de tuberías.

(c) Cuando se planifica utilizar un sistema de chancero de los ductos:

(1) se deberán proveer trampas para los chanchos limpiadores y/o esferas

(2) las secciones de ducto a ser recorridas por chanchos o esferas, se deberán diseñar de manera que se eviten daños a los chanchos, esferas, tubería o accesorios durante las operaciones con los primeros.

(3) la tubería para los chanchos o esferas, deberá estar diseñada para guiar la herramienta y los materiales que ellas impulsan, de manera efectiva y segura

(4) se deberán tomar medidas para la acumulación y manejo efectivo de materiales líquidos o sólidos que se eliminan del ducto mediante chanchos o esferas.

(d) Cuando se utilicen cupones de corrosión, sondas de corrosión y/o carretes de prueba:

(1) se deberán instalar cupones de corrosión, sondas de corrosión o carretes de prueba, donde resulte práctico, en ubicaciones donde exista el mayor potencial de que exista corrosión interna

(2) los cupones de corrosión, sondas de corrosión y carretes de prueba deberán ser diseñados para permitir el paso de chanchos o esferas cuando se instalen en secciones recorridas por los indicados elementos

(e) Cuando se haga tratamiento de gas para reducir su corrosividad:

(1) podrán instalarse separadores y/o equipos de deshidratación

(2) se deberá considerar también equipos para la remoción de otros materiales deletéreos

(f) El material de la tubería y otros materiales expuestos al flujo de gas, deberán resistir la corrosión interna, por lo tanto:

(1) los materiales seleccionados para la tubería y accesorios, deberán ser compatibles con los componentes del gas, los líquidos acarreados por el gas, y unos con otros. Una buena fuente de información sobre el desempeño y rendimiento de los materiales es el *Estudio de Información de Corrosión*, publicado por NACE.

(2) Donde se usen tuberías y componentes de plástico, no ferrosos, o tubería de acero de aleación para evitar o controlar la corrosión interna, se deberá determinar que tales materiales sean efectivos bajo las condiciones encontradas. (Véase en los párrafos 842.611(b) y 849.61, las limitaciones que tiene el cobre.)

(3) los efectos de erosión- corrosión debidos a partículas de alta velocidad, en puntos probables de turbulencia y choque, deberán ser minimizados mediante el uso de materiales resistente a la erosión, espesor de pared incrementado, diseño o configuración de flujo y tamaño o dimensiones de la tubería y los accesorios.

El programa de control de corrosión interna para un ducto, deberá incluir, aunque no deberá quedar limitado a los siguientes elementos:

(a) El establecimiento y evaluación de un programa para la detección, prevención o mitigación de la corrosión interna perjudicial, el mismo que debería incluir lo siguiente:

(1) Se deberán revisar los registros de fugas y reparaciones del ducto, buscando la indicación de los efectos de la corrosión interna.

(2) Cuando cualquier parte del ducto se retire, y la superficie interna quede accesible para inspeccionarla, se la deberá examinar visualmente y evaluar la corrosión interna.

(3) Si se descubren evidencias de corrosión interna, el gas se deberá analizar para determinar los tipos y concentraciones de cualquier agente corrosivo.

(4) Los líquidos o sólidos extraídos del ducto mediante chancos, drenaje o limpieza, se deberían analizar según sea necesario para determinar la presencia de materiales corrosivos y evidencia de productos corrosivos.

(b) Donde se haya determinado que esté tomando lugar la corrosión interna, la cual pueda afectar la seguridad pública y la de los empleados, se deberán aplicar una o más de las siguientes medidas protectoras o correctivas, para controlar la corrosión interna perjudicial:

(1) Se deberá aplicar un inhibidor de corrosión efectivo, de manera y en cantidad suficiente para proteger todas las porciones afectadas de los sistemas de tuberías.

(2) Los agentes de corrosión deberán ser eliminados por métodos reconocidos, tales como el gas ácido o plantas de tratamiento por deshidratación.

(3) Se deberán añadir accesorios para la remoción de agua en los puntos bajos, o la tubería deberá ser posicionada para rehuir las capacidades de los sumideros.

(4) Bajo ciertas circunstancias, la aplicación de un revestimiento interno adecuado, podrá resultar efectivo.

(c) Las medidas de control de corrosión interna deberán ser evaluadas mediante un programa de inspección y monitoreo, incluyendo, aunque no limitándose a los siguientes:

(1) el inhibidor y el sistema de inyección de inhibidor, se deberán revisar periódicamente

(2) Los cupones de corrosión y los carretes de prueba, se deberán remover y evaluar a intervalos periódicos

(3) Se deberán revisar manualmente las sondas de corrosión con intervalos, o se los debe monitorear continuamente o intermitentemente y / o registradas, para evaluar el control de la corrosión interna del ducto.

(4) Se deberá llevar y mantener un registro de las condiciones internas de la tubería, de las fugas y reparaciones causadas por la corrosión, y de las cantidades de gas, líquidos y sólidos y su corrosividad,

863.3 Instalaciones Existentes

los mismos que se usarán como una base para realizar cambios en el programa de chancado, programa de inhibición, o instalaciones de tratamiento de gas.

(5) Cuando el tubo no esté cubierto, o se tenga tubería expuesta donde se pudiera anticipar la existencia de corrosión interna, la medición o el monitoreo del espesor de la pared, ayudarán a evaluar la corrosión interna.

(6) Cuando las inspecciones, observación o el análisis de registros indiquen que la corrosión interna está tomando lugar a un grado en que pudiera ser perjudicial a la seguridad pública o la de los empleados, la porción del sistema deberá ser reparada o reacondicionada, y se deberán tomar medidas adecuadas para mitigar la corrosión interna.

864 DUCTOS EN AMBIENTES ÁRTICOS

864.1 General

Se deberá prestar especial atención a los requerimientos de control de corrosión de ductos enterrados y otras estructuras instaladas en ambientes árticos, particularmente en la zona de permafrost o capa de suelo permanentemente congelada. Para los ductos que se hallen en contacto con tierra congelada, la tasa de corrosión se reduce, debido a la resistividad sumamente alta del suelo y baja movilidad iónica, aunque nunca llega a cero. Puede ocurrir un grado significativo de corrosión, en las inclusiones no congeladas, en permafrost discontinuo o áreas de deshielo, tales como las que pudieran ocurrir en la cercanía de ríos, lagos, arroyos o secciones de ducto donde la temperatura de superficie esté por encima del punto de congelamiento del ambiente. La protección catódica en áreas localizadas de deshielo podría ser más difícil debido al aislamiento de las corrientes de protección catódica por el suelo congelado que rodea al ducto. Se pueden sufrir otros efectos perjudiciales causados por los deshielos estacionales que aumentan la actividad biológica y bacteriana, en las zonas que no están congeladas permanentemente o en la “capa de actividad” por encima de la capa de permafrost. Las instalaciones de gasoductos instaladas en ambientes árticos, deberá estar revestidos y protegidos catódicamente de la misma forma en que se protegen los ductos en zonas templadas, y se debe dar la misma atención a la necesidad de brindar protección contra la corrosión interna y atmosférica, excepto lo que se indique específicamente en la presente sección.

864.2 Requerimientos de Revestimiento Externo

864.31 Criterios. Los criterios para la protección catódica, deberán ser los mismos que los de gasoductos en ambientes templados. Debido a que normalmente se requieren mayores voltajes de impulso en los suelos congelados, el voltaje impreso a través del revestimiento deberá ser limitado, de manera que el revestimiento no quede sometido a daño debido a un

sobre- voltaje catódico o a una densidad de corriente excesiva.

864.32 Instalaciones de Corriente Impresa

(a) Se deberán usar instalaciones de corriente impresa en los ductos que yaczan en suelos permanentemente congelados, especialmente donde el gas es enfriado para evitar el descongelamiento del suelo. Tales instalaciones son capaces de proveer el voltaje de impulso más alto necesario para vencer la mayor resistividad del suelo congelado. Pueden instalarse en las estaciones de compresión u otras facilidades donde se tenga disponible corriente eléctrica y se asegure el acceso para el ajuste y mantenimiento. Los efectos de las variaciones estacionales en la resistividad del suelo, se deberán compensar mediante el uso de rectificadores de potencial constante o mediante ajustes manuales.

(b) Los lechos de ánodos de corriente impresa, se deberán instalar dondequiera que sea factible, a una distancia suficiente desde el ducto u otras estructuras subterráneas, para lograr la máxima difusión a lo largo del ducto y para reducir el potencial pico en el ducto.

(c) Los lechos de ánodos se deberán instalar, donde sea práctico, debajo del nivel de congelamiento permanente o en otras ubicaciones no congeladas, tales como un arroyo o un lago, para lograr mejor distribución de la corriente catódica. En los sitios en que los ánodos tengan que instalarse en suelo permanentemente congelado, se deberá incrementar el volumen de material de relleno para reducir la resistencia efectiva entre el ánodo y el suelo que le rodea.

(d) Las instalaciones de corriente impresa que utilice lechos de ánodos distribuidos o profundos, se deberán usar para proteger las instalaciones de la estación que se hallen enteradas y las pilas metálicas que se usan para soporte de instalaciones de la planta que estén por encima del nivel del suelo. Las pilas y cualesquiera otras instalaciones metálicas subterráneas adyacentes, se deberán conectar eléctricamente, para evitar la interferencia perjudicial.

864.33 Instalaciones de Ánodos Galvánicos.

Los ánodos galvánicos (empacados o en cinta) se pueden necesitar en los ductos con suelos permanentemente congelados, para complementar las instalaciones de corriente impresa en áreas localizadas de descongelamiento. De esta manera se provee protección catódica localizada a aquellas secciones de tubería que pudieran estar aisladas por la resistividad sumamente alta de los suelos circundantes.

864.4 Monitoreo

Se deberá considerar la instalación de espacios de medición de corriente calibrada, además de los puntos de prueba normales. Los mismos se deberán instalar a intervalos suficientes, como para evaluar la distribución de la corriente a lo largo del ducto protegido y los efectos de las corrientes telúricas prevalecientes en las

regiones polares. Estos espacios proveen también puntos de contacto para las indicaciones de medición de posibles daños del revestimiento debidos a las tensiones inducidas en un ambiente congelado.

864.5 Control de la Corrosión Interna

En los casos en que se enfría el flujo de gas para evitar el descongelamiento de la tierra alrededor del ducto, normalmente no se tendrá suficiente agua libre en el gas para provocar corrosión interna en la presencia de contaminantes, tales como los compuestos de azufre o el CO₂. Sin embargo, si es que se anticipa que vayan a estar presentes en el ducto agua libre o soluciones de agua / alcohol, junto con contaminantes potencialmente corrosivos, se deberá tomar las medidas correctivas adecuadas señaladas en el párrafo 863.

865 DUCTOS EN SERVICIO DE ALTAS TEMPERATURAS

865.1 General

Se debe prestar especial atención a los requerimientos de control de corrosión de ductos y otras instalaciones en servicio de alta temperatura (por encima de los 150 °F). Las altas temperaturas tienden a disminuir la resistividad de los ambientes de ductos enterrados o sumergidos y aumentar la reacción electroquímica de corrosión, como un resultado de la actividad iónica o molecular aceleradas. Las temperaturas elevadas ocurren típicamente aguas debajo de las estaciones de compresión, o en los sistemas de recolección.

865.2 Requerimientos de Revestimiento Externo

Se deberán seleccionar los revestimientos sobre la base de los requerimientos particulares de las instalaciones del ducto en servicio de alta temperatura. Entre éstos se incluyen la resistencia al daño por el suelo o tensiones secundarias, compatibilidad con cualquier protección catódica aplicada, y particularmente, resistencia al degradación térmica. En ambientes rocosos, el uso de una envoltura exterior protectora, relleno seleccionado, u otras medidas adecuadas, se deberán considerar para minimizar los daños físicos.

865.3 Instalaciones de Protección Catódica

865.31 Criterios. Los criterios para la protección catódica deberán ser los mismos que los del servicio de temperatura normal, excepto que se deberán reconocer los efectos de la resistividad disminuida y los requerimientos incrementados de corriente catódica de protección en el servicio de altas temperaturas en cualquier componente de IR de la medición del potencial de tubería- a- suelo. También se deberán considerar los efectos de una posible despolarización debida a la operación a alta temperatura.

865.32 Ánodos Galvánicos. Se deberá tomar en cuenta el impacto sobre el desempeño de ánodos galvánicos próximos (especialmente el tipo de brazaete o de cinta) sujetos a elevadas temperaturas debido a la proximidad a un dicto caliente. Las altas temperaturas tienden a incrementar la salida de corriente y la velocidad de degradación de la mayor parte de materiales de ánodo. Algunos materiales de ánodo pueden convertirse más nobles que el acero a temperaturas por encima de 140 °F en ciertos electrolitos. Los ánodos de zinc que contengan aluminio son también susceptibles a la corrosión intergranular a temperaturas por encima de los 120 °F.

865.4 Control de Corrosión Interna

Cuando un gas o una mezcla de gases y líquidos o sólidos que se conoce o se anticipa que serán corrosivos, se transporte a temperaturas elevadas, se deberá prestar especial atención a la identificación y mitigación de una posible corrosión interna. Tales medidas son necesarias, debido a que las velocidades de la reacción de corrosión se incrementan con las temperaturas elevadas y no son estables. En el párrafo 863 se dan medidas apropiadas de mitigación y monitoreo.

866 CORROSIÓN POR TENSIÓN Y OTROS FENÓMENOS

La corrosión inducida por el medio ambiente, y otros fenómenos relacionados con la corrosión, incluyendo el agrietamiento por tensión de corrosión, fatiga de corrosión, agrietamiento por tensión de hidrógeno y fragilidad causada por hidrógeno, han sido identificadas como causas de falla de ductos. Se ha adquirido ya una considerable cantidad de conocimientos e información sobre éstos fenómenos, los mismos que se han coordinado. Sin embargo la investigación continúa en cuanto a sus causas y prevención. Las compañías operadoras deberán estar alertas a la evidencia de dichos fenómenos durante todas las inspecciones de tubería y en otras oportunidades parecidas. Donde se hallen evidencia de tales eventos, se les deberá prestar atención en todas las investigaciones de falla de ductos. Las compañías operadoras deberán conseguir la última tecnología disponible sobre el tema y / o consultar con expertos que tengan buen conocimiento de la materia.

El presente párrafo tiene que limitarse a declaraciones generales en lugar de establecer límites específicos con respecto a la corrosión por tensión. La corrosión por tensión es al momento un tema de programas de investigación; sin embargo el proyectista de un ducto de transporte y las compañías operadoras, tendrán a su disposición información más específica en el futuro. Mientras tanto, el presente Código sugiere que el usuario se base en el estado actual de la tecnología. Los niveles de corriente de protección catódica, la calidad de la preparación de superficie de la

tubería y el recubrimiento, las temperaturas de operación, niveles de tensión y condiciones del suelo, se deberán tomar en cuenta en el diseño y operación del ducto.

867 REGISTROS

(a) Se deberán llevar y mantener registros que indiquen la tubería protegida católicamente, las

instalaciones de protección catódica, y otras estructuras afectadas por o que afecten el sistema de protección catódica.

(b) Se deberán mantener registro de todas las pruebas, estudios, resultados de inspecciones, fugas, etc., necesarias para evaluar la efectividad de las medias de control de corrosión, durante todo el tiempo en que el ducto permanezca en servicio.

CAPÍTULO VII ASPECTOS MISCELÁNEOS

870 ASPECTOS MISCELÁNEOS

871 ODORIZACIÓN

871.1

Cualquier tipo de gas distribuido a los clientes a través de líneas principales o líneas de servicio o destinado para propósitos de uso doméstico en plantas de compresión, que no posea de forma natural un olor distintivo hasta el punto de que su presencia en la atmósfera sea fácilmente detectable en todas las concentraciones de gas de un quinto del límite explosivo inferior y mayores, se deberá odorizar mediante el añadido de cantidades del mismo para hacerlo detectable.

871.11 La odorización no se requiere para;

- (a) el gas en almacenamiento subterráneo u otro tipo de almacenamiento
- (b) gas usado para continuar con procesos o uso donde el odorizador no serviría un propósito útil como agente de advertencia o se constituiría en un perjuicio para el proceso
- (c) gas usado en concesión u operaciones de campo

871.12 Si es que el gas se entrega para usarlo en una de las actividades de excepción indicadas líneas arriba, o actividades tales como la calefacción del ambiente, refrigeración, calentado de agua, combustible de cocina, y otros usos domésticos, o si el gas se usa para brindar calor acondicionamiento de aire para oficinas o habitaciones de alojamiento, el gas se deberá odorizar.

871.2

Cada compañía operadora deberá utilizar equipos de odorización diseñados para el tipo y la velocidad de inyección del odorizante que se esté usando.

871.3

Cada compañía operadora deberá utilizar un odorizador de acuerdo con los siguientes requerimientos:

- (a) El odorizante, cuando se mezcle con el gas en la cantidad especificada, no deberá ser perjudicial a los humanos ni a los materiales presentes en el sistema de gas; no deberá ser soluble en agua a un grado mayor de

2 ½ partes de odorizador por 100 partes de agua en peso.

(b) Los productos de la combustión del odorizador no deberán ser tóxicos a los humanos que respiren aire que contenga los productos de la combustión y no deberá ser corrosivo o perjudicial a los materiales con los cuales los indicados productos de la combustión, entrarían en contacto normalmente.

(c) La combinación del odorizador y el olor del gas deberán proveer un olor distintivo se manera que cuando se tenga gas presente en el aire en una concentración de apenas un 1% en volumen, el olor sea fácilmente detectable por una persona que tenga un sentido del olfato normal.

871.4

Para todos los odorizadores, exceptuando los de tipo mecha o tipo de desvío, u odorizadores similares que sirvan para clientes individuales o para pequeños sistemas de distribución, cada compañía operadora deberá mantener registros que contengan los siguientes ítems:

- (a) el tipo de odorizador introducido al gas
- (b) la cantidad de odorizador inyectada al gas por millón de pies cúbicos.

871.5

Cada compañía operadora deberá efectuar pruebas de concentración de odorizadores en el gas abastecido a través de sus instalaciones, que requiere odorización. Los puntos de prueba deberán estar localizados en una ubicación remota con respecto al equipo odorizador, para proveer información representativa del gas en todos los puntos del sistema.

872 SISTEMAS DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP)

872.1

El gas licuado de petróleo generalmente contiene butano, propano y mezclas de los dos que pueden estar almacenados como líquidos a presiones moderadas (aproximadamente 80 psig hasta 250 psig) a temperatura ambiente.

872.2

El presente Código solamente tiene que ver con ciertos aspectos de seguridad de los gases licuados de

petróleo, cuando se vaporizan y se usan como combustibles gaseosos.

872.3

Todos los requerimientos de ANSI / NFPA 58 y ANSI / NFPA 59 y del presente Código con referencia al diseño, construcción, operación y mantenimiento de las instalaciones de tubería, se deberán aplicar a los sistemas de tubería que lleven butano, propano o mezclas de estos gases.

872.4 Requerimientos de Seguridad Especiales para Sistemas de GLP

872.41 Odorización. Los gases licuados de petróleo, usualmente no son tóxicos, aunque cuando se distribuyen para el uso por parte del consumidor como combustible, en el lugar en que se los utilice, deberán tener un odorizador por motivo de seguridad. En la Sección 871, se dan criterios para la odorización.¹

872.42 Ventilación

(a) Todos los gases licuados de petróleo, son más pesados que el aire, por lo tanto, las estructuras que se hallan por encima del nivel del suelo para alojar reguladores, medidores, etc., deberán tener venteos abiertos cercanos al nivel del suelo. Estos equipos no se deben instalar en pozos o en cámaras subterráneas, exceptuando los casos en que se tomen disposiciones adecuadas para tener ventilación forzada.

(b) Se requiere tener especial cuidado en la ubicación de la descarga de los venteos de la válvula de alivio que suelte GLP a la atmósfera para evitar la acumulación de gases pesados a nivel del suelo o por debajo del mismo.- De igual manera, se necesita tomar precauciones especiales para brindar la ventilación adecuada, al tiempo de realizar excavaciones para la reparación de fugas en un sistema de distribución de GLP subterráneo.

873 DUCTOS EN EL DERECHO DE VIA PRIVADO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA

En los lugares en los cuales el gasoducto corre paralelo a líneas eléctricas que pasan por encima en el mismo derecho de vía, la compañía que opera los ductos, deberá tomar las siguientes precauciones:

873.1

Emplear conexiones para bajar la presión que dirijan el gas alejándolo de los conductores eléctricos.

873.2

Instalar un conductor de unión a través de los puntos donde la línea principal se va a separar y mantener esta conexión, durante el tiempo que el ducto esté separado. La corriente que lleva la capacidad del conductor de unión, deberá ser por lo menos la mitad de la corriente que lleva la capacidad de los conductores de las líneas que pasan por encima. {Véase también el párrafo 862.114(b)}.

¹ Refiérase a ANSI / NFPA 58 y ANSI / NFPA 59.

CAPÍTULO VIII TRANSPORTE DE GAS COSTA FUERA

A800 TRANSPORTE DE GAS COSTA FUERA

A801 GENERAL

El Capítulo VIII tiene que ver solamente con los sistemas de transporte de gas costa fuera, según la definición del párrafo A802.1. Con excepción de las secciones A840 hasta A842, A844 y A847, el presente Capítulo está organizado para guardar un paralelismo con la numeración y el contenido de los primeros seis capítulos del Código. Todas las disposiciones de los primeros seis capítulos del Código, son también requerimientos de este Capítulo, a menos que queden modificadas aquí. El Capítulo VII no es aplicable. Con las excepciones que se hacen notar, las designaciones de párrafos, siguen aquellas de los primeros seis capítulos con el prefijo “A.”

A802 ALCANCE Y PROPÓSITO

A802.1 Alcance

El presente capítulo del Código cubre el diseño, requerimientos de material, fabricación, instalación, inspección, pruebas y aspectos de seguridad de operación y mantenimiento de sistemas de transporte de gas costa fuera. Para el presente Capítulo, los sistemas de transporte de gas de costa fuera, incluyen los ductos de gas costa fuera, los tubos verticales de salida, las estaciones de compresión de gas instaladas costa fuera, estructuras auxiliares de gasoductos, soportes de tubería, conectores y otros componentes tales como los que se describen específicamente, en el presente Código.

A802.2 Propósito

El propósito del presente Capítulo es el de proveer los requerimientos adecuados para el diseño, instalación y operación segura y confiable, de sistemas costa fuera de transporte de gas. Los requerimientos del presente Capítulo, son un complemento de los requerimientos del resto del Código. Por lo tanto, no es la intención del presente Capítulo el que abarque todos los aspectos, y deberán tomarse medidas para cualesquiera consideraciones que no estén específicamente atendidas.

No es el propósito de este Capítulo evitar el desarrollo y aplicación de nuevos equipos y tecnologías. Más bien, se alientan tales actividades mientras las mismas satisfagan los requerimientos de seguridad y confiabilidad del Código.

A803 DEFINICIONES DE TRANSPORTE DE GAS COSTA FUERA

cargas accidentales: cualquier carga no planificada o combinación de cargas causadas por la intervención humana.

acoplamiento separable: un componente introducido en el ducto para permitir que el ducto se separe cuando una carga axial predeterminada se aplica a la unión o acoplamiento.

pandeo: una condición por la cual el ducto ha sufrido suficiente deformación plástica como para causar el encarrujamiento o enroscado permanente de la pared del ducto o deformación transversal excesiva causada por cargas flectoras, axiales, de impacto o de torsión, actuando solas o combinadas con la presión hidrostática.

detenedor de pandeo: un dispositivo conectado a o hecho parte de la tubería, para interrumpir la propagación del pandeo.

detector de pandeo: cualquier medio para detectar abolladuras, ovalización excesiva, o el pandeo del ducto.

pandeo de columna: pandeo de una viga o tubería, bajo carga de compresión axial en la cual las cargas causan una deflexión lateral inestable.

conectores: cualquier componente, exceptuando las bridas, que se use para la unión o conexión mecánica de dos secciones de tubería.

presión hidrostática externa: presión que actúa sobre cualquier superficie externa resultante de la sumersión en agua.

tubería flexible: tubería que:

- (a) se ha fabricado con componentes tanto metálicos como no metálicos
- (b) capaz de permitir grandes deformaciones sin afectar adversamente la integridad de la tubería
- (c) tenga el propósito de constituir una parte integral del sistema permanente de transporte de productos

La tubería flexible no incluye a la tubería de acero sólido, tubería plástica, tubería de plástico reforzada con fibra, mangueras de goma, o tuberías de acero

sólido forradas con revestimientos que no sean de acero o revestimientos aplicados.

soldadura hiperbárica: una soldadura realizada a la presión ambiente hidrostática en una cámara sumergida, de la cual se ha evacuado el agua de las superficies a ser soldadas.

costa fuera: el área más allá de la línea ordinaria de aguas altas a lo largo de la porción de costa que se halla en contacto directo con el mar abierto y más allá de la línea que marca el límite de mar adentro de las aguas costeras de tierra.

tubo de salida de ducto costa fuera: la porción vertical o casi vertical de un ducto costa fuera entre la tubería de la plataforma y el ducto en o debajo del lecho del mar, incluyendo una longitud de tubería de por lo menos cinco diámetros del tubo más allá del codo de fondo, doblez o accesorio. Debido a la amplia variedad de configuraciones, la ubicación exacta de la transición entre el ducto, el tubo de salida y la tubería de plataforma, deberá seleccionarse sobre la base de cada caso en particular.

sistema de ductos costa fuera: todos los componentes de un ducto instalados costa fuera para el transporte de gas diferente a la tubería de producción de la propia instalación. Las mangueras de cargado de los buques tanque o barcasas, no se consideran como parte del sistema de ductos costa fuera.

plataforma costa fuera: cualquier estructura construida por el hombre fija o permanentemente anclada, o islas artificial ubicada costa fuera.

colapso de tubería: deformación aplanante de la tubería, resultante de una pérdida de su resistencia transversal y forma circular, que es causada por la excesiva presión hidrostática externa, actuando sola.

tubería de plataforma: debido a la amplia variedad de configuraciones, la ubicación exacta de la transición entre el (los) tubo(s) de salida del ducto, la tubería de plataforma y la instalación de producción, se deben seleccionar sobre la base de caso por caso.

(a) En las plataformas costas fuera en las que se producen hidrocarburos, la tubería de plataforma consiste en toda la tubería de conducción de gas, accesorios, aditamentos, y componentes que se hallan entre la instalación de producción y el(los) tubo(s) de salida vertical(es). Aquí se incluyen los compresores de gas y la tubería que no es parte de una instalación de producción.

(b) En las plataformas costa fuera en las que no se producen hidrocarburos la tubería de plataforma consiste en toda la tubería de conducción de gas: compresores, accesorios, y componentes entre los tubos de salida de costa fuera del ducto.

pandeo en propagación: una condición de pandeo que avanza rápidamente a lo largo de la tubería, causada por el efecto de la presión hidrostática externa en un pandeo formado previamente, colapso, u otra deformación transversal.

tubo de sacada: un conducto unido a una plataforma costa fuera, a través del cual puede instalarse un tubo de salida vertical (riser).

salida por tubo de sacada: tubo de salida vertical que se instala a través de un tubo de sacada.

intervalo de retorno: intervalo de tiempo promedio entre eventos sucesivos de la ola de diseño que se esté igualando o superando.

licuefacción del suelo: una condición del suelo, causada típicamente por cargas cíclicas dinámicas (por Ej.: fuerza sísmica, olas) en la cual las tensiones de corte efectivas en el suelo, son reducidas a cero, y el suelo muestra las características de un líquido.

zona de chapoteo: el área de un tubo de salida o de otros componentes que está mojada y seca intermitentemente debido a la acción de las olas y de las mareas.

revestimiento pesado: cualquier revestimiento unido a un ducto para aumentar el peso de la tubería.

A811 CALIFICACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPO

No se deberá utilizar tubería no identificada, ni tubería de plástico con refuerzo no metálico, tubería de hierro fundido, ni tubería de hierro dulce, para el transporte de gas natural.

A814 ESPECIFICACIONES DE MATERIAL

A814.1

Los materiales de revestimiento de hormigón para dar peso a la tubería, cemento, agregado y acero de refuerzo) deberán cumplir o sobrepasar las especificaciones o estándares aplicables de ASTM.

La tubería flexible deberá ser fabricada de materiales que cumplan los requerimientos de los estándares aplicables de ASTM o ASME.

A814.2

Además de los requerimientos contenidos en los estándares referenciados, podrían considerarse ciertos otros requerimientos para la tubería y otros componentes usados costa fuera, dependiendo de la profundidad del agua, temperatura del agua, presión interna, composición del producto, temperatura del producto, método de instalación, y/u otras condiciones

de carga. Es así que podrán tomarse en cuenta uno o más de los siguientes factores:

- (a) tolerancia del espesor de pared
- (b) tolerancia del diámetro externo
- (c) fuera de redondez
- (d) máxima resistencia a la tracción y mínima tensión de fluencia
- (e) máximo equivalente de carbón
- (f) resistencia a la fractura (tenacidad)
- (h) prueba hidrostática de la tubería en la fundición y otras pruebas mecánicas

A816 TRANSPORTE DE LA TUBERÍA DE LÍNEA

El transporte por camión u otros vehículos de camino, deberá ser realizado de tal manera que se evite el daño a la tubería. Se deberán tomar precauciones para proteger contra daños, el revestimiento contra corrosión del ducto, los biseles de extremo, y el revestimiento de hormigón para dar peso.

A820 SOLDADURA DE DUCTOS COSTA FUERA

A821 GENERAL

A821.1 Alcance

Esta Sección está dedicada a la soldadura de materiales de acero al carbón que se usan en un ducto dentro de un ambiente de costa fuera. La soldadura que abarca, deberá ser realizada bajo condiciones atmosféricas o hiperbáricas.

A821.2 Procesos de Soldadura

La soldadura puede realizarse por cualquier proceso o combinación de procesos que producen soldaduras que cumplen con los requerimientos de calificación del proceso que tiene el presente Código y que pueden inspeccionarse por medios convencionales.

A821.3 Requerimientos

(a) Antes de efectuar la soldadura atmosférica de cualquier tubo, componentes de tubería o equipos relacionados, se deberán escribir las Especificaciones de Procedimientos de Soldadura, y el procedimiento debe ser calificado o validado. El procedimiento aprobado deberá incluir todos los detalles aplicables de la lista del Estándar API 1104.

(b) Antes de efectuar la soldadura atmosférica de cualquier tubo, componentes de tubería o equipos relacionados, se deberán escribir las Especificaciones de Procedimientos de Soldadura, y el procedimiento debe ser calificado o validado. El procedimiento aprobado deberá incluir todos los detalles aplicables de la lista del Estándar API 1104 y ANSI / AWS D3.6.

(c) Cada soldador u operador de soldadura deberá ser calificado en el procedimiento establecido, antes de que pueda realizar ninguna soldadura de tubos, componentes de tubería o equipos relacionados, instalados en conformidad con el presente Código.

(d) La calificación de los procedimientos de soldadura, así como la calificación de los soldadores y/u operadores de soldadura, serán válidas solamente dentro de los límites especificados del procedimientos de soldadura. Si se efectúan cambios en determinados detalles, llamados “variables esenciales” o “cambios esenciales,” se requerirá una calificación adicional. Las variables esenciales de API 1104 deberán tener precedencia en asuntos no afectados por el medio ambiente subacuático. Los cambios esenciales relacionados con el ambiente de soldadura debajo del agua, y las condiciones de trabajo de la misma, serán los de ANSI / AWS D3.6.

A823 CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS Y DE SOLDADORES

La calificación de procedimientos y soldadores deberá realizarse de acuerdo con los requerimientos del párrafo 823, exceptuando los párrafos 823.1 y 823.2 que no se aplican para costa fuera.

(a) Los procedimientos de soldadura y los soldadores que efectúan soldadura atmosférica bajo la presente sección deberán estar calificados bajo el Estándar de API 11094, exceptuando las aplicaciones en las cuales el diseño, los materiales, la fabricación, inspección y pruebas, se halle en conformidad con el Código BPV, Sección VIII, los procedimientos de soldadura y los soldadote deberán ser calificados según el Código BPV. Sección IX.

(b) Los procedimientos de soldadura y los soldadores que efectúan soldadura hiperbárica bajo la presente sección, deberán ser calificados en conformidad con las disposiciones de prueba del Estándar AAPI 1104, complementada por ANSI / AWS D3.6, Especificaciones de Soldadura Debajo del Agua, para Soldaduras de Tipo “O.”

A825 ALIVIADO DE TENSIONES

Los requerimientos de alivio de tensiones podrán ser desestimados, sin importar el espesor de pared, siempre que se pueda demostrar que se ha desarrollado un sistema de soldadura satisfactorio sin el uso de un tratamiento de calor post- soldadura. Tal demostración deberá ser realizada sobre materiales y bajo condiciones que simulen lo más cercano posible, al soldadura que se producirá en la realidad. Se deberán tomar medidas de las condiciones de tensión, tenacidad y dureza de la soldaduras y de la zona afectada por en calor. No se requerirá el aliviado de tensiones, si es que:

(a) la medición indica que las propiedades metalúrgicas y mecánicas se hallan dentro de los límites especificados para los materiales y el servicio propuestos

(b) se efectúa un análisis de ingeniería para asegurar que las propiedades mecánicas de la soldadura y las tensiones residuales in tratamiento de calor post-

soldadura, son satisfactorios para el servicio propuesto. En algunos casos, se podría requerir la medición de las tensiones residuales.

A826 PRUEBAS DE SOLDADURA E INSPECCIÓN

A826.2 Inspección y Pruebas para el Control de Calidad de Soldaduras en Sistemas de Tubería

A826.21 Alcance de la Inspecciones. Un cien por ciento del número total de soldaduras a tope circunferenciales efectuadas en campo sobre ductos costa fuera deberá ser inspeccionado mediante métodos no destructivos. Si resulta práctico, se hará la inspección de un 90%, aunque en ningún caso deberá ser la inspección menor al 90%. La inspección deberá cubrir el 100% de la longitud de las soldaduras inspeccionadas.

A826.22 Estándar de Aceptabilidad. Todas las soldaduras que sean inspeccionadas deberán cumplir con los estándares de aceptabilidad del Estándar API 1104 o el Código BPV, Sección VIII, según resulte apropiado para el servicio de la soldadura, de otra manera deberá ser apropiadamente reparada y re-inspeccionada o retirada (eliminada).

A826.23 Límites Alternativos de de Aceptación de Fallas. Para las soldaduras circunferenciales en un ducto, se podrán establecer límites alternativos de aceptación, sobre la base del análisis de mecánica de fracturas y criterios de ajuste al propósito, según se los describe en el Estándar de API 1104. Tales estándares alternativos de aceptación, deberán estar respaldados por análisis de tensiones apropiados, requerimientos de pruebas suplementarias para la soldadura e inspecciones no destructivas, que vayan más allá del requerimiento mínimo especificado en este Código. La precisión de las técnicas no destructivas para la medición de la profundidad de las fallas, deberá ser verificada por suficientes datos como para establecer las probabilidades para la tolerancia de la inspección propuesta.

A830 COMPONENTES DEL SISTEMA DE TUBERÍA Y DETALLES DE FABRICACIÓN

A830.1 General

El propósito de la presente Sección es el de establecer un grupo de criterios para que los componentes de un sistema se utilicen en una aplicación costa fuera.

A831 COMPONENTES DEL SISTEMA DE TUBERÍA

No se deberá usar hierro fundido ni hierro dulce en bridas, accesorios o componentes de carcasas de válvulas.

Todos los componentes del sistema de las aplicaciones de costa fuera, deberán ser capaces de resistir bajo condiciones de seguridad las mismas cargas que las de la tubería en la corrida en la cual se hallan incluidos, excepto los “eslabones débiles” (por Ej.: los acoplamientos de separación (break-away couplings) diseñados e incluidos en un sistema para que fallen bajo cargas específicas. Se deberá dar atención a la minimización de concentraciones de tensiones.

Los componentes del sistema que no se hallan específicamente cubiertos por el párrafo 8731, deberán ser validados en cuanto a su aptitud, ya se por:

(a) prueba de prototipos de escala real, de los componentes o conjuntos especiales, ó

(b) un historial de uso exitoso de estos componentes o conjuntos especiales producidos por el mismo método de diseño. Deberá tenerse cuidado con cualquier nueva aplicación de diseños existentes para asegurarse la aptitud para el servicio propuesto.

A832 DILATACIÓN Y FLEXIBILIDAD

Los cálculos de dilatación y contracción térmica deberán tomar en cuenta el diferencial de temperatura entre la temperatura del material durante las operaciones y la temperatura del material durante la instalación.

A834 SOPORTES Y ANCLAJES PARA LA TUBERÍA EXPUESTA

Los soportes y anclajes para la tubería de plataforma y los tubos de salida, se deberán conformar con los requerimientos del párrafo 834, exceptuando que no se deberá soldar directamente a la tubería, ningún aditamento, que no sea un miembro que rodee circularmente a la tubería. (Besad el párrafo A824.27.)

A835 ANCLAJE PARA TUBERÍA ENTERRADA

Los cálculos de la dilatación y contracción térmica, deberán tomar en cuenta los efectos del material de relleno, completamente saturado encerrado en el suelo.

Cuando un ducto sumergido vaya a ser tendido cruzando por encima de una zona de falla geológica, o en un área proclive a los movimientos sísmicos, don resulte posible que ocurran nuevas fallas, se deberá dar consideración a la necesidad de aplicar flexibilidad en el sistema de ductos y sus componentes para minimizar la posibilidad de daños causados por la actividad sísmica.

Los requerimientos del párrafo 835.51 para las conexiones de cabecera y conexiones de ramales, no son aplicables a sistemas de ductos costa fuera sumergidos. Un medio apropiado de evitar las tensiones

indebidas en las conexiones de tubería sumergidas de elementos costa fuera, es la de proveer adecuada flexibilidad en las conexiones de ramales sobre el lecho marino.

A840 DISEÑO, INSTALACIÓN Y PRUEBAS

A840.1 Disposiciones generales

El diseño, instalación y ejecución de pruebas de los sistemas costa fuera de transporte de gas, deberán hallarse en conformidad con el Capítulo VIII. Asimismo, las disposiciones del Capítulo VI que dependen de la clase de localidad y tipo de construcción, no se aplican a los sistemas de transporte de gas costa fuera, exceptuando los ductos costa fuera que estén próximos a las áreas de la línea de la costa, y que se hayan probado de manera consistente con las disposiciones de clase de localidad, según determina el párrafo A840.2.

A840.2 Aproximación a la Línea de Costa

Los ductos costa fuera que se aproximen a la zona de línea de costa, deberán ser diseñados adicionalmente y deberán ser probados consistentemente, con las disposiciones de clase de localidad según se determina en la sección 840, con la excepción de:

(a) los ductos costa fuera en Localidades de Clases 3 y 4 podrán alternativamente ser probadas hidrostáticamente a una presión no mejor a 1.25 veces la máxima presión de operación, mientras las disposiciones de la sección A826 se cumplan.

(b) para los ductos de costa fuera, las disposiciones de la sección A847, reemplazan al párrafo 841.32.

A841 CONSIDERACIONES DE DISEÑO

A841.1 Condiciones de Diseño

Una cantidad de parámetros físicos, a los que a partir de ahora llamaremos condiciones de diseño, gobiernan el diseño del sistema de ductos costa fuera, de manera que cumpla con los requerimientos de de instalación, operación y otros requerimientos de post- instalación. Algunos de los factores que pudieran influenciar la seguridad y confiabilidad de un ducto costa fuera y el tubo vertical de salida, incluyen:

- (a) olas
- (b) corriente
- (c) suelos marinos
- (d) viento
- (e) hielo
- (f) actividad sísmica
- (g) movimiento de la plataforma
- (h) temperatura
- (i) presión
- (j) profundidad del agua
- (k) asentamiento de apoyos
- (l) cargas accidentales
- (m) actividad naval comercial

(n) actividades de pesca/ extracción de camarones
El diseño de ductos costa fuera, a menudo queda controlado por las actividades de instalación más que por las condiciones de la carga operativa.

A841.2 Consideraciones del Diseño de las Instalaciones

El diseño de un sistema de ductos costa fuera, adecuado para una instalación bajo condiciones de seguridad y el desarrollo de los procedimientos de construcción de ductos costa fuera, deberán estar basados en la consideración de los parámetros de la lista de los párrafos A841.21 hasta A841.25. Estos parámetros deben ser considerados hasta el punto de que son significativos para el sistema propuesto, y aplicables al método de instalación que se esté considerando.

A841.21 Peso. Se deberá tomar en consideración el efecto de los pesos de la tubería o los del conjunto armado del ducto (en el aire o sumergidos en el agua) sobre las tensiones y esfuerzos de la instalación. También deberán tomarse en cuenta la variabilidad debida al revestimiento de hormigón para dar peso, las tolerancias de fabricación y la absorción de agua.

A841.22 Perfil. Se deben tomar en consideración las variaciones de la profundidad del agua a lo largo de la ruta del ducto. Se deberá incluir el efecto de las olas en ubicaciones donde tales variaciones constituyan una fracción significativa de la profundidad del agua. Se deberán tener en cuenta la pendiente del fondo, las obstrucciones o irregularidades que afecten las tensiones de instalación.

A841.23 Cargas del Medio Ambiente. Las fuerzas locales del medio ambiente incluyendo aquellas inducidas por el viento, olas, corrientes, hielo, actividad sísmica y otros fenómenos naturales están sujetos a cambios radicales en las zonas de costa fuera. Estos posibles cambios deberán ser tomados en cuenta al diseñar las instalaciones y efectuar la planificación de contingencia.

A841.24 Cargas Impuestas por el Equipo de Construcción y Movimientos de las Embarcaciones. Durante el diseño de instalaciones, se deberán tomar en cuenta las limitaciones y características de comportamiento del equipo de instalación.

Los movimientos de las naves de deberán considerar si se espera que provoquen tensiones en la tubería, o que provoquen daños al revestimiento, hasta el punto de impedir las condiciones de servicio del ducto.

A841.25 Suelos del Fondo. Se deberán tomar en cuenta las características del suelo cuando se estén desarrollando los procedimientos de instalación, para los siguientes elementos:

- (a) instalación de tubo de salida dentro de tubos de sacada
- (b) curvas tendidas horizontalmente en la ruta del ducto
- (c) anclajes del ducto en el fondo
- (d) excavado de zanjas y relleno

A841.3 Consideraciones de Diseño Operativo

A841.31 Clasificaciones de Cargas. Todas las partes del sistema de ductos costa fuera y tubos de salida, deberán ser diseñadas para resistir la combinación más crítica de cargas ambientales operativas y de diseño, actuando concurrentemente, a las cuales pueda verse sometido el sistema. Las cargas de diseño de viento, olas y corrientes, deberán estar basadas sobre un intervalo de retorno de diseño, no menor a cinco veces el tiempo de la vida útil de diseño del ducto o 100 años, el que sea menor.

Si es que la filosofía de operación del ducto es tal que las operaciones con cargas operativas plenas se mantendrán durante las tormentas de diseño, entonces en sistema deberá ser diseñado para la acción concurrente de las cargas operativas y las cargas medio ambientales de diseño.

Si es que la filosofía de operación es tal que las operaciones se reducirán o discontinuarán durante las condiciones de tormentas de diseño, entonces el sistema deberá ser diseñado para:

- (a) cargas operativas plenas más las cargas ambientales máximas simultáneas o coincidentes
- (b) cargas de diseño ambientales, más cargas operativas apropiadamente reducidas

Se deberán considerar la direccionalidad de las olas, vientos y corrientes, para determinar la combinación más crítica esperada de entre las condiciones de carga mencionadas líneas arriba.

A841.32 Cargas Operativas. Las cargas operativas que se deben considerar, son aquellas fuerzas impuestas sobre el sistema de ductos bajo condiciones de medio ambiente estático (es decir, excluyendo viento, olas, corriente y otras cargas dinámicas).

Las cargas que se deben considerar como cargas operativas, son las siguientes:

- (a) peso de un tramo de tubería no apoyado, incluyendo (según resulte apropiado) el peso de:
 - (1) la tubería
 - (2) los revestimientos y el agua que absorben
 - (3) los accesorios conectados a la tubería
 - (4) el contenido transportado
- (b) la presión interna y externa
- (c) la dilatación y contracción térmica
- (d) la flotabilidad
- (e) el pre- esforzado (exclusivo en configuraciones de tubería estructuralmente restringidas, tales como una curva en un tubo de sacada

- (f) las cargas inducidas por el suelo estático (por ejemplo la sobrecarga de relleno)

Los efectos del pre- esforzado, tales como la curvatura permanente inducida por la instalación, se deberán considerar cuando afecten la capacidad de brindar servicio del ducto.

A841.33 Cargas del Medio Ambiente en el Diseño. Las cargas que deben ser consideradas en esta categoría, incluyen, según resulta apropiado, aquellas que surgen debido a:

- (a) olas
- (b) corriente
- (c) viento
- (d) eventos sísmicos
- (e) cargas accidentales (por Ej.: sistemas de pesca a la rastra, anclas)
- (f) (cargas dinámicas inducidas por el suelo, (por Ej.: deslizamientos de lodo, licuefacción)
- (g) cargas de hielo (es decir, peso, impacto de flotabilidad, daños por frotamiento o choque)

A842 CONSIDERACIONES DE RESISTENCIA

Los análisis de diseño e instalación, deberán estar basados sobre métodos aceptados de ingeniería, resistencia de materiales y las condiciones de diseño aplicables.

A842.1 Consideración de la Resistencia Durante la Instalación

Las siguientes sub- secciones, definen los requerimientos mínimos de seguridad contra la falla debida a fluencia o pandeo, durante todas las fases de la instalación del sistema de ductos, (es decir, manejo, tendido, excavado y colocación en zanjas, etc., hasta las pruebas).

A842.11 Pandeo. El ducto deberá ser diseñado e instalado de manera que se evite el pandeo durante la instalación. El diseño y los procedimientos de instalación, deberán tomar en cuenta el efecto de la presión hidrostática externa, el momento flector y las cargas de torsión y la tubería fuera de redondez. También se deberá prestar atención al fenómeno de la propagación del pandeo.

A842.12 Colapso. El espesor de pared de la tubería, deberá ser diseñada para resistir el colapso debido a la presión hidrostática externa. Se deberá incluir en estas consideraciones, los efectos de las tolerancias de fábrica del espesor de pared, la condición de fuera de redondez, y cualesquier otros factores.

A842.13 Tensión Longitudinal Permissible. La máxima tensión longitudinal debida a las cargas axiales y de momentos flectores durante la instalación, deberá limitarse a un valor que evite el pandeo de la

tubería y que no impida la condición de brindar servicio del ducto instalado.

A842.14 Esfuerzos Permisibles. En lugar de los criterios de resistencia del párrafo A842.13, podrá usarse un esfuerzo límite permisible de instalación. El máximo esfuerzo longitudinal debido a las cargas axiales y de momentos flectores, durante la instalación, deberá ser limitada a un valor que evite el pandeo de la tubería, y que no impida la condición de brindar servicio del ducto instalado.

A842.15 Fatiga de Instalación. Se deberán considerar en el diseño, las fluctuaciones de tensiones que se anticipen, y que tengan suficiente magnitud y frecuencia como para inducir una fatiga significativa.

A842.16 Conjuntos especiales. La instalación de ductos con conjuntos especiales, tales como válvulas de toma y tubos verticales de salida lateral, estarán sujetas a los mismos requerimientos establecidos en los párrafos A842.11 hasta A842.15.

A842.17 Tensiones Residuales. El sistema de tubería deberá estar normalmente instalado de manera que se minimicen las tensiones residuales. Podrá haber excepciones cuando el diseñador planifique a propósito aplicar tensiones residuales (por ejemplo, el movimiento de resorte en frío de los tubos verticales de salida, y los tubos de sacada). Cuando las tensiones residuales tengan valores significativos, se deberán considerar en el diseño operativo del sistema de ductos (véase el párrafo A842.2).

A842.18 Tubería Flexible. Se deberá cumplir con las cargas máximas y radio menor de momentos flectores recomendadas por el fabricante. La tubería flexible deberá ser diseñada o seleccionada para evitar el colapso debido a los efectos combinados de la presión externa, las fuerzas axiales y de momentos flectores. Los procedimientos de instalación se deberán diseñar para evitar el pandeo (véase API RP 17B.)

TABLA A842.22 FACTORES DE DISEÑO PARA DUCTOS COSTA FUERA, TUBERÍA DE PLATAFORMA Y TUBOS DE SALIDA DEL DUCTO			
Ubicación	F1 Tensión de Aro	F2 Tensión Longitudinal	F3 Tensión Combinada
Ducto	0.72	0.80	0.90
Tubería de plataforma y tubos de salida	0.50	0.80	0.90

A842.2 Consideraciones de Resistencia Durante la Operación

A842.21 Criterios Operativos y de Diseño

A842.211 Los ductos y los tubos de salida, deberán ser diseñados para resistir los siguientes posibles modos de falla, según resulte apropiado:

- (a) fluencia excesiva
- (b) pandeo
- (c) falla por fatiga
- (d) fractura dúctil
- (e) fractura frágil
- (f) pérdida de estabilidad en sitio
- (g) fractura en propagación
- (h) corrosión
- (i) colapso

A842.212 Asimismo, se deberá considerar los impactos debidos a:

- (a) objetos extraños
- (b) anclas
- (c) tablas de pesca de rastra
- (d) embarcaciones, quillas con hielo, etc.

A842.22 Diseño Contra la Fluencia

A842.221 Tensión de Aro. Para los ductos y tubos de salida la tensión de aro debida a la diferencia entre las presiones interna y externa, no deberá exceder los valores que se dan abajo:

NOTA: La convención de signos es tal que la tensión es positiva y la compresión es negativa.

$$S_h \leq F_t$$

$$S_h = (P_i - P_e) \frac{D}{2t}$$

donde

D = diámetro externo nominal de la tubería, en pulgadas

F_t = factor de diseño de tensión de aro de la Tabla A842.22

P_e = presión externa, psi

P_i = presión interna de diseño, psi

S = mínima tensión de fluencia especificada, psi

S_h = tensión de aro, psi

T = factor de disminución de temperatura, de la tabla 841.116A.

t = espesor de pared nominal

A842.222 Tensión Longitudinal. Para ductos y tubos de salida la tensión longitudinal, no deberá exceder los valores que se hallan con:

$$|St| \leq F_2S$$

donde

A = área transversal del material de tubería, pulgadas cuadradas
 F_a = fuerza axial, libras
 F_2 = factor de diseño de tensión longitudinal de la Tabla A842.22
 M_i = momento flector en el plano, libras-pie
 M_o = momento flector fuera del plano, libras-pie
 S = mínima tensión de fluencia especificada, psi
 S_L = máxima tensión longitudinal, psi (positiva es tracción o negativa es compresión)
 = $S_a + S_b$ ó $S_a - S_b$, el que resulte con el mayor valor de tensión
 S_a = tensión axial, psi (positiva es tracción o negativa es compresión)
 S_b = esfuerzo flector resultante, psi
 = $\{(i_i M_i)^2 + (i_o M_o)^2\}^{1/2}/z$
 i_i = factor de intensificación de la tensión en el plano, del Apéndice E
 i_o = factor de intensificación de la tensión fuera del plano, del Apéndice E
 z = módulo de sección de la tubería, pulgadas cúbicas (in^3)
 $| |$ = valor absoluto

A842.223. Tensión Combinada. Para ductos y tubos de salida, la tensión combinada no deberá exceder el valor dado por la ecuación de tensión de corte máxima (Tensión combinada de Tresca):

$$2\{(S_t - S_b)/2\}^2 + S_t^2\}^{1/2} < F_3 S$$

donde

A = áreas transversal de la tubería, in^3
 F_a = fuerza axial, libras
 F_3 = factor de diseño de tensión combinada de la Tabla A842.22
 M_i = momento flector en el plano, libras – pulgada
 M_o = momento flector fuera del plano, lb-in
 M_t = momento de torsión, lb-in
 S = mínima tensión de fluencia especificada, psi
 S_t = máxima tensión longitudinal, psi (positivo tracción, negativo compresión)
 = $S_a + S_b$ ó $S_a - S_b$, el que resulte con el mayor valor de tensión
 S_a = tensión axial, psi (positivo tracción, negativo compresión)
 = F_a/A
 S_b = tensión flectora resultante, psi
 = $\{(i_i M_i)^2 + (i_o M_o)^2\}^{1/2}/z$
 S_h = tensión de aro, psi
 S_t = tensión de torsión, psi
 i_i = factor de intensificación de la tensión en el plano, del Apéndice E
 i_o = factor de intensificación de la tensión fuera del plano, del Apéndice E
 z = módulo de sección de la tubería, pulgadas cúbicas (in^3)

De manera alternativa, la Teoría de la Máxima Energía de Distorsión, (tensión combinada de Von

Mises) puede usarse para limitar los valores de tensión combinada. En conformidad con esto, la tensión combinada no deberá exceder los valores dados por:

$$(S_h^2 - S_t S_h^2 + S_L^2 + 3S_t^2)^{1/2} \leq F_3 S$$

A842.23 Diseño alternativo para la Tracción. En situaciones en que el ducto experimenta un desplazamiento de sus apoyos no cíclico predecible (por ejemplo, movimiento de falla a lo largo de la ruta del ducto o asentamiento diferencial a lo largo de la línea) o comba debido a que la tubería cede antes del contacto en el apoyo, los límites de tensión longitudinal y combinada no se necesitan usar como un criterio de seguridad contra la fluencia excesiva, mientras los efectos de la fluencia no sean perjudiciales a la integridad del ducto. La tracción longitudinal máxima permisible, depende de la ductilidad del material, cualquier tensión plástica experimentada previamente, y el comportamiento de la tubería en pandeo. En los casos en que se anticipe la tracción plástica, se deberán tomar en cuenta la excentricidad del tubo, tubo fuera de redondez, y la capacidad de las soldaduras de resistir tales tensiones sin sufrir efectos perjudiciales. De manera similar, puede aplicarse el mismo criterio a la tubería durante la construcción (por ejemplo, los tubos de sacada, o tubos de salida de zapata dobladora).

A842.24 Diseño Contra Pandeo y Ovalización. Durante el diseño se deberá tomar en consideración la forma de evitar el pandeo del ducto y el tubo de salida durante la operación. Los modos posibles que hay de pandeo, son los siguientes:

- (a) pandeo local de la pared del tubo
- (b) pandeo de propagación que sigue al pandeo local
- (c) pandeo de columna

A842.25 Diseño Contra la Fatiga. Cuando hay fluctuaciones de la tensión de la suficiente magnitud y frecuencia, se induce un gado significativo de fatiga en la tubería, la cual se debe tomar en cuenta en el diseño.

Las cargas que pueden afectar la fatiga, incluyen:

- (a) vibración de la tubería, tale como la inducida por el vertido en remolino (corriente de flujo turbulento)
- (b) acción de las olas

Las longitudes de tubería y tubo de salida deberán diseñarse de manera que se eviten las vibraciones resonantes inducidas por el vertido de vórtice o remolino, en los casos en que resulte práctico hacerlo. Cuando esto no sea posible, la tensión resultante total deberá ser menor a la establecida en los límites del párrafo A842.22 y tales, que la falla por fatiga no ocurra durante la vida útil calculada por diseño para el ducto.

A842.26 Diseño Contra las Fracturas. Los materiales usados para el transporte de gas o mezclas de gases y líquidos a altas presiones, deberán una resistencia razonablemente alta a las fracturas que se propagan bajo las condiciones de diseño, o deberán usarse otros métodos para limitar la extensión de una fractura.

A842.27 Diseño de Abrazaderas (Grapas) y Soportes. Las abrazaderas y soportes deberán ser diseñados de tal manera que se logre una transferencia suave de cargas del ducto o el tubo de salida a la estructura de soporte sin tensiones altamente localizadas debidas a las concentraciones de esfuerzos. Cuando hayan componentes que se vaya a soldar a la tubería, los mismos deberán rodear por completo a la tubería y deberán soldarse a la tubería mediante una soldadura continua de vuelta entera o círculo completo. El soporte deberá estar vinculado al miembro que circunda a la tubería y no a la tubería.

Todas las soldaduras que se hagan a la tubería, deberán probarse con métodos no destructivos. El diseño de las abrazaderas y soportes deberá tomar en consideración los efectos corrosivos de los intersticios, hendeduras y resquicios, así como los metales no similares galvánicamente.

A842.28 Diseño de Conectores y Bridas. Los conectores y las bridas, deberán ser construidos y armados de tal manera que se logre una transferencia suave y uniforme de cargas, sin grandes tensiones localizadas, o deformación excesiva de la tubería conectada.

Los conectores y bridas deberán contar con un nivel de seguridad contra fallas por fluencia o fallas por fatiga que sea comparable a aquella de la tubería o tubo de salida a los cuales conectan.

A842.29 Diseño de Protectores Estructurales de Tubos de Salida del Ducto. En los lugares en los que los tubos de salida se hallen instalados en ubicaciones sujetas a impacto por el tráfico marino, se deberán instalar dispositivos protectores en la zona sujeta a daños, para proteger la tubería y su revestimiento.

A842.30 Diseño y Protección de Conjuntos Especiales. En el diseño de conexiones, y de conjuntos especiales, tales como los conjuntos para conexión submarina, bucles de expansión, conexión desde el lecho marino al tubo de salida, y múltiples (manifolds) de tuberías submarinas, se deberá considerar las fuerzas y efectos adicionales impuestos por el ambiente submarino. Tales consideraciones adicionales incluyen corrientes de tormenta de diseño, la posibilidad del movimiento del lecho marino en sedimentos blandos, licuefacción del suelo, posibilidad de corrosión incrementada, dilatación y contracción térmica y tensiones debidas a los procedimientos de instalación. En zonas de pesca activa, resultará apropiado adoptar

medidas para brindar protección a las conexiones y a los conjuntos especiales.

A842.31 Diseño de Tubería Flexible. Debido a que está integrada por compuestos, el comportamiento mecánico de la tubería flexible es significativamente diferente a la de la tubería de acero. Puede usarse tubería flexible el ductos costa fuera, si es que mediante cálculos y/o pruebas se verifica que la tubería puede soportar bajo condiciones de seguridad las cargas consideradas en los párrafos A841.32 y A841.33. En la selección de la tubería flexible, se deberá prestar atención a su naturaleza permeable. SE deberá investigar la posibilidad de implosión bajo las condiciones combinadas de alta presión, alta temperatura y una despresurización muy rápida, en los lugares en que pudiera esperarse que se den tales condiciones. La selección de tubería flexible deberá estar de acuerdo con API RP 17B.

A843 ESTACIONES DE COMPRESIÓN

A843.1 Diseño de Estaciones de Compresión

Los requerimientos de esta sección, reconocen las condiciones únicas del diseño y las limitaciones de espacio impuestas al diseñado de instalaciones de compresión costa fuera, y por lo tanto se relacionan solamente a las instalaciones de compresión de costa fuera.

La presente sección tiene también el propósito de alertar al diseñador sobre los aspectos de la seguridad personal que debe tenerse durante el diseño y operación de las instalaciones de compresión costa fuera.

A843.11 Ubicación de las Instalaciones de Compresión. Las instalaciones de compresión ubicadas en plataformas se deberán diseñar para facilitar el libre movimiento de los equipos de combate de incendios u otros equipos de emergencia.

A843.12 Cerramientos. Todos los cerramientos ubicados en una plataforma costa fuera, deberán estar construidos con materiales incombustibles o una cantidad limitada de material combustible, tal como se define en NFPA 220, Capítulo 2, Sección 2-6 y Sección 2-3. En el diseño de cerramientos de plataformas costa fuera, se debe considerar las condiciones de carga definidas en el párrafo A841.3.

A843.13 Escapes (Salidas). Se deberán proveer un mínimo de dos salidas de escape en cada nivel operativo de un edificio de compresores. Cualquier pasarela elevada, incluyendo las plataformas de servicio de motores, a una altura mayor a los 10 pies (3.0 m) por encima de la cubierta, deberá esta también provista con dos escapes. La máxima distancia de cualquier punto dentro del edificio a una salida, no deberá exceder los 75 pies (23 m). La salida de los

cerramientos deberá hallarse libre de obstrucciones y estar ubicada de manera que provea una ruta conveniente de escape y deberá proveer paso libre de obstrucciones continuo hacia un sitio seguro. Las puertas de escape ubicadas en muros exteriores, deberá abrir hacia afuera, y deberán estar equipadas con pestillos que puedan abrirse fácilmente desde el interior, sin necesidad de usar una llave.

A843.2 Instalaciones Eléctricas

Todo el equipo eléctrico y el cableado instalado en las plataformas de compresión costa fuera, deberá hallarse en conformidad con los requerimientos de NFPA 70, si es que así lo permite el equipo disponible comercialmente.

Las instalaciones eléctricas en sitios costa fuera peligrosos, según se define en NFPA 70, Capítulo 5, Artículo 500 y que vayan a permanecer en operación durante los paros de emergencia de la estación de compresión según lo prevé el párrafo A844.431, se deberán diseñar para que estén de acuerdo con los requerimientos de NFPA 70, para Clase I, División I.

Se deberán tomar en cuenta los lineamientos de API-RP-14F, en el diseño de instalaciones eléctricas.

A843.4 Dispositivos de Seguridad

A843.431 Instalaciones de Paro de Emergencia.

Todo el equipo de compresión de gas deberá estar provisto con un sistema de paro de emergencia que bloquee el gas que vaya hacia y desde la estación de compresión. La operación del sistema de paro de emergencia deberá producir el paro de todo el equipo de compresión de gas y deberá desenergizar las instalaciones eléctricas en el edificio de compresión, exceptuando aquellas que proveen iluminación de emergencia para la protección del personal y aquellas que son necesarias para la protección del equipo. El sistema de paro de emergencia deberá ser operable desde un mínimo de dos ubicaciones en cada nivel de cubierta; es decir si es que una plataforma costa fuera tuviera más de una cubierta claramente definida, cada cubierta deberá tener un mínimo de dos ubicaciones de paro de emergencia. La tubería de despresurización deberá extenderse a un sitio donde no resulte probable que la descarga del gas genere un peligro a las instalaciones de la plataforma. Deberá prestarse atención a la posibilidad de líquidos atrapados, vientos prevalecientes y la ubicación de las instalaciones de vivienda del personal, si es que se las tiene en la plataforma. Bajo condiciones de abundante atrapamiento de líquidos y condiciones de escaso viento prevaleciente, podrá tenerse en cuenta una estructura separada para la despresurización y escape de gas.

A843.44 Requerimientos de Limitación de Presión para Instalaciones de Compresión Costa Fuera

A843.443 Venteo. Las válvulas de alivio de presión deberán ventear hacia la atmósfera, de tal manera de no crear un peligro. Las líneas de venteo, los colectores o cabezales y las líneas de despresurización de la plataforma, deberán tener suficiente capacidad, de manera que no interfieran con el funcionamiento del dispositivo de alivio.

A844 ESTABILIDAD EN EL FONDO

El diseño de la tubería para que tenga estabilidad lateral y vertical, está gobernado por la batimetría del lecho marino, las características del suelo y por los eventos hidrodinámicos, sísmicos y de comportamiento de suelo que tiene una probabilidad significativa de ocurrir durante la vida útil del sistema. Las condiciones de diseño que se deben considerar se detallan en las siguientes sub-secciones.

El sistema de ductos deberá estar diseñado para evitar los movimientos verticales y horizontales, o deberá estar diseñado de tal manera que tales movimientos queden limitados a valores que no causen que la resistencia de diseño sea excedida (véase el párrafo A482).

Los factores típicos que se deberán considerar en el diseño de estabilidad, deberán incluir:

- (a) fuerzas de las olas y corrientes
- (b) roce por movimiento y el resultante desplazamiento de un lado a otro
- (c) licuefacción
- (d) falla de taludes

La estabilidad puede lograrse, por medios que incluyen, aunque no quedan limitados a pesos de tubería sumergida, introducción de la tubería en zanjas por debajo del lecho, y el anclaje.

Al calcular las fuerzas hidrodinámicas, podrá tomarse en cuenta la varianza espacial de las fuerzas de las olas a lo largo de la tubería.

A844.1 Diseño para Condiciones de Tormenta

Las condiciones de oleaje y corrientes para diseño de las porciones de un ducto que no vaya a estar enterrado dentro de una zanja, deberán basarse en una tormenta que tenga un intervalo de retorno de no menos de cinco veces la vida útil de diseño o 100 años, el que resulte menor. Las porciones del sistema de ductos que se enterrarán en zanjas, deberán ser diseñadas para condiciones de olas y corriente, sobre la base de una evaluación prudente del período de exposición de la tubería. Se deberá usar la combinación esperada más desfavorable de olas y corrientes. Las condiciones de olas máximas y corriente máxima, no ocurren necesariamente en forma simultánea. La selección de la condición más desfavorable, deberá responder a la sincronización de la presencia de olas y la dirección y magnitud de las olas y la corriente.

A844.2 Estabilidad Contra Olas y Corrientes

A844.21 Peso Sumergido. El peso sumergido de la tubería puede diseñarse (como por ejemplo mediante el revestimiento de hormigón para aumentar peso) para resistir o limitar el movimiento a valores aceptables. Las fuerzas hidrodinámicas se deberán basar en los valores de las olas y la corriente provenientes de las condiciones de tormenta en la ubicación específica.

Se deberán considerar las olas y las corrientes, de manera coincidente tanto en dirección como en momento de ocurrir.

A844.22 Suelos del Lecho. Los factores de la interacción de suelo a tubería que se usen, deberán ser representativos de las condiciones de fondo en el sitio.

A488.23 Zanjeado. El ducto y sus complementos podrán enterrarse en zanjas por debajo del lecho marino, para proveer estabilidad. El ducto deberá estar diseñado para la estabilidad de olas y corriente, antes de la excavación de zanjas. Tal estabilidad, sin embargo, necesita estar basada solamente en las condiciones ambientales esperadas durante el período de exposición del ducto.

A844.24 Rellenado. El relleno u otras coberturas protectoras, cuando sean necesarias, se deberán lograr usando materiales y procedimientos que eviten el daño al ducto y su revestimiento.

A844.25 Anclaje. Podrá usarse anclajes en lugar o conjuntamente con pesos para sumergir, para mantener la estabilidad. Los anclajes deberán estar diseñados para soportar las cargas laterales y verticales esperadas bajo las condiciones de tormenta de diseño. Los anclajes deberán estar espaciados de manera que se eviten las tensiones excesivas sobre las secciones de tubería entre anclajes. El sistema de anclaje y la tubería adyacente, deberán ser diseñadas para evitar el roce por movimiento y el desplazamiento de vaivén resultante por la sobre- tensión de la tubería. Se deberá tener en cuenta el efecto de los anclajes sobre el sistema de protección catódica.

A844.3 Aproximación a la Costa

La tubería en la zona de aproximación deberá hallarse dentro de una zanja o enterrada (mediante perforación inclinada) a la profundidad necesaria para evitar el roce, desplazamientos u otros problemas de estabilidad que afecten la integridad y operación segura del ducto durante la vida útil de servicio prevista para el mismo. Se deberán considerar la acción de las variaciones estacionales del espesor de los sedimentos del lecho marino y la erosión de la línea de playa, sobre el ducto durante la vida útil prevista para el mismo.

A844.4 Fallas de Pendiente

El ducto deberá estar diseñado para la falla de pendientes en las zonas donde este fenómeno se conozca o se anticipa que ocurra, tal como en las zonas de deslizamiento de lodos, y áreas de derrumbes

sísmicos. El período de exposición de diseño, no deberá ser menor a la vida útil esperada del ducto. Si no resulta práctico diseñar el sistema de ductos para sobrevivir el evento, el ducto deberá ser diseñado para una ruptura controlada con las válvulas de cierre para evitar la despresurización súbita del ducto.

A844.5 Licuefacción del Suelo

El diseño para los efectos de la licuefacción deberá realizarse en las zonas en que se conozca o espere que ocurra tal fenómeno. La licuefacción del suelo, resulta normalmente por las sobre- presiones cíclicas de las olas o carga sísmica de suelos susceptibles. Se deberá diseñar la gravedad específica en bruto del ducto, o se deberán seleccionar métodos alternativos para asegurarse tanto la estabilidad horizontal como la vertical.

Las condiciones de diseño sísmico usadas para predecir la licuefacción de suelo o la falla de pendientes, deberá tener el mismo intervalo de ocurrencia que se usó para los cálculos de la resistencia de operación de diseño del ducto. La licuefacción del suelo que se presenta debido a las sobre- presiones de las olas, deberá estar basada en un intervalo de retorno de tormenta de no menos de cinco veces la vida útil de diseño o 100 años; el que sea menor.

A845 LIMITACIÓN Y CONTROL DE LA PRESIÓN DE GAS

Todas las disposiciones aplicables del párrafo 845 se deberán aplicar, a menos que se indique de otra forma.

A846 VÁLVULAS

Las líneas de transporte costa fuera, deberá estar equipadas con válvulas u otros componentes para cerrar el flujo de gas hacia una plataforma costa fuera, en caso de emergencia.

Las válvulas de bloqueo deberán ser accesibles y estar protegidas del daño que puedan causar los curiosos o saboteadores. Al instalar una válvula de despresurización, se la debe ubicar en un sitio en que el gas pueda ventearse hacia la atmósfera sin peligro.

Las válvulas de despresurización se deberán proveer de tal manera que cada sección del ducto, entre las válvulas de la línea principal, pueda despresurizarse. Los tamaños y capacidades de las conexiones de despresurización, de la línea, deberán ser tales, que bajo condiciones de emergencia, la sección de la línea pueda ser despresurizada tan rápidamente como sea posible.

A847 PRUEBAS

A847.1 Disposiciones Generales

Todos los ductos costa fuera deberán probarse después de su instalación y antes de ponerlos en operación cumpliendo las disposiciones de esta sección.

A847.2 Presión de Prueba

El sistema instalado de ductos, deberá ser probado hidrostáticamente, por lo menos a una presión 1.25 veces de la máxima presión admisible de operación. La tubería de la plataforma costa fuera y los tubos de salida de los ductos costa fuera, deberán probarse por lo menos a 1.4 veces la máxima presión admisible de operación, ya sea antes o después de la instalación. Las porciones prefabricadas de la tubería de plataforma que se hayan probado a 1.4 veces la máxima presión admisible de operación, no necesitan probarse después de la instalación si es que todos los ítems están unidos posconexiones, bridas, o soldaduras que han sido inspeccionadas mediante radiografiado.

A847.3 Medio de Prueba

El medio de prueba para todos los ductos costa fuera, será el agua. Se deberá considerar el uso de aditivos para mitigar los efectos de la corrosión, daños por sustancias biológicas, y el congelamiento. Tales aditivos deberán ser adecuados para los métodos de disposición del indicado medio.

En las zonas árticas, donde el congelamiento del agua constituye un peligro, es permisible el uso de aire, gas inerte o glicol. La tubería de la plataforma y la de compresión, pueden probarse con gas inerte.

A847.4 Procedimiento de Prueba

La prueba de presión hidrostática se deberá efectuar en conformidad con un procedimiento especificado, que por lo menos provea como mínimo, lo siguiente:

(a) realización de la prueba después de la instalación y antes de la operación inicial del sistema de ductos, excepto lo que se indica en el párrafo A847.2.

(b) la inclusión de porciones prefabricadas y probadas de antemano de tubos de salida de ductos costa fuera en la prueba hidrostática, toda vez que resulte práctico hacerlo.

(c) Mantenimiento de la presión de prueba y registros de los resultados, en el ducto y los conjuntos armados, durante un mínimo de ocho horas continuas, a la presión especificada o a una presión mayor. Se deberán tomar en cuenta y registrar todas las variaciones de la presión de prueba. La duración de la prueba en tubería prefabricada puede ser de 2 horas.

(d) una nueva prueba, si es que, durante el período de retención de presión, ocurre una ruptura o fuga peligrosa que invalida la prueba. La nueva prueba, deberá comenzar apenas se hayan efectuado las reparaciones.

A847.5 Registros

La compañía operadora deberá mantener en sus archivos, durante la vida útil de cada ducto, registros que muestren el tipo de fluido usado para la prueba, la presión de prueba, y la duración de la prueba.

A847.6 Uniones de Conexión

Se reconoce que pudiera no ser posible probar hidrostáticamente la unión o conexión entre dos secciones de prueba. La prueba de las soldaduras de las uniones puede prescindirse, si es que la soldadura de unión se inspecciona mediante métodos radiográficos u otros métodos aplicables de pruebas no destructivas (NDT).

A847.7 Prueba de Pandeo

Las pruebas para localizar pandeos, abolladuras, y otras restricciones del diámetro, se deben efectuar después de la instalación. La prueba debe ser realizada mediante el paso de un dispositivo detector de deformaciones a través de la sección del ducto, o por otros métodos capaces de detectar un cambio en el diámetro del ducto. La tubería que tenga deformación excesiva que pueda afectar la capacidad de servicio de las instalaciones del ductos, se deberá reparar o reemplazar. Se debe considerar también la posibilidad de reparar la ovalidad excesiva que pudiera interferir con las operaciones de chancado o inspecciones internas.

A850 PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO QUE AFECTAN LA SEGURIDAD DEL TRANSPORTE DE GAS E INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN

A850.1 General

Todas las disposiciones del Capítulo V que dependen de la clase de localidad, no se aplican a los sistemas de transporte de gas costa fuera, excepto que las áreas de aproximación a la línea de costa de los ductos costa fuera, deberán ser operadas adicionalmente y mantenidas consistentemente con las disposiciones de clase de ubicación según se determina en la sección 840.

A850.3 Características Esenciales del Plan de Operación y Mantenimiento

El plan prescrito en el párrafo 850.2(a) deberá incluir:

(a) planes detallados e instrucciones para los empleados cubriendo los procedimientos de operación y mantenimiento para las instalaciones de gas durante las operaciones normales y reparaciones.

(b) ítems recomendados para la inclusión en el plan de clases o instalaciones específicas, que se dan en los párrafos A851.2, A851.4 y A860-

(c) planes para prestar especial atención a aquellas porciones de las instalaciones que presenten los mayores peligros para el público y el medio ambiente, en caso de una emergencia o debido a la construcción de elementos extraordinarios requeridos para mantenimiento.

(d) disposiciones para inspecciones periódicas a lo largo de la ruta de los ductos existentes.

A850.4 Características Esenciales de un Plan de Emergencia

A850.43 Vinculación. Cada compañía operadora deberá establecer y mantener vínculos con las entidades de bomberos disponibles costa fuera (públicas o de propiedad privada) que pudieran ser designadas para cualquier área costa fuera en particular.

A850.44 Programa de Educación. Se deberá establecer un programa de educación para permitir que los productores y el público en general que opere en la zona de costa fuera, que reconozcan y reporten cualquier emergencia de gas a los funcionarios apropiados. el programa educativo que requiere la presente sección, deberá estar dimensionado para el tipo de operación de ductos y el medio ambiente que se atraviese con el ducto y deberá ser impartido en cada uno de los idiomas significativos que se hablen en la comunidad servida. Los operadores de los sistemas de transporte deberán comunicar sus programas a la gente, contratistas, u otros que usualmente trabajen en la zona de costa fuera de que se trate. El programa de operadores de la misma zona, se deberá coordinar para dirigir apropiadamente los reportes de emergencias, para evitar inconsistencias.

A850.7 Efectos de Voladura con Explosivos

Cada compañía operadora deberá establecer procedimientos para la protección de las instalaciones en la vecindad de sitios en que se efectúe la voladura con explosivos. La compañía operadora deberá:

(a) ubicar y marcar su ducto cuando se vayan a detonar explosivos dentro de las distancias especificadas en los planes de la compañía. Se debe dar atención al marcado de las distancias mínimas de voladura con explosivos desde los ductos, dependiendo del tipo de operación de voladura.

(b) determinar la necesidad y extensión de las actividades de observación y monitoreo de las actividades de voladura, sobre la base de la proximidad de las explosiones, considerando los materiales del ducto, las condiciones de operación, el tamaño de las cargas, y las condiciones del suelo.

(c) se deberá dar atención a:

(1) el efecto de la onda de choque sobre el ducto, desde el lugar de la explosión

(2) efectuar un estudio de fugas después que se haya completado el programa de voladura.

A851 MANTENIMIENTO DEL DUCTO

A851.2 Patrullaje del Ducto

Cada compañía operadora deberá mantener un programa de patrullaje del ducto para observar las condiciones en el ducto y la zona adyacente al mismo en el derecho de vía, indicaciones de fugas, actividad de construcción diferente a la efectuada por la compañía y cualesquiera otros factores que afecten la seguridad y operación del ductos. Estas inspecciones se deberán efectuar tan a menudo como sea necesario para mantener la integridad del ducto. Se deberán mantener los registros de estas inspecciones, durante la vida completa de las instalaciones. Las disposiciones de los párrafos 851.2, 851.21, 851.22, no se aplican a este capítulo.

A851.4 Procedimientos de Reparación Por Encima del Nivel del Agua e Hiperbáricos, para Tubería de Acero

Todos los procedimientos de reparación por encima del nivel del agua e hiperbáricos para los ductos de acero, deberán hallarse en conformidad con los requerimientos del párrafo 851.4, tal como se especifica para ductos que operen a 40% de mínima resistencia de fluencia especificada, o encima de tal valor.

A851.45 Procedimientos de Reparación Debajo del Agua en Ductos de Acero Costa Fuera. Los ductos costa fuera sumergidos pueden ser reparados por reemplazo de la sección dañada o por el uso de camisas divididas de vuelta entera (de círculo completo) de diseño apropiado, instaladas sobre las imperfecciones o el daño. El reemplazo de secciones o de camisas divididas, deberán asegurarse mediante soldadura seca atmosférica o hiperbárica, o mediante dispositivos mecánicos. Las reparaciones deberán inspeccionarse visualmente para detectar fugas después que se l as haya vuelto a poner en servicio.

Cualesquier procedimientos de reparación debajo del agua, deberán hallarse en conformidad con las disposiciones del párrafo 851.4 para ductos que operen a 40% de la mínima tensión de fluencia especificada o mayores.

Los reparaciones deberán efectuarse bajo supervisión calificada, por personal entrenado, conocedor y familiarizado con el plan de mantenimiento y las condiciones de operación del ducto, los requerimientos de seguridad de la compañía y los peligros a la seguridad del público y del medio ambiente.

Las operaciones de evacuación y reparación, no deberán resultar imponiendo cargas o deformaciones que vayan a dañar la integridad de los materiales del ducto, pesos o revestimiento protector.

El uso de equipo sub- superficial (sub- acuático) equipado con cortadores, eyectores, chorros o sistemas de succión de aire, deberán ser controlados y monitoreados cuidadosamente para evitar dañar el ducto, el revestimiento exterior o el sistema de protección catódica.

Al levantar o soportar la tubería durante las reparaciones, se deberá controlar la curva natural de la comba o flecha del tubo, así como el sobre- doblado, manteniéndolos en dentro de límites para minimizar el daño al revestimiento de la tubería, las sobre- tensiones, las melladuras o el pandeo durante las operaciones de reparación. El equipo de elevación deberá ser seleccionado de acuerdo a estos requerimientos.

Se deberán tomar en cuenta las cargas de las olas y las corrientes en la determinación de las cargas totales impuestas y las cargas cíclicas, tanto en las reparaciones de superficie como las sumergidas.

El personal que trabaje en las reparaciones de ducto, deberá entender la necesidad de una planificación cuidadosa del trabajo; deberá instruírseles en los procedimientos a seguir para realizar la reparación y seguir los procedimientos y medidas precautorias necesarias.

Cuando el ducto se repare, el revestimiento dañado también deberá ser reparado. La tubería de reemplazo y los componentes nuevos, deberán ser protegidos de la corrosión.

A851.46 Reparación Costa Fuera de Tuberías Flexible. Si se ve afectada la operabilidad de la tubería flexible, por ejemplo, si recibe daño estructural considerable, la tubería deberá ser reparada por reemplazo de la sección dañada. Ante la eventualidad de tener cortes y abrasiones superficiales en el revestimiento protector que no expongan los miembros que soportan carga a la posibilidad de corrosión, la reparación deberá ser realizada de la forma recomendada por el fabricante.

A851.7 Marcadores del Ducto

Para los ductos costa fuera, no se requieren marcadores permanentes, sin embargo, se deberá colocar carteles adecuados sobre plataformas flotantes, para servir como anuncio de área peligrosa. Cuando resulte apropiado, los carteles deberán exhibir la identificación de la compañía operadora y los procedimientos de comunicación de emergencia.

A854 CLASE DE LOCALIDAD

En el caso de costa fuera, no se usan las clases de localidad operables.

A860 CONTROL DE CORROSIÓN DE DUCTOS COSTA FUERA

A861 ALCANCE

Puesto que los ductos costa fuera no pueden inspeccionarse fácilmente después de la instalación y existe la posibilidad de causar daños al sistema de revestimiento, se deberá prestar particular atención a la selección, diseño y aplicación de revestimientos de control de corrosión, el sistema de protección catódica y otros elementos de diseño contra corrosión.

A862 CONTROL DE CORROSIÓN EXTERNA

A862.1 Instalaciones Nuevas

Todas las tuberías de acero nuevo sumergidas, válvulas y accesorios relativos, deberán ser protegidos externamente con un revestimiento y luego protegidos católicamente. Toda la tubería por encima del nivel del agua y sus componentes, deberán ser protegidos de las condiciones particularmente corrosivas de la atmósfera con agua salada y el mojado y secado cíclicos.

A862.11 Instalaciones Sumergidas

A862.12 Requerimientos de Recubrimiento

(a) *Diseño del revestimiento.* El diseño de los sistemas de revestimiento de las instalaciones costa fuera deberá reflejar el tipo de medio ambiente en el cual se armarán las instalaciones. La selección del revestimiento protector deberá estar basada en:

- (1) baja absorción de agua
- (2) compatibilidad con el tipo de protección catódica a ser aplicada en el sistema
- (3) compatibilidad con la temperatura de operación del sistema
- (4) suficiente ductilidad para minimizar el agrietado perjudicial
- (5) suficiente resistencia para resistir daños durante la instalación
- (6) resistencia al deterioro futuro en un ambiente sumergido
- (7) facilidad de reparación

(b) *Limpieza y Preparación de Superficies.* Pudieran existir requerimientos adicionales de limpieza y preparación de superficies, tales como el acabado de metal casi blanco, y un esquema de anclaje para lograr una buena unión para todos los recubrimientos de base epóxica de película delgada. Las soldaduras deberán ser inspeccionadas para detectar irregularidades que pudiera sobresalir a través del revestimiento de la tubería, y tales irregularidades deberán ser eliminadas.

(c) *Aplicación e inspección.* El revestimiento deberá ser aplicado bajo condiciones controladas y tener una alta resistencia al despegado. Puede obtenerse mayor información de NACE RP- 06-75,

Sección 4. Se deberá usar un detector de fallas de recubrimiento (holiday detector) apropiado para el tipo de revestimiento aplicado, para detectar los sitios sin recubrimiento. Las fallas que se detecten, deberán ser reparadas y se las debe revisar de nuevo. Los pesos o el revestimiento de peso, no deberán dañar el revestimiento protector durante su aplicación o instalación.

(d) *Revestimiento para Juntas Soldadas, Estructuras Complementarias y Parchado (con Tejos)*. Las juntas soldadas y las estructuras complementarias deberán estar recubiertas con material que sea compatible con el revestimiento básico. Podrá usarse un detector de fallas de cobertura, diseñado para el tipo de materiales de junta aplicados, para detectar fallas, y las fallas deberán repararse y volvérselas a probar.

(e) *Inspección de Campo*. La tubería deberá ser inspeccionada visualmente antes de su instalación para asegurarse que no hayan ocurrido daños inaceptables durante la carga, soldado u otras actividades del tendido de la tubería, previas al sumergido de la misma. Cualquier daño significativo provocado en el revestimiento, deberá ser reparado con un material compatible con el revestimiento del ducto. Se deberá tener sumo cuidado en las operaciones para minimizar el daño al sistema de revestimiento, particularmente durante el tendido y el zanjeado de la tubería.

A862.13 Requerimientos de Protección Catódica

(a) *Criterios de Diseño*. Se considera que una instalación costa fuera, se halla protegida católicamente cuando cumple con uno o más de los criterios establecidos en el Apéndice K.

(b) *Corriente Impresa*. En los lugares en que se utilice corriente impresa, el sistema deberá ser diseñado para minimizar los cortes de corriente, y la corriente producida deberá ser tal, que cumpla con el criterio de diseño. Asimismo, se deberá tomar en consideración la posibilidad de minimizar el efecto de interferencia sobre otros ductos o estructuras.

(c) *Ánodos Galvánicos*. Cuando se utilicen ánodos galvánicos como protección, se deberá prestar atención a la calidad del revestimiento (es decir, el porcentaje de tubería expuesta). Asimismo, se deberá considerar la fórmula de diseño del sistema deberá incluir la corriente de los ánodos, la duración de la vida esperada del sistema, el material de los ánodos, y la eficiencia de utilización. Los ánodos a usar deberán ser compatibles con las temperaturas de operación del ducto y el medio ambiente marino.

(d) *Otros*. Se deberá tomar en consideración a los efectos que ejercen sobre la protección catódica las variaciones del contenido de oxígeno, temperatura y la resistividad del agua/ suelo del medio ambiente costa fuera en particular en el cual se esté instalado el ducto.

A862.14 Aislación Eléctrica. Los sistemas de ductos sumergidos, deberán hallarse eléctricamente

aislados de otras estructuras metálicas de manera que la protección catódica pueda ser efectiva. Una excepción puede hacerse cuando tanto la estructura extraña o ajena y el ducto están diseñados para ser protegidos como una sola unidad. Entre otras consideraciones generales por hacer están las siguientes:

(a) *Empalmes o Conexiones*. La aislación de ductos ajenos en el sitio del empalme, podrá hacerse mediante la instalación de bridas de aislamiento, uniones u otros dispositivos de aislamiento. Cuando se efectúe un empalme de una línea revestida a una desnuda, las dos líneas deberán ser aisladas eléctricamente.

(b) *Cruces de Ductos Ajenos*. Cuando se esté cruzando un ducto ajeno, se debe tener cuidado de asegurar una adecuada separación entre las dos líneas, de manera que se minimice la posibilidad de que ocurra interferencia eléctrica.

(c) *Sujeción de la Tubería de Salida del Ducto y Tubería Secundaria*. Al instalar la tubería de salida en las plataformas, los dispositivos de sujeción tales como grapas o abrazaderas y apoyos de tubería, deberán aislar la tubería de la estructura. Se deberán instalar dispositivos de aislamiento donde se haga necesaria la aislación eléctrica de una porción del sistema de tubería, de las tuberías de producción, tanques, y otras instalaciones necesarias para facilitar la aplicación de protección catódica. Se deberá minimizar la interferencia eléctrica entre las estructuras eléctricamente aisladas. Los circuitos de cables y las conexiones a un ducto aislado, deberán llevar también aislamiento entre el ducto y la plataforma. Deberán efectuarse pruebas para asegurarse una aislación adecuada, y se deberán tomar acciones apropiadas para asegurar tal aislamiento cuando se haga necesario.

A862.15 Conexiones Eléctricas y Puntos de Monitoreo. Se deberán instalar cables terminales de prueba de manera que se hallen mecánicamente seguros, sean buenos conductores eléctricos y sean accesibles para efectuar las pruebas. Se considera impráctico ubicar los cables terminales de prueba en agua profunda o en aguas abiertas. Las instalaciones de los terminales de pruebas, generalmente se limitan a las plataformas y la entrada del ducto a la orilla.

A82.16 Protección Atmosférica

(a) La zona de chapoteo, donde el ducto está intermitentemente mojado y seco, deberá ser diseñada con protección adicional contra la corrosión. Tal cosa se deberá lograr mediante una o más de las siguientes medidas:

- (1) revestimiento especial
- (2) sistemas y técnicas especiales de protección
- (3) otras medidas adecuadas, incluyendo la selección del material de tubería

(b) Se deberán instalar revestimientos y otros sistemas protectores instalados en una superficie adecuadamente preparada y en conformidad con las

especificaciones establecidas o las recomendaciones del fabricante. El revestimiento deberá resistir la acción del agua, el deterioro atmosférico, el daño mecánico y la desconexión catódica.

A862.2 Instalaciones Existentes

La compañía operadora deberá confiar en el monitoreo, investigación, inspecciones y acciones correctivas para controlar la corrosión. Tales actividades deben realizarse a intervalos periódicos suficiente como para asegurar que se mantenga un control adecuado de la corrosión. En los lugares en que se determine que la corrosión que está ocurriendo es perjudicial a la seguridad pública o de los empleados, tal instalación deberá ser reparada o reemplazada, o se deberán aplicar o incrementar las medidas de control de corrosión.

A862.21 Instalaciones Sumergidas

A862.214 Criterios de Protección Catódica

(a) *Criterios.* Los criterios de protección catódica se especifican en el Apéndice K.

(b) *Revisiones Eléctricas.* La compañía operadora deberá tomar lecturas eléctricas de forma periódica en cada ubicación de pruebas que se tenga disponible para asegurar que el nivel de la protección catódica, cumpla con el de los criterios del Apéndice K.

Antes de que se realice cada prueba eléctrica, se deberá efectuar una inspección para asegurarse de la continuidad eléctrica y que se tenga un buen contacto al ducto con la conexión de prueba.

A862.215 Interferencia Eléctrica. Se deben efectuar pruebas periódicas para garantizar que la aislación eléctrica de ductos ajenos y otras estructuras, permanezca completa. Algunas indicaciones de interferencia eléctrica, son el cambio en el potencial de tubo a electrolito, cambios en la magnitud o la dirección de la corriente, picaduras de la tubería localizadas, y roturas del revestimiento. Cuando se tienden nuevos ductos ajenos en la vecindad de las líneas existentes, se deberán realizar inspecciones para asegurarse la aislación eléctrica en conformidad con el párrafo 862.114. Si es que no puede lograrse la aislación eléctrica, se deberán tomar medidas para minimizar la interferencia eléctrica. Se deberá revisar y

mantener la aislación eléctrica de la plataforma con respecto al ducto, a menos que el sistema se haya diseñado específicamente para ser protegido en forma conjunta, simultáneamente.

A862.216 Examen Cuando el Ducto está Expuesto. Cuando un ducto se levante por encima del nivel del agua par mantenimiento o operación, la compañía operadora deberá inspeccionar visualmente el mismo, buscando evidencias de deterioro del revestimiento, corrosión externa, y donde sea posible, la condición de cualquier ánodo expuesto. Si se halla que hay corrosión excesiva, se deberá tomar acciones remediadoras, según sea necesario.

Si es que se hacen reparaciones debajo del agua, se deberán efectuar inspecciones buscando evidencia de corrosión externa o deterioro del revestimiento, debiéndose tomar las acciones correctivas necesarias para mantener la protección contra la corrosión del ducto.

A862.25 Corrosión Atmosférica.

Periódicamente, se deberán realizar inspecciones detalladas, en busca de evidencias de corrosión atmosférica. En la inspección se deberán incluir aquellas áreas que sean las más susceptibles a la corrosión, tales como bridas, pernos de bridas, zonas debajo de las abrazaderas o correas metálicas de círculo entero, las zonas donde la tubería está en contacto con los apoyos, y otros lugares donde se acumula la humedad. En los lugares en que se halle corrosión atmosférica, se deberá tomar acción correctiva inmediata. Las acciones correctivas deberán consistir en el pintado, el reemplazo de componentotes, según sea necesario, u otras acciones consideradas como necesarias por parte de la compañía operadora.

A863 CONTROL DE CORROSIÓN INTERNA

A863.1 General

El diseño y mantenimiento de instalaciones de ductos costa fuera que puedan transportar gas natural que contenga bióxido de carbono,, sulfuro de hidrógeno, ácidos orgánicos, sólidos o precipitados, compuestos que contengan azufre, oxígeno o agua libre, requieren consideraciones especiales para el control de la corrosión interna.

CAPÍTULO IX SERVICIO CON GAS AGRIO

B800 SERVICIO CON GAS AGRIO

B801 GENERAL

El Capítulo IX tiene que ver solamente con el servicio de ductos de transporte de gas que contiene niveles de sulfuro de hidrógeno que se definen como “gas agrio” en el presente Capítulo. El presente Capítulo está organizado para estar en paralelo con la numeración y contenido de los primeros siete capítulos del presente Código. Todas las disposiciones de los primeros siete capítulos del Código, son también requerimientos de este Capítulo, a menos que se modifique específicamente en este capítulo. Los títulos de los párrafos siguen aquellos de los primeros siete capítulos, con el Prefijo “B”.

Si es que un párrafo que aparece en los Capítulos I a VII no tiene un párrafo correspondiente en este Capítulo, la disposición se aplica al servicio con gas agrio sin modificación. Si es que un párrafo en este Capítulo no tiene un párrafo correspondiente en el Capítulo I hasta VII, las disposiciones se aplican solamente al gas agrio.

B802 ALCANCE Y PROPÓSITO

B802.1 Alcance

El presente Capítulo del Código cubre el diseño, requerimientos de materiales, fabricación, instalación, inspección pruebas y aspectos de seguridad de operación y mantenimiento de los sistemas de gas agrio.

B802.2 Propósito

El propósito de este Capítulo es la de proveer los requerimientos adecuados para un diseño seguro y confiable, la instalación, operación y mantenimiento de sistemas de ductos con servicio de gas agrio. Los requerimientos del presente Capítulo complementan los requerimientos de la parte restante del Código. No es el propósito de este Capítulo de incluirlo todo. Se deberán hacer disposiciones para los casos que no estén específicamente atendidos. El presente Capítulo no tiene la intención de evitar el desarrollo y aplicación de nuevos equipos mientras que los requerimientos de la seguridad y confiabilidad del Código sean satisfechos.

B803 TÉRMINOS Y DEFINICIONES DE GAS AGRIO

dureza: resistencia del metal a la deformación plástica, usualmente mediante el mellado. Para los aceros al carbón, la dureza puede relacionarse a la resistencia última a la tensión.

Número de Dureza Brinell (BHN por las iniciales de Brinell Hardness Number, en inglés): un valor para expresar la dureza del metal obtenida forzando una bola de acero duro de un diámetro específico contra el metal bajo una carga especificada. Para la carga estándar de 3.000 libras, los números varían de 81 hasta 945.

Microdureza: cualquier medida de dureza utilizando una carga de mellado menor a 10 kg.

Dureza Rockwell: una serie de escala de dureza para metales.

(a) La escala Rockwell “C” (HRC por Hardness Rockwell C, en inglés), usa un mellador que es un cono de diamante y una carga de 150 kg. La escala comienza en 20 para acero suave y alcanza un máximo de alrededor de 67 para aleaciones muy duras.

(b) La escala Rockwell “B” (HRB) usa un mellador que es una bola de metal duro, y comienza en 0 para metales sumamente blandos y alcanza un máximo de 100 para aceros y aleaciones blandas. HRB 100 = HRC 20.

Dureza Vickers HV 10: un valor logrado por el uso de un mellador que es una pirámide de diamante, con una carga de 10 kg.

zona afectada por el calor (HAZ, iniciales de Heat Affected Zone, en inglés): la porción del metal base que no se fundió durante el bronceado, cortado o soldado, sin embargo su microestructura y propiedades fueron afectadas por el calor de estos procesos.

agrietamiento inducido por hidrógeno (HIC, Heat Induced Cracking): un mecanismo de agrietamiento que afecta a los materiales susceptibles, causado por la difusión del hidrógeno en el metal. El hidrógeno atómico se crea usualmente por la reacción corrosiva del sulfuro de hidrógeno sobre el acero, en presencia del agua.

sulfuro de hidrógeno (H₂S): una sustancia gaseosa (que vienen como impureza), tóxica, hallada en algunos flujos de gas. Puede también ser generada in situ como un resultado de la acción microbiana.

Presión parcial: determinada por la multiplicación de la fracción molar (porcentaje molar dividido entre 100) del sulfuro de hidrógeno en el gas, por la presión total del sistema.

radio de exposición (ROE por Radius Of Exposure, en inglés): la distancia desde el punto de la suelta del gas en la cual las concentraciones de sulfuro de hidrógeno alcanzan un nivel especificado {frecuentemente 100 ppm (o 500 ppm)}, determinado por cálculos de dispersión.

gas agrio: gas que contiene sulfuro de hidrógeno (H₂S) a 65 psia (4.5 bar) o mayores, a una presión parcial de 0.05 psia (3.5 bar) o mayores. Véase el documento NACE MR0175, titulado *Materiales Metálicos Resistentes al Agrietamiento por Tensión de Sulfuro de Hidrógeno para Equipos Petroleros de Campo*.

agrietamiento por tensión de sulfuros (SSC, sulfide stress cracking): un mecanismo de agrietamiento relacionado con la corrosión, causado por la exposición de materiales susceptibles, a los iones sulfuro en la presencia de agua libre.

B813 MARCADO

Las válvulas que cumplan con NACE MR0175, deberán ser identificadas con tal característica, mediante una etiqueta o marca permanente.

B814 ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

B814.1 Requerimientos Generales

Los materiales deberán cumplir con los requerimientos de NACE MR0175.

B820 SOLDADURA DE DUCTOS DE GAS AGRIO

B821 GENERAL

B821.1

Esta sección comprende la soldadura de tubería en servicio con gas agrio, tanto para materiales de acero forjado como fundido y comprende las juntas soldadas a tope o en ángulo, en tuberías, válvulas, bridas, accesorios, elementos de enchufar y soldar, bridas de deslizar, accesorios, etc., y se aplica en ductos, componentes y conexiones a otros aparatos o equipos.

B821.2 Soldaduras de Costura

Esta sección nos se aplica a la soldadura de la costura en la fabricación de la tubería, aunque se advierte al usuario que tales costuras son adecuadas para el servicio con gas agrio en su condición instalada.

B821.4

El estándar de aceptabilidad para las soldaduras de los sistemas de tubería, que se deberán usar son las que se establecen en API- 1104, Sección 6, ó le Código de Calderos y Depósitos a Presión de ASME, Sección VIII, División 1. Sin embargo, se deberán tomar en consideración los requerimientos adicionales de dureza y tensión residual.

B822 PREPARACIÓN PARA SOLDADURA

B822.3 Soldaduras de Sellado

Las soldaduras de sellado tiene un procedimiento calificado separado.

B822.4 Limpieza

La tubería que haya estado en servicio con gas agrio, deberá ser limpiadas cuidadosamente, hasta el estado de metal brillante, en las superficies interiores hasta 1 pulgada del bisel de la soldadura.

B823 CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS Y DE SOLDADORES

Los requerimientos de los párrafos 823.1 y 823.11 no se deberán aplicar a esta sección.

B823.2 Requerimientos Para la Calificación de Procedimientos y de Soldadores en Sistemas de Tubería

B823.22 Todas las calificaciones de procedimientos y las de desempeño o rendimiento se deberán basar en los requerimientos de pruebas mecánicas destructivas.

B823.24 Control de Dureza. La dureza de todas las zonas de soldadura incluyendo el metal soldado y las zonas afectadas por el calor, probada en muestras de calificación de soldadura, deberán cumplir con los requerimientos de dureza para las aleaciones soldadas, según se especifica en NACE MR0175. Para las aleaciones más comunes de tubería, la dureza máxima permisible es HRC 22. Es responsabilidad del usuario, asegurarse que la muestra de calificación de soldadura, es metalúrgicamente representativa de las soldaduras de plena escala del ducto.

NOTA: Ambos tipos de estudios de macrodureza y microdureza de las muestras apropiadamente preparadas para calificación, se usan frecuentemente para determinar la presencia del zonas duras delgadas de HAZ (zonas afectadas por el calor) Un límite máximo comúnmente aceptado de macrodureza cerca de la superficie interior es de 250 HV10.

B824 PRECALENTAMIENTO

B824.5 Expulsión por Calor del Hidrógeno en Tubería Usada

La tubería que se haya usado en servicio de gas agrio, deberá ser calentada por lo menos durante 20 minutos a

400 °F (204 °C) o mayores temperaturas, para extraer todo el hidrogeno contenido en el metal. El calentamiento se deberá efectuar apenas antes de la soldadura. Este calentado deberá hacerse en adición de cualquier calentamiento especificado en el procedimiento de soldadura para tubería nueva y precediendo al mismo.

B825 ALIVIADO DE TENSIONES

B825.2

La química del acero y el procedimiento de soldadura se deberán controlar para limitar la dureza de la soldadura según lo requiere el párrafo B823.24. Cuando la efectividad de tales controles resulte cuestionable, se deberá prestar atención al aliviado de tensiones en las soldaduras de tubería en servicio con gas agrio. En general, la soldadura de perla templada, procedimientos de martillado, o tratamiento post-soldadura de baja temperatura, no proveen la protección equivalente contra el agrietamiento de servicio que proporciona un aliviado térmico de tensiones completo.

B825.6 Temperatura para el Aliviado de Tensiones

(a) El aliviado de tensiones se realiza normalmente a una temperatura de 1,100 °F (593 °C) para los aceros al carbón y a 1,200 °F (649 °C) para aceros de aleación ferrítica. Pueden usarse otros procedimientos de aliviado de tensiones, siempre que los mismos se hallen respaldados por evidencia metalúrgica. El rango exacto de temperaturas, deberá estar indicado en la especificación del procedimiento.

(b) Al realizar el aliviado de tensiones en una junta con metales disímiles que tengan diferentes requerimientos de aliviado de tensiones, el material que requiere la mayor temperatura de aliviado de tensiones, deberá ser el que gobierne. Podría requerirse consideraciones especiales para las aleaciones austeníticas y otras aleaciones altas.

(c) Las partes a calentar, deben llevarse lentamente a la temperatura requerida y mantenidas a dicha temperatura, durante un periodo proporcional calculado sobre la base de 1 hr/pulgada (1 hr/25 mm) de espesor de pared de tubería, aunque en ningún caso menos de ½ hora. Se deberá dejar que el metal enfrie lentamente y en forma uniforme.

(d) *Registros:* Se deberá proveer un registro adecuado de los ciclos de aliviado de tensiones, por cada aliviado de tensión que se haga.

(e) *Control de Temperatura:* Un grupo de soldaduras separadas estrechamente, tales como las tres soldaduras de una te, pueden controlarse y registrarse en una sola termocupla.

B826 SOLDADURA Y PRUEBAS DE INSPECCIÓN

B826.2 Inspecciones y Pruebas de Control de Calidad de Soldaduras en Sistemas de Tuberías con Gas Agrio

Además de los sub- párrafos 826.2(a) hasta (f), para las líneas de gas agrio en localidades de Clases 3 o 4, estaciones de compresión, cruces de ríos principales o navegables y cruces de caminos, se deberán revisar el 100% de las soldaduras de campo mediante inspección no destructiva. La inspección no destructiva, podrá realizarse antes o después del aliviado de tensiones.

B830 COMPONENTES DEL SISTEMA DE TUBERÍAS Y DETALLES DE FABRICACIÓN

Además del párrafo 830, todos los componentes deberán cumplir con los requerimientos de NACE MR0175, según resulte apropiado.

B831 COMPONENTES DEL SISTEMA DE TUBERÍA

B831.1 Válvulas y Dispositivos Reductores de Presión

B831.13

(a) Instrumentos, tubería de instrumentación, controladores, manómetros, medidores y otros componentes que se convierten en parte del sistema de retención de presión, deberán de cumplir con los requerimientos de NACE MR1075.

(b) La mayoría de las aleaciones basadas en cobre, sufren una corrosión severa cuando se hallan en servicio agrio. El uso de tales aleaciones en cualquier componente, debe investigarse para determinar la adecuabilidad.

B831.2 Bridas

B831.22 Empernado

(h) El empernado expuesto a gas agrio y al que se niega acceso al aire debido a la aislación térmica, los protectores de bridas, o ciertas características de diseño, deberán cumplir con los requerimientos de NACE MR1075, según resulte apropiado. Los diseñadores deberán notar que el empernado que cumple con los requerimientos de NACE MR1075 tales como el tipo ASTM A 193, grado B7M, tienen propiedades de tensión disminuidas, y el diseño de las juntas se deberá adecuar para tal disminución de resistencia. Los empernados abiertos a la atmósfera podrán ser pernos convencionales de ASTM A 193 grado B7.

B840 DISEÑO, INSTALACIÓN Y PRUEBAS

B841 TUBERÍA DE ACERO

B841.1 Requerimientos de Diseño de Sistemas de Tubería de Acero

B841.11 Fórmula de Diseño Para Tubería de Acero

(c) *Control de Fracturas.* El control de fracturas se deberá tomar en cuenta para el servicio con gas agrio.

B841.114 Factores de Diseño *F* y Clases de Localidad. Al utilizar la Tabla 841.114A, el factor de diseño *F* de 0.80 no debe aplicarse al servicio con gas agrio.

B841.2 Instalación de Ductos de Acero y Líneas Principales

B841.23 Curvas, Codos, y Juntas a Inglete en Tuberías de Acero

B841.231

(f) Las curvas usadas en la tubería de gas agrio deberán cumplir con los requerimientos de NACE MR1075 en la condición de dobladas. Podrían necesitarse dobladuras en caliente para cumplir con los requerimientos de dureza de NACE MR1075 y que aún así tanto las propiedades de tenacidad como las de resistencia a la tensión, sean aceptables. En las líneas de gas agrio, no se permiten arrugas en las curvas ni juntas a inglete.

B841.24 Requerimientos de Superficie de Tubería Aplicables a Ductos y Líneas Principales para Operar a Una Tensión de Aro de 20% o más de la Mínima Tensión de Fluencia Admisible

B841.245 Quemaduras de Arco. Adicionalmente, se ha visto que las quemaduras de arco causan concentraciones de tensiones serias en los ductos y en las líneas de gas agrio y deberán ser evitadas o eliminadas en todas las líneas.

Las quemaduras de arco pueden eliminarse mediante amolado, picado, o esmerilado. Las depresiones resultantes deberán ser cuidadosamente limpiadas y revisada para verificar que se haya quitado todo el material dañado, mediante un grabado con una solución del persulfato de amonio al 10% o de ácido nítrico al 5% en alcohol (nital). Si es que la remoción del material dañado ha sido completa, la depresión podrá uniformarse con el contorno original de la tubería, mediante el amolado, siempre que el espesor de pared remanente se halle dentro de los límites especificados.

B841.26 Conexiones a Presión (Hot Taps). Además del párrafo 841.26 del Capítulo IV, se deberá notar que la instalación de conexiones a presión en las

líneas de gas agrio presenta consecuencias metalúrgicas y riesgosas para la salud y solamente deberán ser efectuadas mediante planes de la compañía aprobados por escrito.

B841.27 Precauciones Para Evitar explosiones de Mezclas de Gas o Incendios Incontrolados Durante las Operaciones de Construcción

B841.271 Además de las precauciones delineadas en el párrafo 841.271 del Capítulo IV, se deberá notar que las operaciones de soldadura y corte en las líneas de gas agrio, presentan consecuencias a la salud y problemas metalúrgicos, por lo cual deberán realizarse solamente por planes aprobados por la compañía en forma escrita.

B841.3 Pruebas Después de la Construcción

B841.31 Disposiciones Generales. Además del párrafo 841.31 del Capítulo IV, se deberá notar que las pruebas con gas agrio presentan aspectos especiales de riesgo a la salud y problemas metalúrgicos y se deberá efectuar solamente por planes aprobados por la compañía por escrito.

B842 OTROS MATERIALES

B842.1

Los materiales deberán cumplir con los requerimientos de NACE MR1075, según resulte aplicable.

B842.3 Diseño de Tubería Plástica

B842.39 Tubería Plástica, Uniones de Tubería Delgada (Tubing) y Conexiones

B842.392 Requerimientos de Uniones. Las juntas unidas por fusión en tubería termoplástica usada en el servicio de gas agrio, son aceptables. Todos los procedimientos, el cemento, adhesivo, y los procedimientos de unión por fusión, deberán ser calificados mediante procedimientos escritos usando muestras de tramos de tubería plástica para prueba destructiva de escala plena.

B843 ESTACIONES DE COMPRESIÓN

B843.4 Equipo de Estación de Compresión

B843.41 Instalaciones para Tratamiento de Gas

B843.413 Todos los materiales metálicos en contacto con gas agrio presurizado, deberán cumplir con los requerimientos de NACE MR1075, según resulte aplicable.

El equipo de seguridad personal se deberá considerar para uso en las instalaciones de gas agrio. Se deberá

considerar el uso de sensores apropiados para detectar sulfuro de hidrógeno, capaces de actuar los sistemas de paro de planta de emergencia.

B844 RECIPIENTES (TANQUES) DE TIPO TUBO Y DE TIPO BOTELLA

No se deberán usar recipientes de tipo tubo o tipo botella con el gas agrío. El almacenamiento de gas agrío está fuera de los alcances del presente Código.

B850 CONSIDERACIONES ADICIONALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO QUE AFECTAN LA SEGURIDAD DE LOS DUCTOS DE GAS AGRIO

B850.1

(c) Se deberán efectuar cálculos del radio de exposición (ROE, iniciales de radius of exposure, en inglés) al H₂S; usando una ecuación de dispersión adecuada tal como la de Pasquell— Giffrod que se da como sigue:

(1) Cada operador deberá determinar la concentración de sulfuro de hidrógeno en la mezcla gaseosa del sistema. Los estándares adecuados son ASTM D 2385, GP C – 1, GPA, publicación 2265.

(2) Ecuaciones del Radio de Exposición

(a) Ecuación del radio de exposición al nivel de 100 ppm de H₂S, después de la dispersión:

$$X = \{(1.589) M Q\}^{0.6258}$$

(b) Ecuación del radio de exposición al nivel de 500 ppm de H₂S, después de la dispersión:

$$X = \{(1.4546) M Q\}^{0.6258}$$

donde

M = fracción molar del sulfuro de hidrógeno en la mezcla gaseosa

Q = máximo volumen determinado como disponible para escape en pies cúbicos por día, corregido a 14.65 psia y 60 °F

X = radio de exposición (ROE) en pies

(3) Ecuaciones Métricas

(a) Nivel de 100 ppm de H₂S, después de la dispersión:

$$X_m = \{(8.404) M Q_m\}^{0.6258}$$

(b) Nivel de 500 ppm de H₂S, después de la dispersión:

$$x = \{(2.404) M Q_m\}^{0.6258}$$

donde

M = fracción molar del sulfuro de hidrógeno en la mezcla gaseosa

Q_m = máximo volumen determinado como disponible para escape en metros cúbicos por día, corregido a 1.01 bares y 15.6 °C.

X_m = radio de exposición (ROE) en metros

NOTA: Las ecuaciones asumen una suelta de 24 horas. Cuando un segmento del ducto puede aislarse en menos de 24 horas, podrán usarse reducciones apropiadas de (Q).

(4) Se dan a continuación ejemplos de ROE de 100 ppm y 500 ppm para varias sueltas de 24 horas y varias fracciones molares de H₂S:

ROE x pies	ROE para 100 ppm	Fracción molar de H ₂ S
	Suelta en MMSCFD Q (1,000,000)	
1,165	1	0.05
3,191	5	0.05
4,924	10	0.05
7,597	20	0.05
9,792	30	0.05
1,798	1	0.1
4,924	5	0.1
7,597	10	0.1
11,723	20	0.1
15,109	30	0.1
2,775	1	0.2
7,597	5	0.2
11,723	10	0.2
18,090	20	0.2
23,315	30	0.2

ROE x pies	ROE para 100 ppm	Fracción molar de H ₂ S
	Suelta en MMSCFD Q (1,000,000)	
555		0.05
1,458	5	0.05
2,250	10	0.05
3,472	20	0.05
4,474	30	0.05
822	1	0.1
2,250	5	0.1
3,472	10	0.1
5,357	20	0.1
6,904	30	0.1
1,268	1	0.2
3,472	5	0.2
5,357	10	0.2
8,266	20	0.2
10,654	30	0.2

B850.4 Características Especiales del Plan de Emergencia

B850.42 Programa de Capacitación. Además del entrenamiento convencional, todo el personal de operación y mantenimiento de gas agrío deberá estar capacitado en:

- (a) peligros y características del H₂S
- (b) (efecto sobre componentes metálicos de las líneas y el equipo
- (c) precauciones de seguridad
- (d) operación del equipo de seguridad y sistemas de mantenimiento de la vida
- (e) acción correctiva y procedimientos de paro de sistema

B851 MANTENIMIENTO DE DUCTOS

B851.7

(e) Además de cada uno de los carteles requeridos en el sub- párrafo 851.7(c) del Capítulo V para operaciones donde el radio de exposición a 100 ppm es mayor a los 50 pies (15.2 m), se deberá instalar un cartel que diga “GAS VENENOSO.”

Todas las instalaciones de superficie deberán estar marcadas con carteles de “GAS VENENOSO.”

B851.10 Cuando se esté despresurizando las líneas de gas amargo o agrio, se debe atender la consideración de usar un sistema temporal o permanente de quemador tea.

B855 CONCENTRACIONES DE PERSONAS EN LOCALIDADES DE CLASES 1 Y 2

B855.1

(c) *Seguridad.* Las instalaciones fijas de superficie sin atención de personal, deberán estar protegidas del acceso por parte del público cuando estén ubicadas a una distancia de ¼ de milla (402 m) de un área residencial, comercial, u otra estructura habitada u ocupada; parada de bus, parque público, o zona poblada similar.

(1) La protección deberá ser provista mediante cercas y candados, o la remoción de válvulas e instrumentación y el sellado de portezuelas, u otros medios similares.

(2) Un ducto de superficie no se considera como una instalación fija de superficie.

(d) Se deberán instalar procedimientos o dispositivos de seguridad adicionales de control, y se deberá mantener los mismos para evitar la suelta no detectada de sulfuro de hidrógeno si es que ocurre alguna de las siguientes condiciones:

(1) El radio de exposición de 100 ppm es mayor a los 50 pies (15.2 m) e incluye alguna parte de zonas públicas excepto un camino público.

(2) El radio de exposición de las 500 ppm es mayor a los 50 pies (15.2 m) e incluye alguna parte de un camino público.

(3) El radio de exposición de 100 ppm es mayor a los 3,000 pies (915 m).

(e) *Plan de Contingencia.* Las operaciones sujetas al sub- párrafo (d) de líneas arriba, deberán tener un plan de contingencia expresado por escrito que se deberá entregar a las autoridades estatales y locales

de respuesta ante emergencias. Dichos planes deberán incluir mapas, ubicación de las válvulas de bloqueo, llaves de válvulas, y llaves para los candados.

B860 CONTROL DE CORROSIÓN EN DUCTOS DE GAS AGRIO

B861 GENERAL

B861.1 Alcance

Esta sección contiene los requerimientos aditivos o substitutivos mínimos para el control de corrosión interna y externa de tuberías y componentes que llevan gas agrio, cuando no se den aquí mismo disposiciones específicas para el control de corrosión de la tubería y componentes de gas agrio.

B861.2 Consideraciones Especiales

Debido a la corrosividad del sulfuro de hidrógeno y la frecuente presencia de bióxido de carbono y agua salada, que también son corrosivos, se deberá poner especial énfasis en el monitoreo y la mitigación de la corrosión interna.

Asimismo, debido a la naturaleza corrosiva y peligrosa del gas agrio, se deberá dar especial consideración a la selección de la holgura de corrosión.

B862 CONTROL DE CORROSIÓN EXTERNA

B862.1 Instalaciones Nuevas

B862.11 Instalaciones Enterradas de Acero

B862.113 Requerimientos de Protección Catódica. A menos que se pueda demostrar mediante pruebas o experiencia que no se necesita protección catódica, todas las instalaciones enterradas o sumergidas con revestimientos de tipo aislante, exceptuando las instalaciones armadas para un período de servicio limitado, deberán ser protegidas catódicamente, tan pronto como sea factible después de la instalación, exceptuando que los reemplazos menores o extensiones, deberán ser protegidas, según se explica en el párrafo 852.212.

Las instalaciones armadas para una vida de servicio limitada, no necesitan ser protegidas catódicamente, si es que se puede demostrar que la instalación no experimentará corrosión que la haga perjudicial al público a al medio ambiente. Los sistemas de protección catódica deberán ser diseñados para proteger el sistema enterrado o sumergido, en su totalidad.

Se considera que una instalación está protegida catódicamente cuando cumple con uno o más de los criterios establecidos en el Apéndice K.

Se alienta y estimula el uso de protección catódica para proteger las instalaciones enterradas de gas.

B863 CONTROL DE CORROSIÓN INTERNA

B863.1 General

Se debe asumir que las instalaciones de gas agrio son internamente corrosivas, a menos que se haya probado mediante la experiencia que no es así. Frecuentemente se usa el punto de rocío del agua como un método de control de corrosión. Las condiciones alteradas o los cambios operativos, podrían hacer ineficaz este medio de control. Es también común el uso de inhibidores.

B863.2 Instalaciones Nuevas

Las instalaciones nuevas deberán ser diseñadas con:

- (a) accesorios dedicado adecuados para la inyección de inhibidores de corrosión
- (b) accesorios dedicado adecuados para insertar y recuperar dispositivos para la medición de corrosión, tales como sondas y cupones

B866 TENSIÓN DE CORROSIÓN Y OTROS FENÓMENOS

B866.1

Las líneas de gas agrio, particularmente cuando el gas viene combinado con bióxido de carbono y agua salada producida, pueden sufrir serios fenómenos relacionados con la corrosión:

(a) *Fenómenos Relacionados con el Hidrógeno.* La reacción de corrosión en presencia del ión sulfuro, permite la liberación de una gran cantidad de átomos de hidrógeno que penetran el acero. El hidrógeno causa numerosos problemas, a los que se les ha dado diferentes nombres:

(1) Agrietamiento por tensión de sulfuros (SSC por sulfide stress cracking, en inglés) ocurre cuando las aleaciones son muy duras y / o muy altamente tensionadas en presencia de corrosión con gas agrio. La NACE MR1075 delinea todas las combinaciones aceptables de materiales aceptables para resistir este tipo de agrietamiento.

(2) Agrietamiento inducido por hidrógeno (HIC, por hydrogen induced cracking, en inglés) ocurre cuando el hidrógeno causa inclusiones en el acero que lo hacen exfoliarse en láminas. Se desarrollan enseguida múltiples grietas de corte que se desarrollan para vincular la exfoliación creando un sistema de grietas en forma de escalones o gradas. Se deberá considerar el uso de materiales resistentes al HIC para el servicio con gas agrio.

(3) Agrietamiento inducido por hidrógeno, orientado por tensión (SOHIO, por *stress oriented hydrogen induced cracking*, en inglés), es otra variedad de HIC. El SOPHIC es el mismo HIC, compuesto por las tensiones de valores altos.

(4) Ampollado de hidrógeno, consiste en átomo de hidrógeno que se difunden dentro del acero hacia determinadas áreas y que se recombinan para formar moléculas de hidrógeno gaseoso. La presión resultante puede crear grandes ampollas, ya sea en la superficie interior o exterior del acero.

(b) El agrietamiento por tensión de corrosión de cloruros, es causado por los cloruros contenidos en el agua producida. Los aceros inoxidable austénicos, son especialmente inclinados a este tipo de agrietamiento. El ión sulfuro tiene un efecto sinérgico con el ión cloruro. El resultado neto es que se presenta el agrietamiento a temperaturas más bajas y a menores concentraciones de cloruro de lo que podría esperarse normalmente. Excepto por partes reducidas con baja tensión, tales como los termopozos, no se aconseja el uso de aleaciones no resistentes al agrietamiento por tensión de cloruros a temperaturas por encima de los 140 °F, en sistemas de gas agrio húmedo.

(c) *Corrosión Inducida por Microbios: (MIC, por microbial induced corrosion, en inglés)* La actividad microbiológica puede crear corrosión severa del tipo de picaduras o agujeros, y agrietamiento relacionado con el hidrógeno en las líneas de gas amargo. Podría necesitarse usar biocidas apropiados y un monitoreo.

APÉNDICE A REFERENCIAS

Estas especificaciones pueden ser aplicadas inmediatamente a los materiales adquiridos para usarlos bajo el presente Código y deberían aplicarse a todos los materiales adquiridos 12 meses o mayor plazo después de la fecha de la emisión de la más reciente edición de referencia, incluyendo las addenda, si es que son aplicables. Un componente o tubería adquirido por el usuario en conformidad con una edición aprobada de especificación de materiales anterior a la fecha de emisión de una nueva edición aprobada o addenda, podrá utilizarse siempre que el componente o tubería sea inspeccionado y se determine que es satisfactorio para el servicio al que lo destinará el usuario.

Los estándares se incorporan en el presente Código, por referencia, y los nombres y direcciones de las organizaciones patrocinantes se muestran en el presente Apéndice. No resulta práctico hacer referencia a una edición específica de cada estándar, a lo largo de todo el texto del Código; en lugar de hacerlo, se deberá utilizar la edición más reciente, incluyendo los addenda, si resultan aplicables, a menos que se indique de otra manera.

Se utiliza un asterisco (*) para indicar estándares que han sido aceptados como Estándares Nacionales de los Estados Unidos (American National Standards) por el Instituto Estadounidense de Estándares Nacionales (American National Standards Institute, ANSI).

*AGA Z223, 1, Código Nacional de Gas Combustible.

Publicada por: American Gas Association (AGA), 400 North Capitol Street, NW, Washington, DC 20001

API 5L, Tubería de Línea

API 6A, Equipo de Cabezal de Pozo

API 6D, Válvulas para Ductos

API 1104, Estándar Para Soldadura de Ductos e Instalaciones Complementarias

API RP 2A, Práctica Recomendada para Planificar, Diseñar y Construir Plataformas Fijas Costa Fuera

API RP 5L1, Práctica Recomendada para el Transporte en Ferrocarril de Tubería de Línea

API RP 5L5, Práctica Recomendada para el Transporte Marino de Tubería de Línea

API RP 5L6, Práctica Recomendada para el Transporte de Tubería de Línea Sobre Vías Acuáticas Tierra Adentro

API RP 5LW, Transporte de Tubería de Línea en Barcasas y Naves Marinas

API RP 17B, Práctica Recomendada para Tubería Flexible

Publicadas por American Petroleum Institute (API), 1220 L Street, NW, Washington, DC 20005

*ASME B1.1 Roscas de Tornillos
Unificadas en Pulgadas

*ASME B1.20.1, Roscas de Tubería (Excepto Dryseal)

*ASME B16.1, Bridas de Tubería de Hierro Forjado y Accesorios Embridados

*ASME B16.5, Bridas en Tubería de Acero y Accesorios Embridados

*ASME B16.9, Accesorios para Soldadura a Tope de Acero Fundido, producidos en Fábrica

*ASME B16.11, Accesorios de acero Forjado, de Enchufar y Soldar y Roscados

*ASME B16.20, Empaquetaduras de Unión por Anillo y Surcos para Bridas de Tubería de Acero

*ASME B16.24, Bridas de Tubería de Bronce y accesorios Embridados

*ASME B16.33, Válvulas Metálicas Pequeñas de Gas Operadas Manualmente en Sistemas de distribución de Gas Cuya Máxima Presión Admisible de Operación No Exceda 60 psig ó 125 psig.

*ASME B16.34, Válvulas de Acero (Embridadas y con Extremo para Soldar a Tope)

*ASME B16.38, Válvulas Metálicas Grandes Operadas Manualmente Para Sistemas de Distribución de Gas, Cuya Máxima Presión Admisible de Operación No Excede 125 psig (8.6 bar)

*ASME B16.40, Cierres de Gas Termoplásticos Operados Manualmente y Válvulas en Sistemas de Distribución de Gas

*ASME B16.42, Bridas de Tuberías de Acero Dúctil y Accesorios Embridados

*ASME B18.2.1, Tuercas y tornillos Cuadrados y Hexagonales, incluyendo Pernos de Cabeza Oblicua, Tornillos de Cabeza Hexagonal y Tornillos de Expansión

*ASME B18.2.2, Pernos Cuadrados y Hexagonales

*ASME B31G, Manual para Determinar la Resistencia Remanente de Ductos Corroídos

*ASME B31.1, Tubería de Potencia

*ASME B31.2, Tubería para Gas Combustible

*ASME B31.3, Tubería de Plantas Químicas y de Refinerías de Petróleo

*ASME B31.4, Sistema de Tubería para Transporte de Petróleo Líquido

*ASME B36.10M, Tubería Soldada y Sin Costura de Acero Fundido

*Código BPV de ASME, Sección VIII, Recipientes a Presión, y Sección IX, Calificación de Soldadura

*ASME SI-1, Orientación y Guía de ASME para el uso del SI, Sistema Internacional de Unidades Métricas

Publicadas por: The American Society of Mechanical Engineers (ASME), Three Park Avenue, New York, NY 10016; Departamento de Pedidos: 22 Law Drive, Box 2300, Fairfield, NJ, 07007

ASTM A 53, Tubería, Acero, Negro y Sumergido en Caliente, Revestido en Zinc (Galvanizado) Soldado y Sin Costura

ASTM A 105/A 105M, Forjados, Acero al Carbón, Para Componentes de Tubería

ASTM A 106, Tubería sin Costura de Acero al Carbón, Para Servicio en Altas Temperaturas

ASTM A120, Tubería, Acero, Negro y Sumergido en Caliente, Cubierto de Zinc (Galvanizado) Soldado y Sin Costura para Uso Ordinario

ASTM A134, Tubería de Placa Acero Soldada Por Electro Fusión (Arco) (Tamaños de 16 pulgadas y mayores)

ASTM A135, Tubería de Acero Soldado por Electro-Resistencia

ASTM A139, Tubería de Placa Acero Soldada Por Electro Fusión (Arco) (Tamaños de 4 pulgadas y mayores)

ASTM A193/A 193M, Materiales de Empernado de Acero de Aleación de Acero Inoxidable para Servicio de Altas Temperaturas

ASTM A 211, Acero Soldado en Espiral o Tubería de Hierro

ASTM A 307, Elementos de Unión Estándar de Acero Al Carbón Roscados Externamente

ASTM A 320 A 320M, Materiales de Empernado de Acero de Aleación para Servicios a Baja Temperatura

ASTM A 354, Pernos, Prisioneros, y otros Elementos de Unión Roscados Externamente, Templados por Inmersión o Enfriamientos

ASTM A372/A 372M, Forjados de Acero al Carbón y Aleaciones Para Recipientes de Presión de Pared Delgada

ASTM A 381, Tubería de Metal de Acero Soldada con Arco Para Usarla en Sistemas de Transporte de Alta Presión

ASTM A 395, Elementos Fundidos de Hierro Ferrítico Dúctil para Retener Presión, Usados a Temperaturas Elevadas

ASTM A 449, Pernos y Pernos Prisioneros de Acero Templado por Inmersión o Enfriamiento

ASTM A 671, Tubería de Acero Soldada por Electro Fusión, Para Temperaturas Atmosféricas e Inferiores

ASTM A 672, Tubería de Acero Soldada por Electro Fusión, Para Servicio de Alta Presión a Temperaturas Moderadas

ASTM B 88, Tubo de Agua de Cobre sin Costura

ASDTM D 696, Prueba Para el Coeficiente de Dilatación Lineal de Materiales Plásticos

ASTM D 2513, Tubería Termoplástica para Gas a Presión, Tubería Delgada y Accesorios

ASTM D 2517, Tubería y Accesorios Reforzados con Resina Epóxica, para Gas a Presión

ASTM D 2837, Bases para el Diseño Hidrostático para Materiales de Tubería Termoplástica, Obtención

ASTM E 380, Práctica Métrica

Publicadas por: American Society for Testing and Materiales (ASTM), 100 Barr Harbor Drive, West Conshocken, PA 19428

*AWS A3.0 Términos y Definiciones de Soldadura

AWS D 3.6 Soldadura Bajo el Agua, Soldaduras Tipo "O"

Publicadas por: American Welding Society (AWS), 550 NW LeJeune Road, Miami, FL 33135

*AWWA A21.14, Accesorios de Hierro Dúctil, Desde 3 Pulgadas, Hasta 24 Pulgadas, para Gas

*AWWA A21.52, Tubería de Hierro Dúctil, Fundida Centrifugamente, en Moldes Metálicos o Moldes Revestidos con Arena, Para Gas

AWWA C101, Diseño de Espesor de Tubería de Hierro Fundido¹

*AWWA C11/A21.11, Juntas de Empaquetadura de Goma para Tubería y Accesorios de Presión, de Hierro Dúctil y Hierro Gris

*AWWA C 150/A21.50, Diseño del Espesor Para Tubería de Hierro Dúctil

Publicadas por: American Water Works Association (AWWA), 6666 West Quincy Avenue, Denver, CO 80235

EPRI EL-3106 (Publicada También como AGA-L51418, Potencial de CA Inducido por Líneas de Corriente en Ductos de Gas Natural, Para Configuraciones Complejas de Derecho de Vía

Publicada por: Electric Power Research Institute (EPRI), 3412 Hillview Avenue, P.O. Box 10412, Palo Alto, CA 94304

MSS SP-6, Acabados Estándar Para Caras de Contacto de Bridas de Tubería y Bridas de Extremos de Conexión de Válvulas y Accesorios

MSS SP-25, Sistema de Marcas Estándar para Válvulas, Accesorios, Bridas y Uniones

MSS SP-44, Bridas Para Líneas de Tubería de Acero

MSS SP-70, Válvulas de Compuerta de Acero Fundido, Extremos Embridados y Roscados

MSS SP-71, Válvulas de Retención de Tipo Balanceo, de Hierro Fundido, Extremos Embridados y Roscados

MSS SP-75, Especificaciones para Accesorios de Soldar de Alta Prueba de Forjado

MSS SP-78, Válvulas de Tapón de Hierro Fundido

¹ Esta publicación ya no se halla en impresión.

Publicada por: Manufacturers Standardization Society of the Valve and Fittings Industry (MSS), 127 Park Street, NE, Vienna, VA 22180

NACE MR0175, Materiales Metálicos Resistentes al Agrietamiento por Tensión de Sulfuros para Equipos Petroleros de Campo

NACE RP0169, Control de Corrosión Externa de Sistemas de Tuberías Metálicas Enterradas o Sumergidas

NACE RP0275, Aplicación de Revestimientos Orgánicos a la Superficie Externa de Tuberías de Acero, Para Servicio Subterráneo

NACE RP0675, Control de Corrosión Externa en Ductos de Acero Costa Fuera

NACE RP0177, Mitigación de Corriente Alterna y Efectos de los Rayos Sobre Estructuras Metálicas y Sistemas de Control de Corrosión

NACE: Estudio de Datos de Corrosión²

Publicadas por: National Association of Corrosion Engineers (NACE International), P.O. Box 218340, Houston, TX 77218

*NFPA 10, Extinguidores de Incendio Portátiles

*NFPA 30, Código de Líquidos Inflamables y Combustibles

*NFPA 58, Gases Licuados de Petróleo en Plantas de Gas de Servicio Público

*NFPA 70, Código Eléctrico Nacional

*NFPA 220, Tipos de Construcción de Edificios

Publicadas por: National Fire Protection Association (NFPA), 1 Batterymarch Park, Quincy, MA 02269

² Esta publicación ya no se imprime.

APÉNDICE B
NÚMEROS Y TEMAS DE ESTÁNDARES Y ESPECIFICACIONES QUE
APARECEN EN EL APÉNDICE A

La información de este Apéndice ha sido incorporada al Apéndice A.

APÉNDICE C

PUBLICACIONES QUE NO APARECEN EN EL CÓDIGO O EN EL APÉNDICE A

API 5B, Especificación para el Roscado, Medición e inspección de Roscas del Tubería de Revestimiento (Casing), Tubería Delgada (Tubing) y Tubería de Línea

API 5LU, Especificación Para Tubería de Línea Tratada por Calor de Prueba Ultra Alta¹

API 5LE, Especificación Para Línea de Tubería de Polietileno

API 5LP, Especificación Para Línea de Tubería Termoplástica

API 5LR, Especificación Para Tubería de Línea de Resina Termofraguable Reforzada

API RP 5 LA, Práctica Recomendada para el Cuidado y Uso de Para Tubería de Línea de Resina Termofraguable Reforzada

API RP 1107, Prácticas Recomendadas de Soldadura de Mantenimiento de Ductos

Publicadas por: American Petroleum Institute, (API), 1220 L Street, NW, Washington, DC 20005

ASME B1.20.3, Roscas Dryseal de Tubería

ASME B16.3, Accesorios Roscados de Hierro Maleable

ASME B16.4, Accesorios Roscados de Hierro Fundido

ASME B16.14, Tapones de Tubería Ferrosa, Arandelas y Tuercas de Presión, con Roscas de Tubería

ASME B16.15, Accesorios Roscados de Bronce Fundido

ASME B16.18, Accesorios de Juntas de Presión de Soldadura de Aleación de Cobre Fundido

ASME B16.22, Accesorios de Uniones de Presión de Cobre Forjado y Soldadura de Aleación de Cobre

ASME B16.25, Extremos de Soldadura a Tope

ASME B36.10M, Tubería de Acero Forjado Soldada y Sin Costura

Publicadas por: The American Society of Mechanical Engineers (ASME), Three Park Avenue, New York,

NY 10016; Departamento de Pedidos: 22 Law Drive, Box 2300, Fairfield, NJ, 07007

ASTM A 6, Placas de Acero Laminado, Encofrados, Tablaestacados y Barras Para Uso Estructural

ASTM A 29, Barras de Acero, Al Carbón y de Aleación, Laminado en Caliente y Acabado en Frío

ASTM A 36,

ASTM A 47, Piezas Fundidas De Hierro Maleable

ASTM A 48, Piezas Fundidas De Hierro Gris

ASTM A 125, Resortes Helicoidales de Acero Tratados Con Calor

ASTM A 126, Piezas Fundidas De Hierro Gris Para Válvulas, Bridas y Accesorios de Cañería

ASTM A 155, Tubería de Acero Soldada por Electro Fusión para Servicio de Alta Presión

ASTM A 181, Forjados, de Acero al Carbón Para Tubería de Uso General

ASTM A 182, Bridas de Tubería de Acero Forjado o de Aleación Laminada, Accesorios Forjados, y Válvulas y Partes para Servicio de Ata Temperatura

ASTM A 197, Hierro Maleable Cupola

ASTM A 216, Piezas Fundidas de Acero al Carbón Adecuadas para Soldadura por Fusión Para Servicio de Ata Temperatura

ASTM 217, Acero Inoxidable Martensítico y Elementos Fundidos en Acero de Aleación para Piezas que Retengan Presión, para Servicio de Alta Temperatura

ASTM A 225, Planchas para Recipientes a Presión, Acero de Aleación, Manganeso-Vanadio

ASTM A 234, Accesorios de Tubería de Acero al Carbón Fundido y Acero de Aleación Para Temperaturas Moderadas y Elevadas

ASTM A 242, Acero Estructural de Alta Resistencia y Baja Aleación

ASTM A 283, Planchas, Formas y Barras de Acero al Carbón de Resistencia a la Tensión Baja e Intermedia

ASTM A 285, Planchas Para Recipientes a Presión, Acero al Carbón, de Resistencia a la Tensión Baja e Intermedia

ASTM A 350, Piezas Fundidas de Acero al Carbón y de Baja Aleación, que Requieren Prueba de Tenacidad de Ranura, para Componentes de Tubería

¹ Esta publicación está obsoleta. En su lugar, hágase referencia a API 5L.

ASTM A 377, Tubería a Presión de Hierro Fundido y Hierro Dúctil
ASTM A 420, Accesorios de Tubería de Acero Al Carbón Forjado, y Acero de Aleación Para Servicio de Baja Temperatura
ASTM A 441, Acero Estructural de Alta Resistencia, Baja Aleación de Manganeso –Vanadio
ASTM A 442, Planchas Para Recipientes a Presión, Acero al Carbón, Propiedades de transición Mejoradas
ASTM A 487, Piezas Fundidas de Acero Adecuadas Para Servicio a Presión
ASTM A 502, Remaches o Roblones de Acero Estructural
ASTM A 515, Planchas Para Recipientes a Presión, Acero al Carbón para Servicio a Temperaturas Intermedias y Altas
ASTM A 516, Planchas Para Recipientes a Presión, Acero al Carbón, para Servicio a Temperatura Moderada y Baja
ASTM A 539, Tubería Delgadas Embobinada (Tubing de Carrete), Soldado por Resistencia Eléctrica Para Líneas de Gas y Combustible
ASTM A 575, Barras de Acero al Carbón Laminadas en Caliente, de Calidad Comercial
ASTM A 576, Barras de Acero, al Carbón, Laminadas en Caliente, Calidad Especial
ASTM A 691, Tubería de Acero al Carbón y de Aleación, Soldada por Electro Fusión Para Servicio de Alta Presión y Altas Temperaturas
ASTM A 694, Piezas Fundidas, Acero al carbón y de Aleación para Bridas de Tubería, Accesorios, Válvulas y Partes para Servicio de Transporte Para Alta Presión
ASTM B 21, Varillas de Bronce Naval, Barras, y Formas
ASTM B 42, Tubería de Cobre sin Costura, Tamaños Estándar
ASTM B 43, Tubería de Bronce Rojo, sin Costura
ASTM B 61, Piezas Fundidas de Bronce Para Válvulas o Vapor

ASTM B 68, Tubo de Cobre sin Costura, Anillado Brillante
ASTM B 75, Tubo de Cobre Sin Costura
ASTM B 249, Cobre Fundido y Varillas de Aleación de Cobre, Barras y Formas
ASTM B 251, Requerimientos Generales para los Tubos de Cobre y Aleación de Cobre (Métricos)
ASTM B 584, Piezas Fundidas en Arena con Aleación de Cobre para Aplicaciones Generales

Publicadas por: American Society for Testing and Materiales (ASTM), 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428

AWWA C207- 55, Bridas de Tuberías de Acero

publicadas por: American Water Works Association (AWWA), 6666 West Quincy Avenue, Denver, CO 80235

MSS SP- 55, Estándares de Calidad Para Piezas Fundidas de Acero – Método Visual
MSS SP- 61, Pruebas a presión de Válvulas de Acero

Publicada por: Manufacturers Standardization Society of the Valve and Fittings Industry (MSS), 127 Park Street, NE, Vienna, VA 22180

NACE MR0175, Materiales Metálicos Resistentes a Agrietamiento por Tensión de Sulfuros Para Equipo Petrolero de Campo

Publicada por: National Association of Corrosion Engineers (NACE International), P. O. Box 218340, Houston TX 77218

NFPA 59A, Gas Natural Licuado, Almacenamiento, Producción y Manejo

Publicada por: National Fire Protection Association (NFPA), 1 Batterymarch Park, MA 02269

APÉNDICE D

MÍNIMA TENSIÓN DE FLUENCIA ESPECIFICADA PARA TUBERÍA DE ACERO USADA COMÚNMENTE EN SISTEMAS DE DUCTOS¹

TABLA D1
MÍNIMA TENSIÓN DE FLUENCIA ESPECIFICADA PARA TUBERÍA DE ACERO
USADA COMÚNMENTE EN SISTEMAS DE DUCTOS

Especificación N°	Grado	Tipo (Nota 1)	SMYS, psi
API 5L {Nota (21)}	A25	BW, ERW, S	25,000
API 5L {Nota (21)}	A	ERW, S, DSA	30,000
API 5L {Nota (21)}	B	ERW, S, DSA	35,000
API 5L {Nota (21)}	x42	ERW, S, DSA	42,000
API 5L {Nota (21)}	x46	ERW, S, DSA	46,000
API 5L {Nota (21)}	x52	ERW, S, DSA	52,000
API 5L {Nota (21)}	x56	ERW, S, DSA	56,000
API 5L {Nota (21)}	x60	ERW, S, DSA	60,000
API 5L {Nota (21)}	x65	ERW, S, DSA	65,000
API 5L {Nota (21)}	x70	ERW, S, DSA	70,000
API 5L {Nota (21)}	x80	ERW, S, DSA	80,000
ASTM A 53	Tipo F	BW	25,000
ASTM A 53	A	ERW, S	30,000
ASTM A 53	B	ERW, S	35,000
ASTM A 106	A	S	30,000
ASTM A 106	B	S	35,000
ASTM A 106	C	S	40,000
ASTM A 134	...	EFW	{Nota (31)}
ASTM A 135	A	ERW	30,000
ASTM A 135	B	ERW	35,000
ASTM A 139	A	EFW	30,000
ASTM A 139	B	EFW	35,000
ASTM A 139	C	EFW	42,000
ASTM A 139	D	EFW	46,000
ASTM A 139	E	EFW	52,000
ASTM A 333	1	S, ERW	30,000
ASTM A 333	3	S, ERW	35,000
ASTM A 333	4	S	35,000
ASTM A 333	6	S, ERW	35,000
ASTM A 333	7	S, ERW	35,000
ASTM A 333	8	S, ERW	75,000
ASTM A 333	9	S, ERW	46,000

Continúa.....

¹ Véase el párrafo 841.1.

TABLA D1
MÍNIMA TENSIÓN DE FLUENCIA ESPECIFICADA PARA TUBERÍA DE ACERO
USADA COMÚNMENTE EN SISTEMAS DE DUCTOS (Continuación.....)

Especificación N°	Grado	Tipo (Nota 1)	SMYS, psi
ASTM A 381	Clase Y -35	DSA	35,000
ASTM A 381	Clase Y -42	DSA	42,000
ASTM A 381	Clase Y -46	DSA	46,000
ASTM A 381	Clase Y -48	DSA	48,000
ASTM A 381	Clase Y -50	DSA	50,000
ASTM A 381	Clase Y -52	DSA	52,000
ASTM A 381	Clase Y -56	DSA	56,000
ASTM A 381	Clase Y -60	DSA	60,000
ASTM A 381	Clase Y -65	DSA	65,000

NOTA GENERAL:

La presente Tabla no es completa. Para conocer la tensión mínima de fluencia especificada de otro grado y grados de otras especificaciones aprobadas, hágase referencia a cada especificación en particular.

NOTAS:

- (1) Abreviaturas: BW = fundido a tope en el horno; DSA = soldado por arco doble sumergido; EFW = soldado por electro fusión; ERW = soldado por electro resistencia; FW = soldado por fuilguración; S = sin costura
- (2) Los grados intermedios se hallan disponibles en API SL.
- (3) Véase la especificación de plancha aplicable para SMYS.

Valores de Resistencia Hidrostática de Largo Plazo para los Tubos Termoplásticos Cubiertos por ASTM D 2513. Los valores se aplican solamente a materiales y tuberías que cumplen todos los requerimientos de los materiales básicos y el ASTM D 2513. Están basados en los datos de pruebas de ingeniería obtenidos de acuerdo con ASTM D 1599 y analizados de acuerdo con ASTM D 2837. Cada año se publica una lista de compuestos que cumplen con estos requerimientos, por parte del Instituto de Tuberías de Plástico.

Designación de Material de Tubería de Plástico (D 2513)	Resistencia Hidrostática a Largo Plazo a 73 °F, psi
PB 2110	2,000
PE 3406	1,250
PE 3306	1,250
PE 2306	1,250
PE 3408	1,600
	}
PVC 1120	4,000
PVC 1220	4,000
PVC 2110	2,000
PVC 2116	3,150,

La Resistencia Hidrostática a Largo Plazo Para Tubos Teremofraguables Reforzados, que Cubre la ASTM D 2517, es de 11,000 psi. Los valores se aplican solamente a materiales y tuberías que cumplen con todos los requerimientos de los materiales básicos y de ASTM D 2517. Se hallan basados sobre datos de ingeniería obtenida en conformidad con ASTM D 1599 y analizada en conformidad con ASTM D 1837.

APÉNDICE E

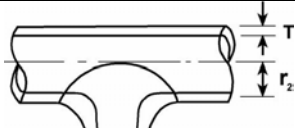
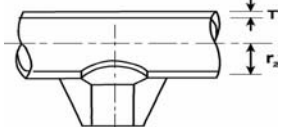
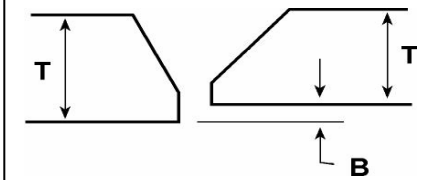
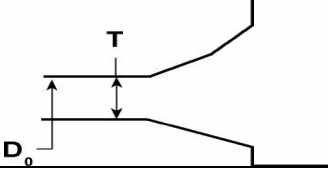
FACTORES DE INTENSIFICACIÓN DE FLEXIBILIDAD Y TENSIONES

TABLA E1
 FACTOR DE FLEXIBILIDAD, k_1 , Y FACTOR DE INTENSIFICACIÓN DE TENSIONES, i

Descripción	Factor de Flexibilidad, k	Factor de Intensificación de Tensiones, i {Notas (1) y (2)}		Característica de Flexibilidad h	Esquema
		Fuera del plano i_o	En el plano i_i		
Codo de soldar o tubería doblada {Notas (1) – (5)}	$\frac{1.65}{h}$	$\frac{0.75}{h^{2/3}}$	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{1.65}{h}$	
Curva de ingletes espaciada estrechamente {Notas (1), (2), (3), y (5)} $s < r_2 (1 + \tan \theta)$	$\frac{1.52}{h}$	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{\cot \theta}{2} \frac{T_s}{r_2^2}$	
Curva de inglete simple o ingletes separados ampliamente $s \geq r_2 (1 + \tan \theta)$ {Notas (1), (2), y (5)}	$\frac{1.52}{h}$	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{1 + \cot \theta}{2} \frac{T_s}{r_2^2}$	
Te de soldar, según ANSI B16.9, con $r_o \geq d'_a$ $T_c \geq 1.5 T$ {Notas (1), (2), y (6)}	1	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{3}{4} i_o + \frac{1}{4}$	$\frac{4.4 T}{r_2}$	
Te fabricada, reforzada con tejo o montura {Notas (1), (2), (7), (8) y (9)}	1	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{3}{4} i_o + \frac{1}{4}$	$\frac{(\bar{T} + 1/2 t_e)^{5/2}}{\bar{T}^{3/2} r_2}$	
Te fabricada sin refuerzo {Notas (1), (2), y (9)}	1	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{3}{4} i_o + \frac{1}{4}$	$\frac{T}{R_2}$	
Salida extruída $r_o \geq 0.05d$ $T_c \geq 1.5 T$ {Notas (1), (2), y (6)}	1	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{3}{4} i_o + \frac{1}{4}$	$\left(1 + \frac{r_o}{r_2}\right) \frac{\bar{T}}{r_2}$	

(Continúa.....)

TABLA E1
FACTOR DE FLEXIBILIDAD, k_1 , Y FACTOR DE INTENSIFICACIÓN DE TENSIONES, i
(CONTINUACIÓN)

Descripción	Factor de Flexibilidad, k	Factor de Intensificación de Tensiones, i {Notas (1) y (2)}		Característica de Flexibilidad H	Esquema
		Fuera del plano i_o	En el plano i_i		
Inserción soldada por el contorno $r_o \geq d'/8$ $T_c \geq 1.5 T$ {Notas (1), (2), y (10)}	1	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{3}{4} i_o + \frac{1}{4}$	$\frac{4.4 T}{r_2}$	
Accesorio de ramal, soldado (reforzado integralmente) {Notas (1), (2), 9 y (11)}	1	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{3.3 T}{r_2}$	
Descripción	Factor de Flexibilidad, k	Factor de Intensificación de Tensiones, i			
Soldadura a tope {Notas (1), y (12)} $T \geq 0.237$ in., $\delta_{max} \geq 1/16$ in., $\delta_{prom} / T \leq 0.13$	1	1.0			
Soldadura a tope {Notas (1), y (12)} $T \geq 0.237$ in., $\delta_{max} \geq 1/8$ in., $\delta_{prom} / T =$ cualquier valor					
Soldadura a tope {Notas (1), y (12)} $T \geq 0.237$ in., $\delta_{max} \geq 1/16$ in., $\delta_{prom} / T \leq 0.33$					
Transición con reducción, según ANSI B16.25 {Nota (1)}	1	máx 1.9 ó $1.3 + 0.0036 \frac{D_e}{T} + \frac{3.6 \delta}{T}$			
Reductor concéntrico, según ANSI B 16.9 {Notas (1), y (13)}	1	max. 2.0 ó $0.5 + 0.01a \frac{(D_0)^{2/3}}{T_2}$			

(Continúa.....)

TABLA E1
FACTOR DE FLEXIBILIDAD, k_1 , Y FACTOR DE INTENSIFICACIÓN DE TENSIONES, i
(CONTINUACIÓN)

Descripción	Factor de Flexibilidad, k	Factor de Intensificación de Tensiones, i
Brida de deslizar de doble soldadura {Nota (14)} f	1	1.2
Brida o accesorio de enchufar {Notas (14), y (15)}	1	max 2.1 ó $2.1 T / C_x$ aunque no menor a 1.3
Brida de junta de sobreponer con macho de unión de montar ANSI B16.9 {Nota (14)}	1	1.6
Unión roscada de tubería o brida roscada {Nota (14)}	1	2.3
Tubería corrugada recta, o curva corrugada o plegada {Nota (16)}	5	2.5

NOTAS:

- (1) La nomenclatura es la siguiente:
 R_1 = radio de doblado del codo de soldar o curva de tubería, in. (mm)
 T = espesor nominal de pared o componente de tubería, in. (mm)
= para codos y curvas de ingletes, el espesor nominal de pared del accesorio, in. (mm)
= para tes de soldar, el espesor nominal de pared de la tubería de unión, in. (mm)
= para tes fabricadas, el espesor nominal del tramo principal (siempre que el espesor sea mayor al de la tubería de unión, el espesor incrementado deberá mantenerse por lo menos en un tramo de diámetro exterior a cada lado del diámetro exterior del ramal) in., (mm)
 T_c = el espesor de la unión de la te, in., (mm)
 d = diámetro exterior del ramal, in., (mm)
 r_o = radio de curvatura de la porción externa contorneada de la salida, medida en el plano que contiene los ejes del cabezal y del ramal, in., (mm)
 r_2 = radio medio de la cañería de unión, in., (mm)
 s = espaciamiento de ingletes en el eje central, in., (mm)
 t_2 = espesor del tejo o montura, in., (mm)
 θ = mitad del ángulo entre los ejes de ingletes adyacentes, grados
- (2) El factor de flexibilidad, k , se aplica a la dobladura, en cualquier plano. Los factores de flexibilidad, k , y los factores de intensificación de tensiones, i , no deberán ser menores a la unidad; los factores para la torsión igual a la unidad. Ambos factores se aplican sobre la longitud de arco efectiva (mostrada por ejes gruesos en los dibujos esquemáticos) para curvas dobladas y de ingletes y al punto de intersección para las tes.
Los valores de k e i , pueden leerse directamente de la Gráfica A, ingresando con la característica, h , calculada de las fórmulas dadas.
- (3) Cuando se tiene bridas conectadas en uno o ambos extremos, los valores de k e i se deberán corregir mediante los factores c_{ik} , que pueden leerse directamente de la Gráfica B, ingresando con el valor calculado de h .
- (4) Se advierte al diseñador, que los accesorios fundidos soldados a tope A, pudieran tener paredes de espesor considerablemente mayor que las del tipo de cañería al que estén acostumbrados.
- (5) En codos y curvas de diámetro grande y de pared delgada, la presión puede afectar significativamente las magnitudes de k e i . Para corregir los valores de la Tabla. divida k por

$$\left[1 + b \left(\frac{P}{E_e} \right) \left(\frac{r_2}{T} \right)^{7/8} \left(\frac{R_1}{r_2} \right)^{1/3} \right]$$

dividir / por

TABLA E1 (CONTINUACIÓN)

$$\left[1 + 3.25 \left(\frac{P}{E_e} \right) \left(\frac{r_2}{\bar{T}} \right)^{5/2} \left(\frac{R_1}{r_2} \right)^{2/3} \right]$$

donde

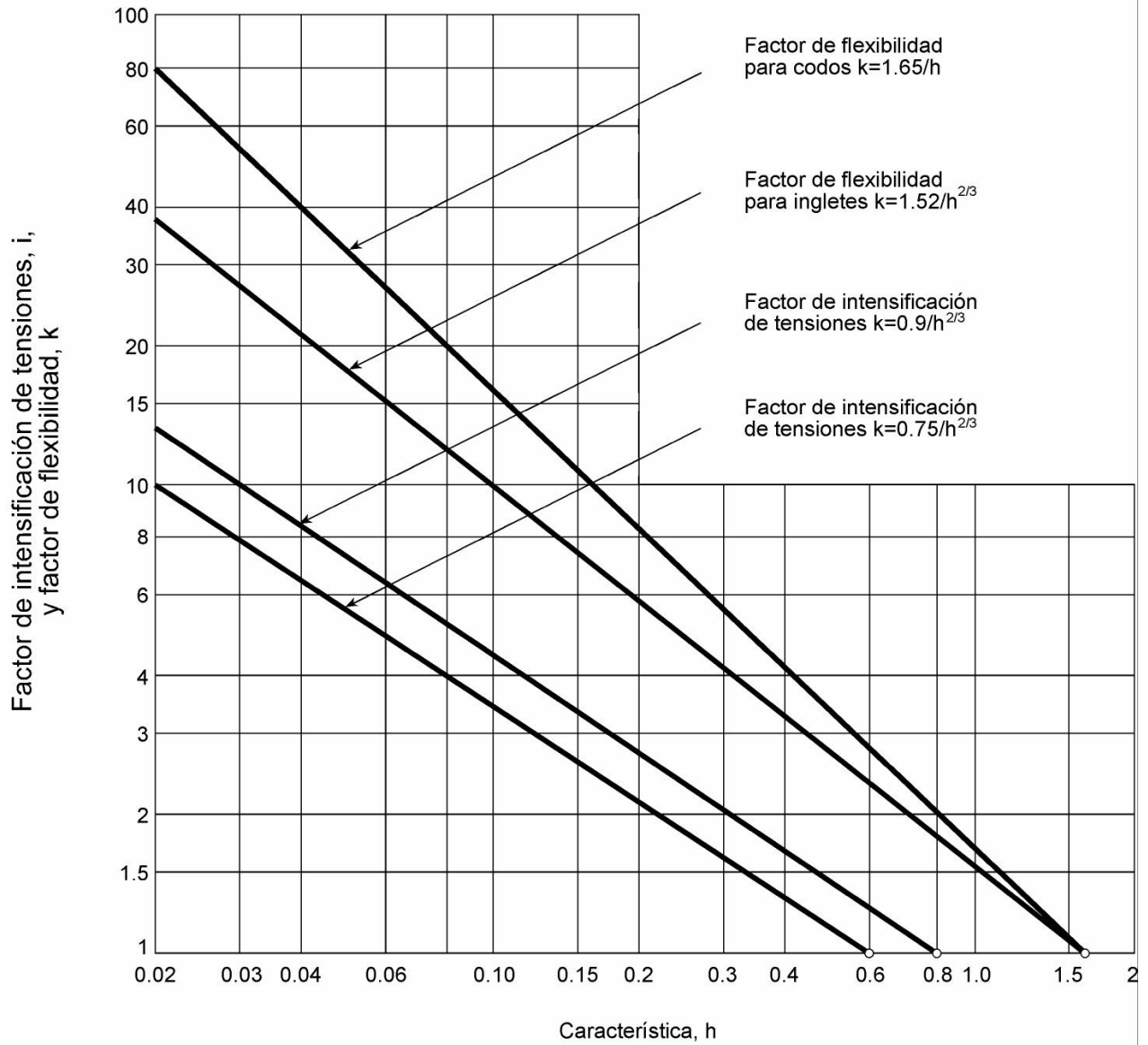
- E_e = módulo frío de elasticidad
 P = presión de manómetro
- (6) Si el número de ciclos de desplazamiento es menor a 200, se necesita cumplir con los límites especificados de radio y espesor. Cuando los límites de radio y espesor no se cumplen, y el número de ciclos de diseño excede los 200, los factores de intensificación de tensiones de dentro del plano y fuera del plano, se deberán calcular como $1.12/h^{2/3}$ y $(0.67/h^{2/3}) + 1/4$, respectivamente.
- (7) Cuando $(t_e) > 1 \frac{1}{2} T$, use $h = 4.05 T/r_2$
- (8) El mínimo valor de intensificación de tensiones debería ser 1.2.
- (9) Cuando la relación de diámetros de tramo a ramal excede 0.5 y el número de ciclos de desplazamiento desplaza 200, los factores de intensificación en el plano y fuera del plano, deberán calcularse como $1.8/h^{2/3}$ y $(0.67 h^{2/3}) + 1/4$, respectivamente, a menos que la soldadura de transición entre el ramal y el tramo esté fundida como un contorno cóncavo liso. Si es que la soldadura de transición entre el ramal y el tramo está fundida como un contorno cóncavo liso, aún así, se aplican los factores de intensificación dados en la Tabla.
- (10) Si es que el número de ciclos de desplazamiento es menor a 200, no se necesita cumplir con los límites de radio y espesor especificados. Cuando los límites de radio y espesor no van a cumplirse y el número de ciclos de desplazamiento diseñados excede los 200, las factores de intensificación de tensiones en el plano y fuera del plano, deberán calcularse como $1.8/h^{2/3}$ y $(0.67 h^{2/3})$.
- (11) El diseñador deberá quedar satisfecho que este elemento fabricado tenga una presión especificada equivalente a la de la tubería recta.
- (12) Los factores de intensificación de tensiones se aplican a las soldaduras de extremo de cintura (vuelta entera) para ítems para los cuales el espesor de pared se halle entre $.0875 T$ y $1.10T$ para una distancia axial de $\sqrt{D_o \bar{T}}$; D_o y T son el diámetro externo nominal y el espesor nominal de pared, respectivamente; δ_{prom} es el promedio de la desigualdad o desviación entre elementos.
- (13) La ecuación se aplica solamente si es que se cumplen las siguientes condiciones:
 (a) El ángulo de cono α no excede los 60 grados y el reductor es concéntrico.
 (b) El mayor valor entre $D_{o1} \sqrt{\bar{T}}$ y $D_{o2} \sqrt{\bar{T}}$ no excede 100.
 (c) El espesor de pared no es menor a T_1 ; en todo el cuerpo del reductor, excepto en e inmediatamente adyacente a la porción cilíndrica del extremo menor, donde el espesor no debiera ser mayor a T_2 .
- (14) Para algunas uniones embridadas, pudieran presentarse fugas en las tensiones de expansión, que de otra manera se permiten aquí. El momento para producir una fuga en una unión embridada con una empaquetadura que no tenga características auto-sellantes, puede estimarse mediante la ecuación:

$$M_L = (C/4) (S_b A_b - P A_b)$$
- donde
- A_b = área total de los pernos de la brida, in² (mm²)
 A_p = área al exterior del contacto de la empaquetadura, in² (mm²)
 C = círculo de pernos, in., (mm)
 M_L = momento para producir fuga en la brida, in. – lb (mm – N)
 P = presión interna, psi (MPa)
 S_b = tensión de los pernos, psi (MPa)
- (15) C_x es la longitud de la soldadura en ángulo; use la extremidad menor para C_x .
- (16) Los factores que se muestran, se aplican a doblado. El factor de flexibilidad para torsión es igual a 0.9.

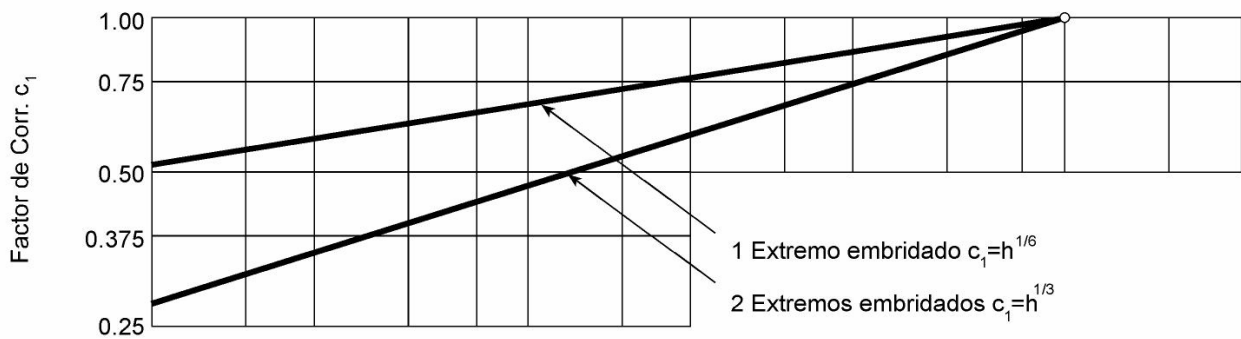
Continúa.....

VIENE UNA PÁGINA CON UNA GRAFICA

Tabla E1; (Continuación...)



Gráfica A



Gráfica B

APÉNDICE F

CABEZALES EXTRUÍDOS Y CONEXIONES SOLDADAS DE RAMALES

F1 CABEZALES EXTRUIDOS

Las definiciones y limitaciones aplicables a las Figuras F1 hasta F4, son las siguientes:

- D = diámetro exterior del tramo
- D_c = diámetro interno corroído del tramo
- D_o = diámetro interno corroído de la salida extruida, medido al nivel de la superficie externa del tramo
- L = altura de la zona de refuerzo
- T_b = espesor de pared real del ramal, sin incluir la holgura de corrosión
- T_r = espesor de pared real del tramo, sin incluir la holgura de corrosión
- T_o = espesor corroído final de la salida extruida medido a una altura igual a r_o por encima de la superficie exterior del tramo
- d = diámetro externo de la tubería del ramal
- D_c = diámetro interno corroído de la tubería del ramal
- h_o = altura del borde extruido. Esta debe ser igual o mayor a r_o, excepto como se muestra en la limitación (b) de r_o, debajo.
- r₁ = mitad de anchura de la zona de refuerzo (igual a D_o)
- r_o = radio de curvatura de la porción contorneada externa de la salida, medida en el plano que contiene los ejes del tramo y el ramal. Esto queda sujeto a las siguientes limitaciones:

(a) *Radio Mínimo.* La dimensión no deberá ser menor a 0.05d, excepto que en diámetros de ramal mayores a 30 in., no es necesario exceder 1.50 in.

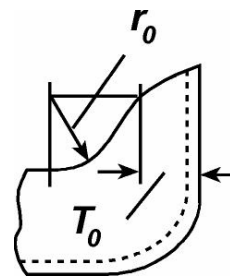
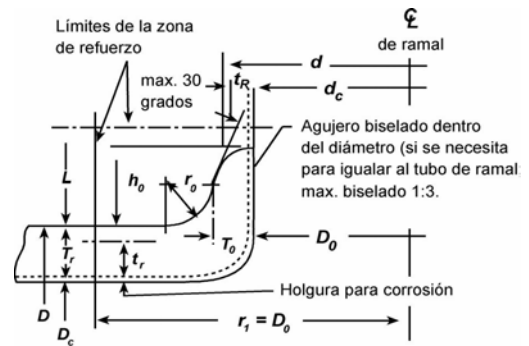
(b) *Radio Máximo.* Para tamaños de salida de tubería NPS 6 o mayores, esta dimensión no deberá exceder 0.10d + 0.50 in. Para tamaños de salida de tubería menores a NPS 8, esta dimensión no deberá ser mayor a 1.25 in.

(c) Cuando el contorno exterior contenga más de un radio, el radio de cualquier sector de arco de aproximadamente 45 grados, deberá cumplir con los requerimientos de (a) y (b), dados líneas arriba.

(d) No se deberá emplear el trabajo con máquina para cumplir los requerimientos dados anteriormente.

t_b = espesor requerido de la tubería del ramal de acuerdo con la fórmula de diseño del párrafo 841.11, aunque sin incluir espesor por corrosión.

t_r = espesor requerido del tramo de acuerdo con la fórmula de diseño del párrafo 841.011, aunque



NOTA GENERAL

Diagrama para mostrar el método de establecer T_o cuando el bisel abarca al radio de la unión.

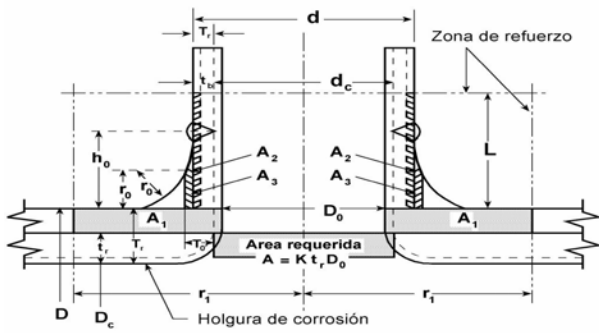
sin incluir ninguna tolerancia por corrosión o tolerancia por falta de espesor.

F2 EJEMPLOS QUE ILUSTRAN LA APLICACIÓN DE LAS REGLAS PARA EL REFUERZO DE CONEXIONES DE RAMALES SOLDADOS

F2.1 Ejemplo 1

Una salida de NPS 8 está soldada a una línea principal de NPS 24. El material de la línea es API 5LX 46 con pared de 0.212 in. La salida es API 5L Grado B (Sin costura) Schedule 40 con pared de 0.322 in. La presión de trabajo es 650 psig. La fabricación se hace en una Localidad Clase 1. Usando el párrafo 841.1 la eficiencia de la junta es 1.00. La temperatura es 100 °F. Factor de diseño F = 0.60, E = 1.00 y T = 1.00. Véanse las dimensiones en la Figura F6.

T

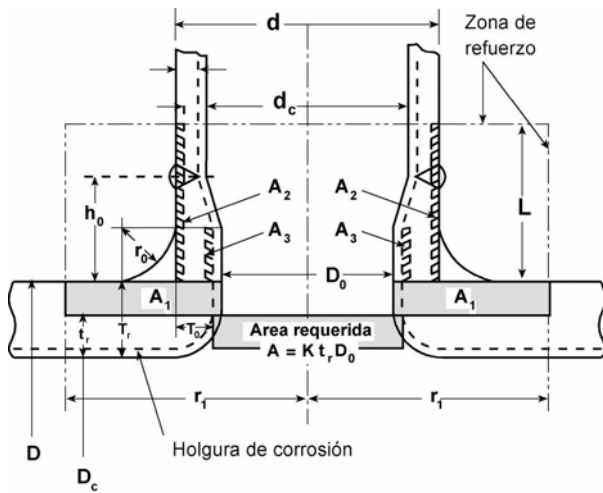


NOTA GENERAL: El esquema muestra la condición en que $k = 1.00$.

FIG. F3

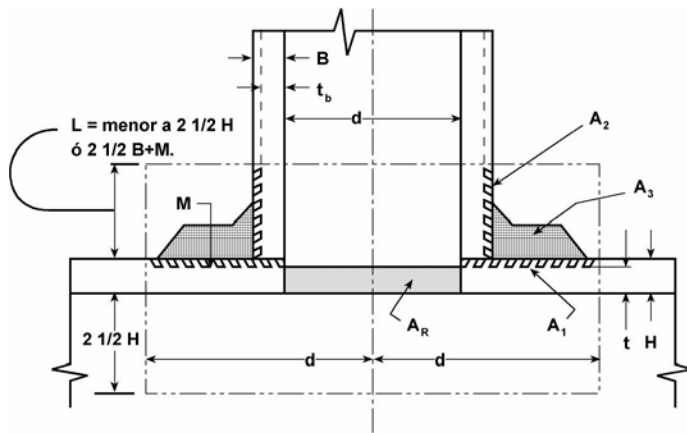
F2.11 Línea Principal

$$t = \frac{PD}{25FET} = \frac{650 \times 24}{2 \times 46,000 \times 0.60 \times 1.00 \times 1.00} = 0.283 \text{ in.}$$



NOTA GENERAL: El esquema muestra la condición en que $k = 1.00$.

FIG. F4



Área de refuerzo señalada con las líneas _____
 Área de refuerzo requerida $A_R = dt$
 Área disponible como refuerzo = $A_1 + A_2 + A_3$

$A_1 = (H-t)(d)$ (Si el valor es negativo úsese cero como valor de A_1)
 $A_2 = 2(B - t_b)t$
 $A_3 =$ suma de las áreas de todos los refuerzos añadidos, incluyendo las áreas de soldadura que quedan dentro del área de refuerzo
 $A_1 + A_2 + A_3$ debe ser igual o mayor que A_R ,
 donde

$B =$ espesor nominal de pared del ramal
 $H =$ espesor nominal de pared de la línea
 $M =$ espesor real (por medición) o nominal del refuerzo añadido
 $d =$ el valor mayor entre la longitud de la abertura acabada en la pared de la línea, medida paralela al eje del tramo en el diámetro interior de la conexión del ramal

$t =$ espesor de pared nominal requerido de la línea (bajo la sección apropiada del Código)
 $t_b =$ espesor nominal de pared requerido del ramal (bajo la sección apropiada del Código)

FIG. F5 REGLAS PARA EL REFUERZO DE LAS CONEXIONES DE RAMALES SOLDADOS

Exceso de espesor en la pared de la línea:

$$H - t = 0.312 - 0.283 = 0.029 \text{ in.}$$

F2.11 Salida. Espesor de pared nominal requerido:

$$t_b = \frac{650 \times 8.625}{2 \times 35,000 \times 0.60 \times 1.00 \times 1.00}$$

$$= 0.133 \text{ in.}$$

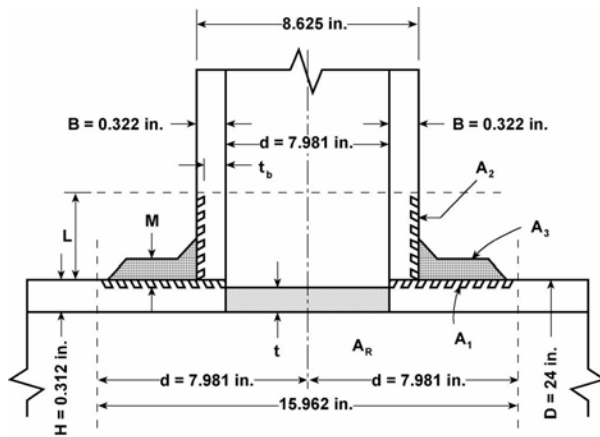


FIG. F6

F2.15 Área Efectiva en la Salida

$$\begin{aligned} \text{Altura } L &= 2 \frac{1}{2} B + M \text{ (asumir un tejo de } \frac{1}{4} \text{ in.)} \\ &= (2 \frac{1}{2} H \times 0.322) + 0.25 = 1.055 \text{ in.} \end{aligned}$$

$$\text{ó } L = 2 \frac{1}{2} H = 2.5 \times 0.312 = 0.780 \text{ in. Usar } L = 0.780 \text{ in.}$$

$$\begin{aligned} A_2 &= 2(B - t_b)L = 2 \times 0.189 \times 0.780 \\ &= 0.295 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

Esta cifra debe multiplicarse por 35,000/46,000
{Véase el párrafo 831.41(f)}

$$A_2 \text{ Efectiva} = 0.295 \times \frac{35,000}{46,000} = 0.388 \text{ in}^2$$

Área requerida:

$$\begin{aligned} A_3 &= A_g - A_1 - A_2 \\ &= 2.259 - 0.231 - 0.224 = 1.804 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

Usar una placa reforzada que tenga un espesor de 0.250 in. de espesor (el mínimo práctico) x 15.5 in. de diámetro.

$$\text{Área} = (15.500 - 8.625) \times 0.250 = 1.719 \text{ in}^2$$

$$A_3 \text{ total provista} = 1.844 \text{ in}^2$$

F2.2 Ejemplo 2

Una salida NPS 16 está soldada a una línea NPS 24. El material de la línea es API 5LX 46 con una pared de 0.212 in. La salida es API 5L Grado B, (Sin costura) Schedule 20 con una pared de 0.312 in. La presión de trabajo es de 650 psi. La fabricación se instalará en una Localidad Clase 1. Por el párrafo 841.42, el refuerzo debe ser del tipo de vuelta entera.

Usando el párrafo 841.1, la eficiencia de la junta es de 1.00. La temperatura es 100 °F. El factor de diseño F

Exceso de espesor en la pared de salida:

$$B - t_b = 0.322 - 0.133 = 0.189 \text{ in.}$$

$$\begin{aligned} d &= \text{diámetro interior de la abertura} = 8.625 - 2 \times 0.322 \\ &= 7.981 \text{ in.} \end{aligned}$$

F2.13 Refuerzo Requerido

$$A_R = dt = 7.9871 \times 0.283 = 2.259 \text{ in}^2$$

F2.14 Refuerzo Provisto por la Línea

$$A_1 = (H - t) d = 0.029 \times 7.981 = 0.231 \text{ in}^2$$

= 0.60. E = 1.00 y T = 1.00. Véanse las dimensiones en la Fig. F7.

F2.21 Línea Principal. El espesor de pared requerido:

$$\begin{aligned} t &= \frac{PD}{2 SFET} = \frac{6.50 \times 24}{2 \times 46,000 \times 0.60 \times 1.00 \times 1.00} \\ &= 0.283 \text{ in.} \end{aligned}$$

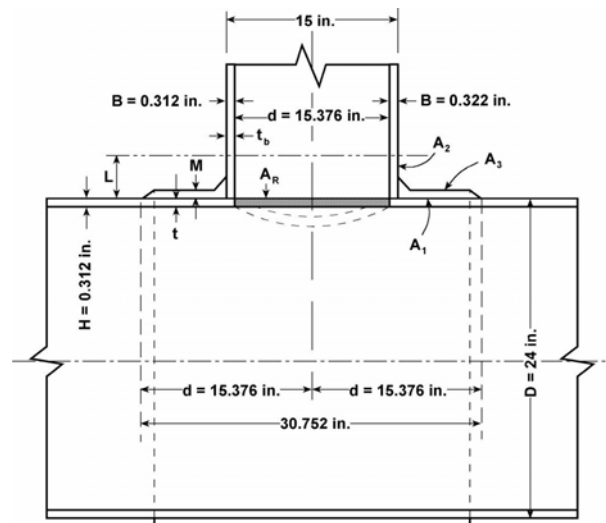


FIG. F7

Exceso de espesor en la pared de la línea:

$$H - t = 0.312 - 0.283 = 0.029 \text{ in.}$$

F2.22 Salida. Espesor de pared nominal requerido:

$$\begin{aligned} t_b &= \frac{650 \times 16}{2 \times 35,000 \times 0.60 \times 1.00 \times 1.00} \end{aligned}$$

$$= 0.248 \text{ in.}$$

Espesor de pared excesivo de la salida:

$$H - t_b = 0.312 - 0.248 = 0.064 \text{ in.}$$

$$d = \text{diámetro interno de la abertura} = 16.000 - 2 \times 0.312 = 15.376 \text{ in.}$$

F2.25 Área Efectiva de la Salida

$$\begin{aligned} \text{Altura } L &= 2 \frac{1}{2} B + M \text{ (asumir placa de } 5/16 \text{ in.)} \\ &= (2.5 \times 0.312) + 0.312 = 1.092 \text{ in.} \end{aligned}$$

ó

$$L = 2 \frac{1}{2} H = 2.5 \times 0.312 = 0.780 \text{ in. Usar } 2L = 0-780 \text{ in.}$$

$$\begin{aligned} A_2 &= 2 (B - t_b) L = 2 \times 0.064 \times 0.780 \\ &= 0.100 \text{ in.} \end{aligned}$$

Este valor debe multiplicarse por 35,000/45,000. {Véase el párrafo 831.4(f).}

$$A'_2 \text{ efectiva} = 0.100 \times 35,000/46,000 = 0.076 \text{ in.}$$

Área requerida:

$$\begin{aligned} A_3 &= A_g - A_1 - A'_2 \\ &= 4.321 - 0.446 - 0.131 = 3.829 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

Espesor requerido aproximado del refuerzo:

$$3.829 / (30 - 16) = 0.274 \text{ in.}$$

F2.23 Refuerzo Requerido

$$A_1 = (H - t) d = 0.029 \times 15.376 = 0.446 \text{ in}^2$$

F2.24 Refuerzo Provisto

$$A_1 = (H - t) d = 0.029 \times 15.376 = 0.446 \text{ in}^2$$

Usar una plancha de 0.312 in., con una longitud mínima requerida (sin tomar en cuenta las soldaduras) de.

$$3.829 / 0.312 = 12.272 \text{ in.}$$

$$16 + 12.272 = 29 \text{ in. (redondeado al siguiente entero mayor)}$$

Usar una placa que tenga una longitud de 29 in.:

$$\text{Área} = 0.312 \times (29 - 16) = 4.056 \text{ in}^2$$

Dos soldaduras de 1/4 in. a la salida:

$$\frac{1}{2} \times (0.25 \times 0.25) \times 2 = 0.063 \text{ in}^2$$

$$\text{Total } A_3 \text{ provista} = 4.119 \text{ in}^2$$

El uso de soldaduras de extremo es opcional. Véase la Fig. 13.

APÉNDICE G

PRUEBA DE SOLDADORES LIMITADA A L TRABAJO SOBRE LÍNEAS QUE OPERAN A TENSIONES DE ARO DE MENOS DEL 20% DE LA TENSIÓN MÍNIMA DE FLUENCIA ESPECIFICADA¹

(a) Con una prueba inicial, se debería poder calificar a un soldador para el trabajo. A partir de entonces, el trabajo del soldador debería ser revisado, ya sea por una recalificación a intervalos de 1 año, o mediante un corte y pruebas del trabajo de producción, por lo menos cada 6 meses.

(b) La prueba puede ser efectuada sobre tubería de cualquier diámetro, de 12 pulgadas o menores. La soldadura de prueba deberá ser efectuada con el tubo en una posición horizontal fija, de manera que la soldadura de prueba incluya por lo menos una sección de soldadura en posición por encima.

(c) El biselado, la abertura raíz, y otros detalles, deberá estar en conformidad con la especificación del procedimiento bajo el cual se califica al soldador.

(d) La soldadura de prueba deberá ser cortada en cuatro cupones y sujeta a la prueba de doblado de raíz. Si como resultado de la prueba se genera una grieta en el material de soldadura, o entre la soldadura y el metal base de más de 1/8 de pulgada de longitud en cualquier dirección, ésta debería ser causa de rechazo. No deberán considerarse las grietas que ocurran en la esquina de la muestra durante la prueba. Si es que no se rechaza más que un cupón, la soldadura se considerará aceptable.

(e) Se deberá requerir que los soldadores que efectuarán conexiones de servicio en la línea mediante soldadura, a las líneas principales, pasen las siguientes pruebas satisfactoriamente:

(1) Soldar un accesorio de conexión de línea de servicio a una sección de tubería que tenga el mismo diámetro de la línea principal típica. Esta soldadura deberá efectuarse en la misma posición en que se efectúa este tipo de soldadura en el campo.

(2) La soldadura deberá ser probada intentando arrancar el accesorio de la tubería, por cualquier medio disponible (hacerlo saltar por golpe)

Se deberá rechazar una muestra si la soldadura rota en la unión del accesorio y la tubería muestra una fusión incompleta, superposición, o escasa penetración.

(f) Para la revisión periódica de los soldadores que trabajan solamente en líneas de servicio menores, (2 pulgadas o menores de diámetro), podrá emplearse la

siguiente prueba especial de campo. Esta prueba no se deberá usar como un sustituto de la prueba original de calificación.

Dos soldaduras de muestra efectuadas por el soldador bajo prueba, deberán ser tomadas de la línea de acero de servicio. Cada muestra deberá ser cortada con una longitud de 8 pulgadas, con la soldadura ubicada aproximadamente en el centro. Una muestra deberá tener los extremos aplanados y toda la pieza se deberá someter a la prueba de resistencia a la tensión. La falla debe producirse en el metal madre y no en el metal de soldadura o adyacente al mismo, para que la prueba sea aceptable. La segunda muestra deberá ser centrada en la máquina de prueba de dobladura guiada y se deberá doblar sobre el contorno de la guía, en una distancia de 2 pulgadas de cada lado de la soldadura. Para ser aceptable, la muestra no deberá mostrar roturas o grietas después que se la saque de la máquina dobladora.

Cuando una máquina de prueba de la resistencia a la tensión no se halle disponible, dos muestras repruebas de dobladura serán aceptables en lugar de una prueba de tensión y una prueba de doblado.

(f) *Pruebas para Piezas de Cobre.* El personal que vaya a trabajar sobre tubería de cobre, deberá pasar la siguiente prueba satisfactoriamente:

Se deberá hacer una soldadura de bronce o unión de caja y campana en cualquier tamaño de tubo de cobre usado, con el eje de la tubería, estacionario en la posición horizontal. La unión así soldada, se abrirá longitudinalmente mediante el corte con una sierra, en la parte alta de la tubería (siendo la parte alta el punto más elevado de la en la circunferencia al tiempo de soldar con bronce la pieza). La pieza se deberá abrir separándola para examen. El extremo acampanado de la unión deberá hallarse completamente unido. El extremo del macho de la pieza, deberá dar evidencia de que la aleación de bronce ha alcanzado por lo menos el 75% del área total de las superficies en contacto. Por lo menos 50% de la longitud en la parte alta deberá estar unida.

¹ Véase el párrafo 823.11.

(h) Se deberán mantener registros de las pruebas originales y de todas las pruebas posteriores realizadas con el trabajo de cada soldador.

APÉNDICE H

PRUEBA DE APLANADO PARA TUBERÍA¹

(a) La prueba de aplanado se deberá efectuar sobre tubería de peso estándar y la extra fuerte, en tamaños por encima de NPS 2. No se requerirá para tubería de resistencia doble extra fuerte.

(b) Para la tubería de solapa soldada, la sección de prueba deberá tener de 4 a 6 pulgadas de longitud, y la soldadura deberá estar ubicada a 45 grados de la línea de la dirección de la fuerza aplicada.

(c) Para tubería soldada por electro resistencia, las puntas cortas de cada tramo de tubo deberán ser aplanadas entre placas paralelas, con el extremo soldado en el punto de máxima dobladura hasta que las paredes o puestas de la tubería se toquen. No deberá producirse ninguna abertura en la soldadura hasta que la distancia entre las placas sea menor a dos tercios de del diámetro externo original de la tubería. No deberá ocurrir grietas ni roturas en el metal que no sea en la soldadura, hasta que la distancia entre las placas sea menos de un tercio del diámetro externo original de la tubería, aunque en ningún caso menor a cinco veces el espesor de la pared de la tubería. No se deberá desarrollar ninguna evidencia de laminación o de metal quemado durante todo el proceso de aplanado y la soldadura no deberá mostrar defectos injuriosos.

(d) Para tubería sin costura, la sección de prueba no deberá ser menor a 2 1/1 pulgadas de longitud.

(e) La prueba deberá consistir en el aplanado de una sección de tubería entre placas paralelas hasta que las paredes opuestas se toquen. Para tubería soldada,

ninguna abertura en la soldadura deberá tomar lugar hasta que la distancia de las placas sea menor a las tres cuartas partes del diámetro exterior original para tubería soldada a tope, y dos tercios del diámetro exterior para tubería soldada a solapa y por electro resistencia. No se deberán presentar grietas ni roturas fuera de la soldadura hasta que la distancia entre placas sea de menor a tres quintas partes del diámetro exterior par tubería soldada a tope, y un tercio del diámetro exterior para soldadura a solapa o tubería soldada por electro resistencia (grados A y B), no deberán ocurrir grietas o roturas en el metal, hasta que la distancia entre las placas sea menor a la que se muestra debajo:

$$H = \frac{(1 + e)}{E + t/D}$$

donde:

D = diámetro exterior real de los tubos, pulgadas (2.375 pulgadas nominal)

H = distancia entre placas aplanadoras, pulgadas

e = deformación por unidades de longitud (constate para un grado dado de acero, 0.09 para grado A y 0.07 para grado B)

t = espesor nominal de pared de la tubería, pulgadas

¹ Véase el párrafo 817.13(b).

APÉNDICE I

PREPARACIÓN DE EXTREMOS PARA SOLDADURA A TOPE

II. NOTAS EXPLICATIVAS

II.1 General

El presente Apéndice se aplica a la preparación de extremos para la soldadura a tope de secciones que tiene espesor diferente y tensiones mínimas de fluencia especificada diferentes.

(a) Los dibujos esquemáticos de la Figura 15 ilustran la preparación aceptable para unir materiales por soldadura a tope materiales que tengan espesores de pared desiguales, o que tengan resistencias diferentes (mínima tensión de fluencia especificada).

(b) El espesor de las secciones a ser unidad más allá de la zona de diseño de unión, deberá cumplir con los requerimientos de diseño del presente Código.

(c) Cuando las tensiones mínimas de fluencia especificada de las secciones a ser unidas son desiguales, el metal de soldadura depositado deberá tener propiedades mecánicas por lo menos iguales a las de la sección que tiene la mayor resistencia.

(d) La transición entre extremos de diferente espesor, podrá lograrse mediante biselado o ahusado o con la soldadura, como se ilustra, o por medio de un anillo de transición prefabricado.

(e) Se deberán evitar los surcos o ranuras agudas en el borde de la soldadura, donde se use a una superficie inclinada.

(f) Para unir espesores desiguales de iguales resistencias de mínimas de fluencia especificada, se aplica la regla que aquí se ha dado, excepto que no hay un ángulo límite mínimo para el biselado o ahusado.

(g) El máximo espesor, tp , para propósitos de diseño, no deberá ser mayor a $1.5t$.

II.2 Diámetros Internos Desiguales

(a) Para que la tubería opere a una tensión de aro de menos del 20% de la mínima tensión de fluencia especificada, si el espesor nominal de pared de los extremos adyacentes no varía en más de $1/8$ de pulgada, no se necesita ningún tratamiento especial siempre que se logren una buena penetración y unión en la soldadura. Si la diferencia es mayor a $1/8$ de pulgada, se aplicará el siguiente párrafo:

(b) *Para Niveles de Tensión Menores al 20% de la Mínima Tensión de Fluencia Especificada*

(1) Si el espesor de pared nominal de los extremos adyacentes no varía más de $3/32$ de pulgada, no se requiere un tratamiento especial, siempre que se logre

una penetración plena y una buena unión de la soldadura. Véase el dibujo (a) de la Fig. 15.

(2) Donde la diferencia nominal interna sea mayor a $3/32$ de pulgada, y no se tenga acceso al interior de la tubería para la soldadura, la transición deberá lograrse mediante un corte biselado en el extremo interno de la sección más gruesa. Véase el dibujo (b) en la Fig. 15. El ángulo de biselado, no deberá ser mayor a 20 grados ni menor a los 14 grados.

(3) Donde la diferencia nominal interna sea más de $3/32$ de pulgada, aunque no excede la mitad de la sección más delgada, y se tiene acceso al interior de la tubería para la soldadura, la transición se podrá efectuar con una soldadura biselada como se muestra en el dibujo (c) de la Fig. 15. El tope de la sección más gruesa deberá ser igual a la diferencia más el tope de la sección empalmante.

(4) Donde la diferencia nominal interna sea más de la mitad de la sección más delgada y se tiene acceso al interior de la tubería para soldadura, la transición podrá hacerse con un corte biselado en el extremo interior de la sección más gruesa, como se muestra en el dibujo (b) de la Fig. 15, o mediante una combinación de soldadura biselada a una mitad de la sección interior y un corte biselado desde aquel punto, como se muestra en el dibujo (d) de la Fig. 15.

II.3 Diámetros Externos Desiguales

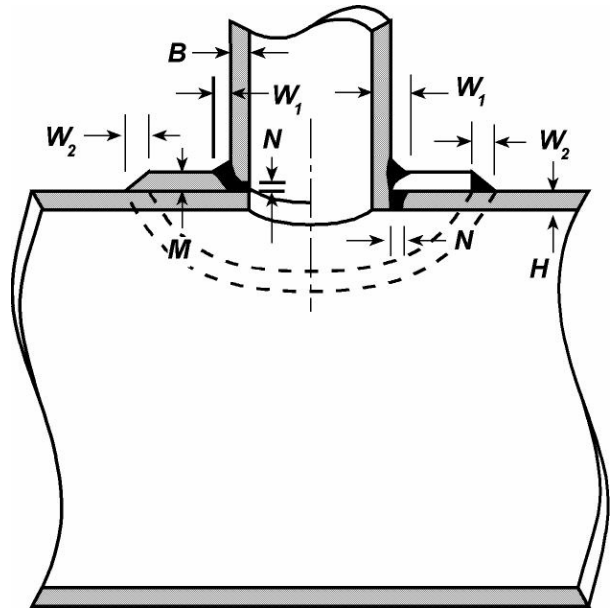
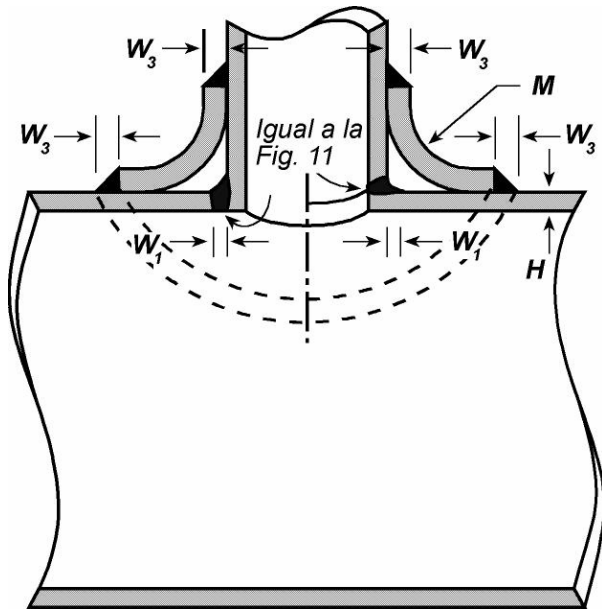
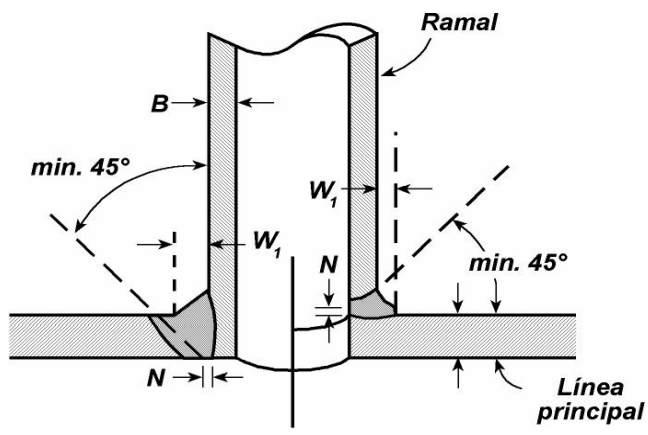
(a) Donde la diferencia externa no exceda una mitad de la sección más delgada, la transición se podrá hacer soldando como se muestra en el dibujo (e) de la Fig. 15, siempre que el ángulo de elevación de la superficie de soldadura no exceda los 30 grados y ambos ángulos de biselado se hallen fundidos apropiadamente.

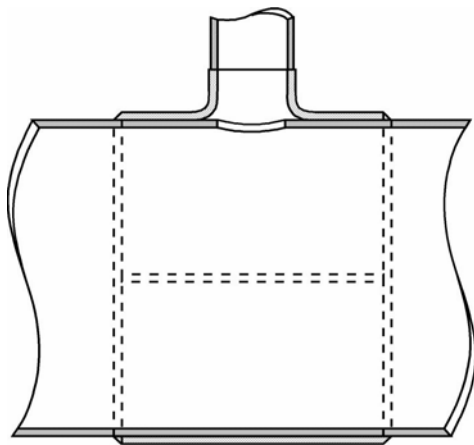
(b) Donde se tenga una diferencia externa que exceda la mitad de la sección más delgada, la porción de la diferencia que sobrepase la $1/2t$, se deberá biselar como se muestra en el dibujo (f) de la Fig. 15.

II.4 Diámetros Interno y Externo Desiguales

En el caso en que se tenga tanto una diferencia interna como externa, el diseño de la unión deberá ser una combinación de los dibujos desde (a) hasta (f) de la Fig. 15, como muestra el dibujo (g). Se deberá prestar particular atención al alineamiento apropiado bajo estas condiciones.

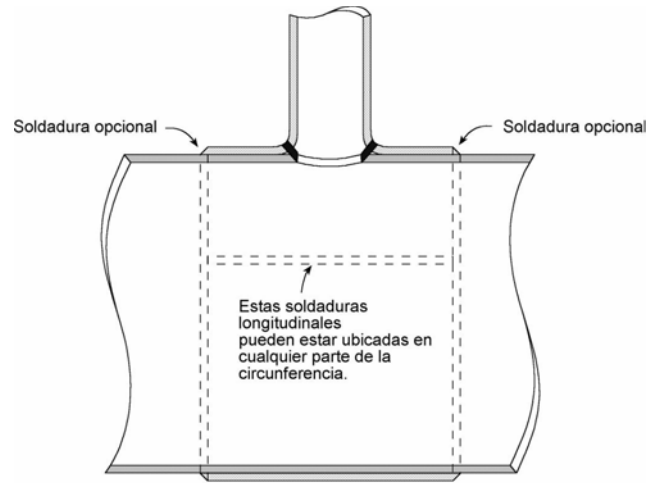
(DIBUJOS DE LAS PÁGINAS 146 A 150)





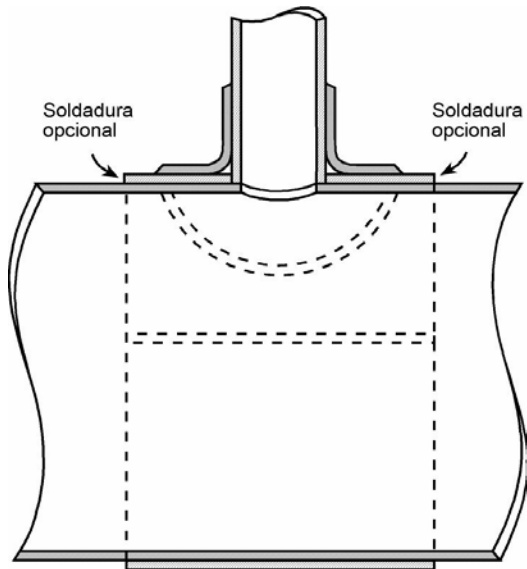
NOTA GENERAL:
Puesto que la presión fluida se ejerce en ambos lados del metal de tubería bajo la te, el metal de la tubería no provee refuerzo

Tipo Te

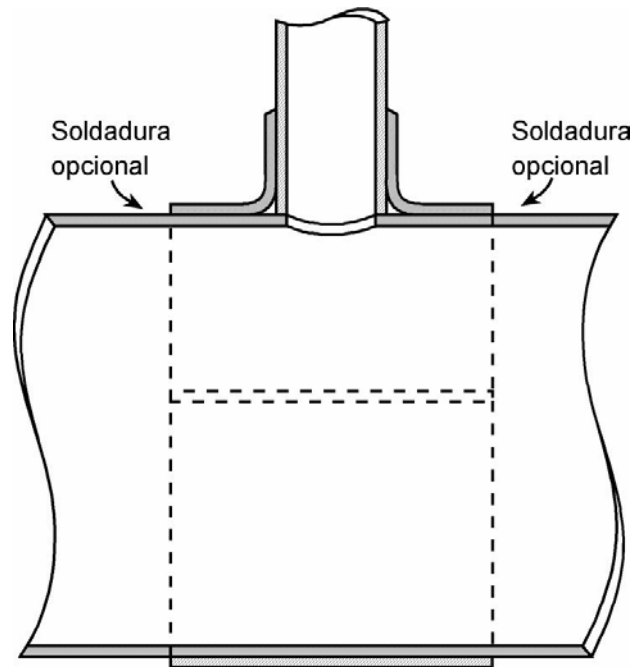


NOTA GENERAL:
Proveer abertura para refuerzo para revelar fugas en soldaduras subterráneas y para proveer venteo durante la soldadura y tratamiento de calor (Ver párrafo 831.41 (h).)
No se requiere para el tipo "te".

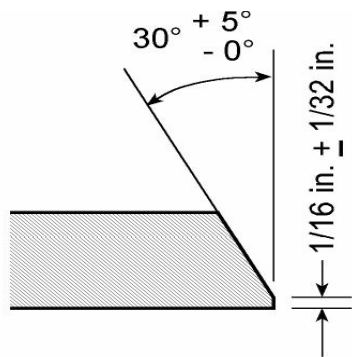
Tipo manga o camisa



Tipo montura y camisa

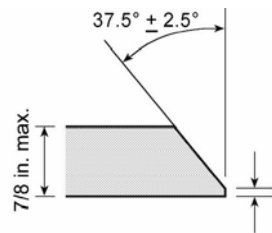


Tipo montura



Preparación opcional del extremo del tubo.

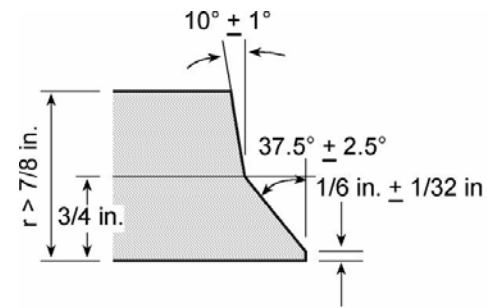
(a)



Preparación estándar del extremo de la tubería y soldadura a tope de accesorios de 7/8 in. y menores.

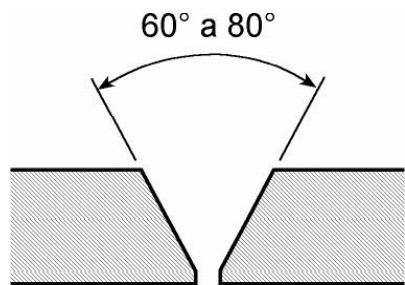
(b)

Preparaciones estándar de extremo

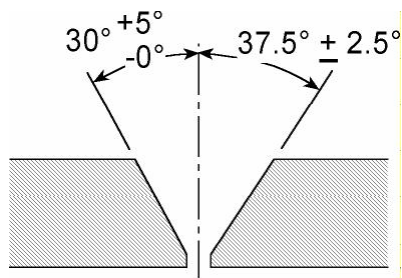


Preparación de extremo sugerida, tubos y accesorios con espesor mayor a 7/8 in.

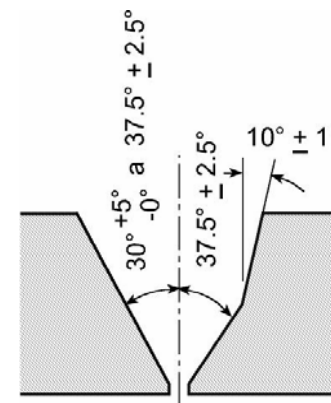
(c)



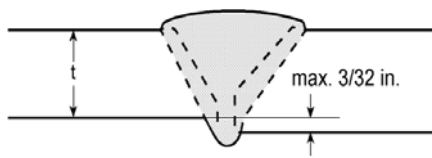
(d)



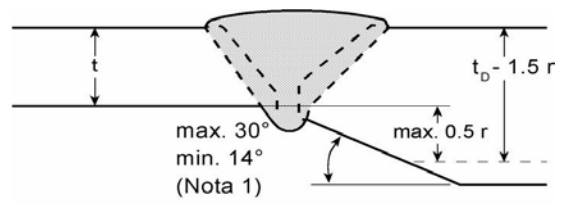
(e)



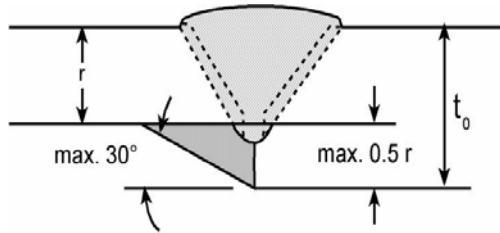
(f)



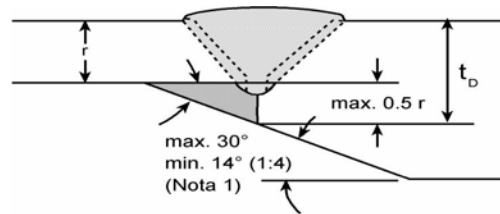
(a)



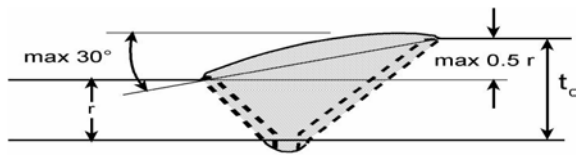
(b)



(c)

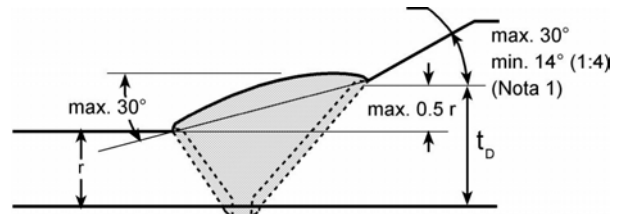


(d)

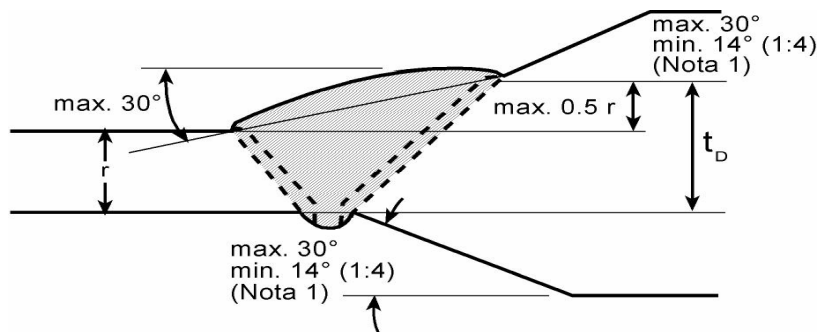


(e)

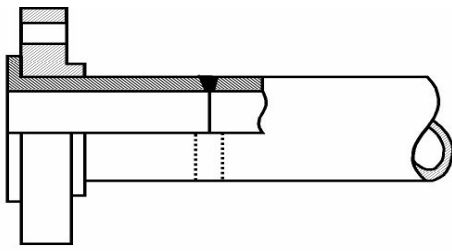
Sesgado externo



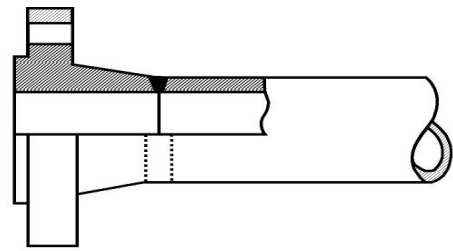
(f)



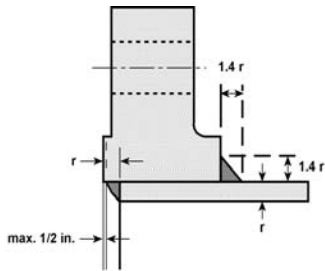
(g) Sesgado Combinado



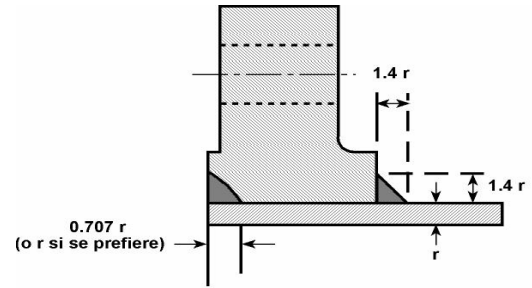
(a) Brida de unión montada



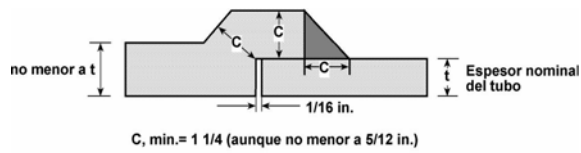
(b) Brida de soldadura a tope



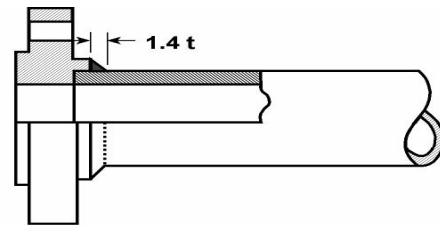
(c) Soldadura por delante y por detrás



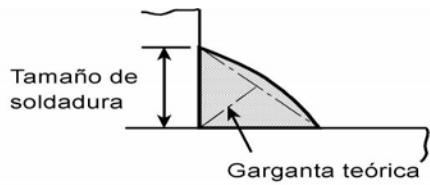
(d) Soldadura en cara y espalda



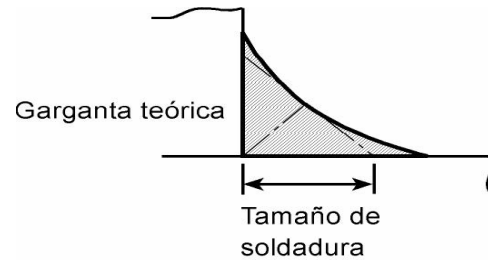
(e) Solamente soldadura de enchufe



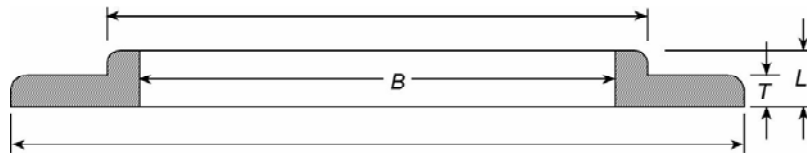
(f) Brida de enchufar y soldar



(g) Soldadura en ángulo convexo



(h) Soldadura en ángulo cóncavo



**TABLA I1
BRIDAS LIVIANAS**

Tamaño Nominal Tubería	Diámetro Externo, A	Espesor, T	Diámetro Interno, B (Nota 1)	Longitud de Núcleo, L	Diámetro Externo Núcleo, E	Matriz de Perforado			Peso Aprox. c/u en libras
						Número de Pernos	Diámetro y Longitud de Pernos	Diámetro del Circulo de Pernos	
6	11	9/16	6.7	1 ¼	7 9/16	8	¾ x 2 ¼	9 ½	13
8	13 ½	9/16	8.72	1 ¼	9 11/16	8	¾ x 2 ¼	11 ¾	16
10	16	11/16	10.88	1 ¼	12	12	7/8 x 2 ½	14 ¼	26
12	19	11/16	12.88	1 ¼	14 3/16	12	7/8 x 2 ½	17	42
14	21	¾	14.14	1 ¼	15 ¾	12	1 x 2 ¾	18 ¾	44
16	23 ½	¾	16.16	1 ¼	18	16	1 x 2 ¼	21 ¼	58
18	25	¾	18.18	1 ¼	19 7/8	16	1 1/8 x 3	22 ¼	59
20	27 ½	¾	20.20	1 ¼	22	20	1 1/8 x 3	25	69
22	29 ½	1	22.22	1 ¼	24 ¼	20	1 ¼ x 3 ½	27 ¼	76
24	32	1	24.25	1 ¾	26 1/8	20	1 ¼ x 3 ½	29 ½	113
26	34 ¼	1	26.25	1 ¾	28 ½	24	1 ¼ x 3 ½	31 ¾	126
28	36 ½	1	28.25	1 ¾	30 ½	28	1 ¼ x 3 ½	34	139
30	38 ¾	1	30.25	1 ¾	32 ½	28	1 ¼ x 3 ½	36	152
32	41 ¾	1 1/8	32.25	1 ¾	34 ¾	28	1 ½ x 4	38 ½	206
34	43 ¾	1 1/8	34.25	1 ¾	36 ¼	32	1 ½ x 4	40 ½	217
36	46	1 1/8	....	1 ¾	38 ¾	32	1 ½ x 4	42 ¼	234
38	48 ¾	1 1/8	....	1 ¾	40 ¾	32	1 ½ x 4	45 ¼	264
40	50 ¾	1 1/8	....	1 ¾	43	36	1 ½ x 4	47 ¼	280
42	53	1 ¼	....	1 ¾	45	36	1 ½ x 4 ½	49 ½	328
44	55 ¼	1 ¼	....	2 ¼	47	40	1 ½ x 4 ½	51 ¾	349
46	57 ¼	1 ¼	....	2 ¼	49	40	1 ½ x 4 ½	53 ¼	363
48	59 ½	1 3/8	....	2 ½	51	44	1 ½ x 4 ½	56	426
50	61 ¾	1 3/8	....	2 ½	53	44	1 ½ x 4 ½	58 ¼	451
52	64	1 3/8	....	2 ½	55	44	1 ½ x 4 ½	60 ½	477
54	66 ¼	1 3/8	....	2 ½	57	44	1 ½ x 4 ½	62 ¾	504
60	73	1 ½	....	2 ½	63	52	1 ¾ x 5	69 ¼	643
66	80	1 ½	....	2 ½	69	52	1 ¾ x 5	76	754
72	86 ½	1 ½	....	2 ½	75	60	1 ¾ x 5	82 ½	846

NOTAS GENERALES:

- (a) Las bridas de peso liviano son de cara plana y están designadas para el uso con empaquetaduras completas o empaquetaduras de hoja de asbesto que se extienda a los agujeros de pernos.
- (b) La máxima presión para las bridas planas de peso liviano es 25 psi, la perforación es igual al de Clase estándar 125.
- (c) Esta Tabla comprende al acero forjado y acero laminado, para mayor información hacer referencia a ASTM A 105.

NOTA:

- (1) Para los tamaños nominales de tubería de 36 hasta 72, el diámetro interno B, deberá ser el especificado por el comprador.

APÉNDICE J

FACTORES DE CONVERSIÓN USADOS COMÚNMENTE¹

TABLA J1
FACTORES DE CONVERSIÓN USADOS COMÚNMENTE

Magnitud	Factor de conversión			
Angulo plano	grados a radianes	1.745	329	E—02
Longitud	pulgadas a m	2.54 (1)	...	E—02
	pies a m	3.048 (1)		E—01
	milla a m	1.609	344 (1)	E + 03
				E—02
Superficie	ln.2 a m2	6.451	600 (1)	E—04
	ft2 a m2	9.290	304 (1)	E—02
				}
Volumen	ft3 a m3	2.831	685	E—02
	U.S. gal a m3	3.785	412	E—03
	in3 a m3	1.638	706	E—05
	oz (fluidas, U.S.) a m3	2.957	353	E—05
	litro a m3	1.000	000	E—03
Velocidad	ft/min a m/s	5.08 (1)	....	E—03
	ft/seg a m/s	3.048 (1)	...	E—01
	km/h a m/s	2.777	778	E—01
	Mi/h a m/s	4.470	4 (1)	E—01
	mi/h a km/h	1.609	344 (1)	E + 00
Masa	oz (avoir.) a kg	2.834	952	E—02
	lb (avoir.) a kg	4.535	924	E—01
	slug a kg	1.459	390	E + 01
Aceleración	ft/seg2 a m/s	3.048 (1)	....	E—01
	graved. estándar. a m/s2	9.806	65 (1)	E + 00
Fuerza	kgf a N	9.806	65 (1)	E—02
	lbf a N	4.448	222	E—02
	poundal a N	1.382	550	E—02
Mom. flector, torsión	kgf · m a N · m	9.806	65 (1)	E + 00
	lbf · in a N · m	1.129	848	E—01
	lbf · ft a N · m	1.355	818	E + 00
Presión (1)	psi a bar	6.894	757	E—02
	Pa a bar	1.000	....	E—05
	kPa a bar	1.000	....	E—02

Continúa.....

¹ Extraída parcialmente de ASME SI -1

TABLA J1
FACTORES DE CONVERSIÓN USADOS COMÚNMENTE (Continuación)

Magnitud	Factor de conversión			
	Tensión (1)	psi a MPa	6.894	757	E -03
	kips / in ² a MPa	6.894	757	E + 00
	N/mm ² a MPa	1.00	....	E + 00
Energía, trabajo	Btu (IT) a J	1.055	056	E + 03
	Calorías (IT) a J	4.186	8 (1)	E + 00
	lbf · ft a J	1.355	818	E + 00
Potencia	hp (550 ft lbf/seg) a W	7.456	999	E + 02
Temperatura (19)	°C a K	$t_K = t_C + 273.15$		
	°F a K	$t_K = (t_F + 459.67) / 1.8$		
	°F a °C	$T_C = (t_F - 32) / 1.8$		
	°C a K	1.0 (1)	....	E + 00
	°F a K ó °C	5.555	556	E -01

NOTAS GENERALES:

(a) Para ver otros factores de conversión usados comúnmente, refiérase a ASME E 380.

(b) Los factores están escritos como un número mayor que 1 y menor a 10, con seis o menos lugares decimales. El número está seguido por la letra E (por exponente), un signo más o menos y dos dígitos que indican la potencia de 10 por la cual debe ser multiplicado el número para obtener el valor correcto.

Por ejemplo:

1.745 329 E- 02 significa: $1.745\ 329 \times 10^{-2}$. o sea: 0.017 453 29

NOTA:

(1) Las relaciones son exactas en términos de las unidades básicas.

TABLA J2
LISTA DE UNIDADES DEL SI (SISTEMA INTERNACIONAL) PARA USO CON EL CÓDIGO B31.8

Magnitud	Unidad (Nota 1)	Símbolo	Otras Unidades o Limitaciones
Espacio y Tiempo			
ángulo plano	radián	rad	grados (decimalizados)
ángulo sólido	esteroradián	sr	...
longitud	metro	m	milla náutica (solo para navegación)
superficie	metro cuadrado	m ²	...
volumen	metro cúbico	m ³	litro (L) para líquidos solamente límitese el uso a L y mL; no se deben usar cc)
tiempo	segundo	s	minuto (min), hora (h), día (d), semana y año
velocidad angular	radián por segundo	rad/s	...
velocidad	metros por segundo	m/s	kilómetros por hora (km/h) para velocidad de vehículos, nudos solamente para navegación
Periodicidad y Fenómenos Relativos			
frecuencia	hertz	Hz	(hertz = ciclos por segundo)
velocidad rotacional	radián por segundo	rad/s	revoluciones por segundo (r/s) revoluciones por minuto (r/min)
Mecánica			
masa	kilogramo	kg	....
densidad	kilogramo por metro cúbico	kg/m ³	....
impulso	kilogramos metro por segundo	kg.m/s	....
momento del impulso	kilogramos por metro cuadrado por segundo	kg · m ² /s	....
momento angular	kilogramos por metro cuadrado por segundo	kg · m ² /s	....
aceleración	metro por segundo al cuadrado	m/s ²	....
momento de inercia	kilogramos por metro cuadrado	kg · m ²	....
fuerza	Newton	N	....
momento de fuerza (torsión)	newton · metro	N · m	....
presión	bar	bar	(pascal = newton por metro cuadrado)
tensión	megaspascal	MPa	....
viscosidad (dinámica)	pascal · segundo	Pa · s	....
viscosidad (cinemática)	metros cuadrados por segundo	m ² /s	....
tensión superficial	newton por metro	N/m	....
energía, trabajo	joule	J	kilovatio – hora (kW · h)
potencia	vatio	W	....
fuerza de impacto	joule	J	....

Continúa.....

TABLA J2
LISTA DE UNIDADES DEL SI PARA USO CON EL CÓDIGO B31.8 (CONTINUACIÓN)

Magnitud	Unidad (Nota 1)	Símbolo	Otras Unidades o Limitaciones
Calor			
temperatura: (termodinámica) (Nota 2)	Kelvin	K	grado Celsius (°C)
temperatura; otra que no sea la termodinámica (Nota 2)	grado Celsius	°C	kelvin (K)
coeficiente de dilatación lineal	metro por metro · Kelvin	K^{-1}	°C ⁻¹ ; mm/(mm · K)
cantidad de calor	joule	J	....
flujo de calor	vatio	W	....
densidad de flujo de calor	vatio por metro cuadrado	W/m ²	
conductividad térmica	vatio por metro - Kelvin	W/(m · K)	W/(m · °C)
coeficiente de transmisión de calor	vatio por metro cuadrado por kelvin	W/*m ² · K)	W/*m ² · °C)
capacidad de calor	joule por Kelvin	J/K	J/°C
capacidad específica de calor	joule por kilogramo · kelvin	J/kg · K)	J/kg · °C)
energía específica	joule por kilogramo	J/kg	....
entalpía específica	kilojoule por kilogramo	kJ/kg	....
entropía específica	kilojoule por kelvin- kilogramo	kJ/K · kg)	....
velocidad del calor	kilogramo por kilovatio segundo	kJ/kW · s)	....
Electricidad y Magnetismo			
corriente eléctrica	amperio	A	....
carga eléctrica	culombio	C	....
densidad de carga volumétrica	culombio por metro cúbico	C/m ³	....
densidad de carga de superficie	culombio por metro cuadrado	C/m ²	
fuerza de campo eléctrico	voltio por metro	V/m	....
potencial eléctrico	voltio	V	....
capacitancia	farad	F	....
densidad de corriente	amperio por metro cuadrado	A/m ²	
fuerza de campo magnético	amperio por metro	A/m	....
densidad de flujo magnético	tesla	T	....
flujo magnético	weber	Wb	....
auto -inductancia	henrio	H	....
permeabilidad	henrio por metro	H/m	....
magnetización	amperio por metro	A/m	....

NOTAS:

- (1) Los factores de conversión entre las unidades acostumbradas de SI y U.S., se dan en ASTM E 380.
- (2) Se prefiere usar para la temperatura y los intervalos de temperatura, los grados Celsius (°C), exceptuando el trabajo termodinámico y criogénico, donde el Kelvin pudiera ser más adecuado. Para intervalos de temperatura, 1 K = 1 °C exactamente

APÉNDICE K

CRITERIOS PARA LA PROTECCIÓN CATÓDICA

Reimpreso con el permiso de la Asociación Nacional (Estadounidense) de Ingenieros de Corrosión, Estándar NACE RP0169, Sección 6. El asterisco (*) denota uso de palabras diferentes a las del texto de NACE.

6.1 Introducción

6.1.1 El propósito del presente Apéndice es el de poner en una lista los criterios de protección catódica que, una vez compilados, ya sea en forma separada o conjunta, indicarán que se ha logrado la protección catódica adecuada de un sistema metálico en su electrolito.

6.2 General

6.2.1 El objetivo de usar protección catódica, es el de controlar la corrosión de las superficies metálicas en contacto con un electrolito.

6.2.2. La selección de un criterio particular para lograr el objetivo de 6.2.1, depende, en parte, de la experiencia pasada con estructuras similares y ambientes donde el criterio se haya usado exitosamente.

6.2.3 Los criterios de la Sección 6.3 se han desarrollado a través de experimentos de laboratorio o se han determinado empíricamente, mediante la evaluación de datos obtenidos de sistemas de protección catódica operados exitosamente. No es la intención que la compañía operadora se limite a estos criterios si es que se puede demostrar por otros métodos que se ha logrado el control de corrosión.

6.2.4. Las mediciones de voltaje en las líneas de ductos se harán con el electrodo de referencia ubicado en la superficie del electrolito lo más cerca que sea posible a la superficie de la estructura que se esté investigando. Se debe prestar atención a las caídas de voltaje (IR), fuera de las que ocurren en el límite de la estructura-electrolito, la presencia de metales no similares, y la influencia de otras estructuras, para tener una interpretación válida de las mediciones del voltaje.*

6.2.5 Ninguno de los criterios para evaluar la efectividad de la protección catódica, ha probado ser satisfactoria para todas las condiciones. A menudo, se necesita una combinación de criterios para proteger una estructura única.

6.3 Criterios

6.3.1 Estructuras de Acero y de Hierro Fundido

6.3.1.1 Un voltaje negativo (catódico) de por lo menos 0.85 voltios según se mida entre la superficie de la estructura y un electrodo de referencia saturado de cobre – sulfato de cobre que se halle en contacto con el electrolito. Se deberá efectuar la determinación de este voltaje con una corriente protectora aplicada.

6.3.1.2 Un cambio de voltaje negativo mínimo (catódico) de 300 milivoltios, producido por la aplicación de corriente protectora. El cambio de voltaje se mide entre la superficie de la estructura y un electrodo de referencia saturado, de cobre – sulfato de cobre, en contacto con el electrolito. Este criterio de cambio de voltaje se aplica a las estructuras que no están en contacto con metales no similares.

6.3.1.3 Un cambio de voltaje mínimo de polarización negativa (catódico) de 100 milivoltios medido entre la superficie de la estructura y un electrodo de referencia saturado, de cobre – sulfato de cobre en contacto con el electrolito. El cambio de voltaje de polarización se determinará interrumpiendo la corriente protectora y midiendo el descenso de la polarización. Cuando se interrumpe la corriente inicialmente, ocurrirá un cambio de voltaje intermedio. La lectura del voltaje después del cambio inmediato, se deberá usar como la lectura básica desde la cual medir el descenso de polarización.

6.3.1.4 Un voltaje de estructura a electrolito, por lo menos tan negativa (catódica) como la originalmente establecida al comienzo del segmento Tafel de la curva $E - \log - I$. Este voltaje de estructura —a— electrolito se deberá medir entre la superficie de la estructura y un electrodo de referencia saturado de cobre— sulfato de cobre en contacto con el electrolito en la misma ubicación donde se tomaron las mediciones de voltaje para obtener la curva $E - \log - I$.

6.3.1.5 Una corriente protectora neta desde el electrolito hacia la superficie de la estructura medida por una técnica de corriente de tierra, aplicada en puntos predeterminados de descarga de corriente (anódica), de la estructura-

6.3.2 Estructuras de Aluminio

6.3.2.1 Un cambio de voltaje negativo (catódico) mínimo de 150 milivoltios, producido por la aplicación de una corriente protectora. El cambio de voltaje se mide entre la superficie de la estructura y un electrodo de referencia saturado de cobre— sulfato de cobre, en contacto con el electrolito. Véanse las notas de precaución 6.3.2.3 y 6.3.2.4.

6.3.2.2 Un cambio mínimo de voltaje de polarización negativa (catódico) de 100 milivoltios, medido entre la superficie de la estructura y un electrodo de referencia saturado de cobre— sulfato de cobre en contacto con el electrolito. Este cambio de voltaje de polarización se determinará mediante la interrupción de la corriente protectora y midiendo la caída de la polarización. Cuando la corriente se interrumpe inicialmente, un cambio inmediato de voltaje ocurrirá. La lectura del voltaje después del cambio inmediato, se utilizará como la lectura base desde la cual medir la caída de polarización. Véanse las notas de precaución en 6.3.2.3 y 6.3.2.4.

6.3.2.3 NOTA DE precaución — Voltajes Excesivos: No obstante los criterios mínimos alternativos en 6.3.2.1 y 6.3.2.2, el aluminio, si es que se protege catódicamente a voltajes en exceso de 1.20 voltios medidos entre la superficie de la estructura y un electrodo de referencia saturado de cobre— sulfato de cobre en contacto con el electrolito y compensado por las caídas de voltaje (IR) diferentes a aquellas que ocurren a través del límite de la estructura y el electrolito, pueden sufrir corrosión resultante de la acumulación de álcali en la superficie del metal. No se debiera usar un voltaje en exceso de 1.20 voltios, a menos que los resultados de pruebas previas indiquen que no ocurrirá una corrosión apreciable en el medio ambiente en particular.

6.3.2.4 NOTA DE PRECAUCIÓN — Condiciones de Suelos Alcalinos: Puesto que el aluminio puede sufrir corrosión bajo condiciones de pH alto, y puesto que la aplicación de protección catódica tiende a incrementar el pH en la superficie del metal, se deberán efectuar investigaciones cuidadosas o pruebas, antes de aplicar protección catódica para detener el ataque de picaduras (pitting) en las estructuras de aluminio, en ambientes con pH natural mayor a 8.0.

6.3.3 Estructura de Cobre

6.3.3.1. Un cambio mínimo de voltaje de polarización negativa (catódico) de 100 milivoltios medido entre la superficie de la estructura y un electrodo de referencia saturado de cobre — sulfato de cobre en contacto con el electrolito. Este cambio de voltaje de polarización, se deberá determinar,

interrumpiendo la corriente protectora y midiendo la caída de la polarización. Cuando la corriente se interrumpe inicialmente, ocurrirá un inmediato cambio de voltaje. La lectura del voltaje después del cambio inmediato, se deberá usar como la lectura de base desde la cual medir la caída de polarización.

6.3.4. Estructura de metales No Similares

6.3.4.1 Se deberá mantener un voltaje negativo (catódico), entre todas las superficies de la estructura y un electrodo saturado de cobre — sulfato de cobre en contacto con el electrolito, igual al voltaje requerido por el metal más anódico. Si existen estructuras anfóteras, que pudieran dañarse por la alta alcalinidad (véanse las notas de precaución 6.3.2.3 y 6.3.2.4), las mismas deberán ser aisladas eléctricamente con bridas aisladoras o algún elemento equivalente.

6.4. Electrodo de Referencia Alternativos

6.4.1 Otros electrodos estándar de referencia, pueden sustituir a los electrodos de referencia de cobre — sulfato de cobre. En la lista de líneas abajo, se dan dos electrodos usados comúnmente, junto a su voltaje equivalente a -0.85 voltios referidos a un electrodo de referencia de cobre — sulfato de cobre:

6.4.1.1. Electrodo de referencia de KCl calomel, saturado: 0.78 voltios.

6.4.1.2. Electrodo de referencia de plata — cloruro de plata, usado en agua de mar: -0.80 voltios.

6.4.2. Además de estos electrodos de referencia estándar, puede usarse un material metálico alternativo o estructura, en lugar del electrodo de referencia saturado de cobre — sulfato de cobre, si es que se asegura la estabilidad del potencial del electrodo y si es que se establece su voltaje equivalente referido a un electrodo de referencia de cobre — sulfato de cobre.

6.5 Consideraciones Especiales

6.5.1 Los casos especiales, tales como la corriente parásita y gradientes de corriente parásita, pudieran existir, que requieran el uso de criterios diferentes a los que se detallan líneas arriba. En estos casos, han sido útiles las mediciones de las pérdidas y ganancias de corriente y ya anuncia en la estructura y el seguimiento de la corriente en el electrolito.

6.5.2 A veces existen condiciones anormales en las cuales la protección es inefectiva o solamente parcialmente efectiva. Tales condiciones pueden incluir temperaturas elevadas, revestimientos desprendidos, protección por escudos, ataque material, y contaminantes no usuales en el electrolito.

APÉNDICE L DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA REMANENTE EN TUBERÍA CORROÍDA¹

Para los ductos de acero que estén operando en o por encima del 40% de la mínima resistencia de fluencia especificada, la resistencia remanente de la tubería corroída puede ser determinada mediante el siguiente análisis:

(a) Determinar la profundidad de la corrosión, d . (Véase la Fig. L1.) Si es que d es menor al 10% de t , el espesor nominal de pared, no se necesita considerar una reducción de la MAOP. Si es que d es mayor al 80% del de t , se deberá considerar la remoción del segmento, retirándolo de servicio.

(b) Determinar la longitud efectiva L , de corrosión, a lo largo del eje longitudinal.

(c) Calcular el factor adimensional, A :

$$A = 0.893 L t \sqrt{D t}$$

donde

D = diámetro exterior nominal de la tubería

(d) Para valores de A menores o iguales a 4.0,

$$P' = 1.1P \left(\frac{1 - \frac{2d}{3t}}{1 - \frac{2d}{3t\sqrt{A^2 + 1}}} \right)$$

donde

P = el valor mayor, entre la presión de diseño (excluyendo el factor de junta) o la MAOP establecida, en psig.

P' = la máxima presión segura para el área corroída, psig

excepto que P' no podrá exceder a P .

(e) Para valores de A mayores a 4.0,

$$P' = 1.1 P (1 - d/t)$$

excepto que P' no podrá exceder a P .

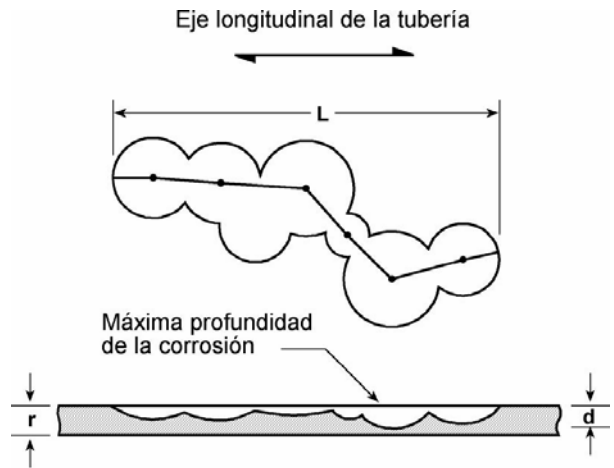


FIG. L1

(f) Si es que el valor de MAOP establecido es igual o menor a que P' , la región corroída podrá permanecer en servicio a la MAOP si es que se la protege de corrosión ulterior. Si es mayor que P' , la MAOP se deberá reducir de manera que no se exceda P' , o se deberá reparar la región corroída, mediante uno de los métodos prescritos en el párrafo 851.4, o deberá ser reemplazada.

¹ Para obtener información de referencia, véase el *Manual para la determinación de Resistencia Remanente de Ductos Corroídos*, de ANSI/ASME B31G

APÉNDICE M

CRITERIOS PARA EL CONTROL DE FUGAS DE GAS¹

M1 ALCANCE

El presente Apéndice provee los criterios para la detección, calificación y control de fugas de gas.

M2 DEFINICIONES (APLICABLES SOLAMENTE AL PRESENTE APÉNDICE)

barreno de prueba: agujero que se hace en el suelo e el pavimento con el propósito específico de probar la superficie subterránea mediante un indicador de gases combustibles (CGI, por las iniciales de *combustible gas indicador*, en inglés).

edificio: cualquier estructura a la que normalmente ú ocasionalmente ingresan los seres humanos para realizar sus negocios, o tienen su residencia, u otros propósitos, en el cual pudiera acumularse el gas.

indicador de gas combustible: un dispositivo capaz de detectar y medir concentraciones de gas en una atmósfera.

espacio confinado: cualquier estructura subterránea, tales como cámaras, cámaras de colección, o ingresos de hombre (ingresos de servicio) de tamaño suficiente como para acomodar una persona, y en la cual pudiera acumularse el gas.

inspección de seguimiento: una inspección efectuada después de que se hay efectuado una reparación, para determinar la efectividad de tal reparación.

subestructura asociada con gas: un dispositivo o instalación utilizadas por una compañía de gas, tal como una caja de válvulas, cámara, cámara de prueba, o tubería de revestimientos ventilada (camisa o casing), que o está diseñada para el almacenamiento, transporte o distribución de gas.

LEL: El límite inferior de explosión (iniciales de *Lower Explosion Limit*, en inglés), del gas que se esté transportando.

acción inmediata: consiste en despachar el personal calificado sin demora para evaluar y cuando sea necesario, para reducir, el peligro existente o probable.

lectura: desviación repetible, registrada en un *indicador de gas combustible* (CGI) o instrumento equivalente, expresado en LEL. Cuando la lectura se efectúa en un espacio confinado no ventilado, se deberá prestar atención a la velocidad de disipación que ocurre cuando se ventila y la velocidad de acumulación cuando el espacio es cerrado.

pequeñas estructuras (fuera de las sub-estructuras asociadas con el gas): cualquier estructura subterránea que sea de tamaño insuficiente para acomodar una persona, tales como los ductos de teléfonos y de cables eléctricos, o cajas de válvulas o medidores no asociados con gas, en los cuales pudiera acumularse el gas, o hacia los cuales pudiera migrar.

túnel: un pasaje subterráneo, suficientemente grande para que ingrese una persona y en la cual podría acumularse el gas.

M3 MÉTODOS DE ESTUDIO Y PRUEBA

(a) Los siguientes estudios y métodos de detección de fugas, pueden emplearse, según sea aplicable, solos o en combinación, en conformidad con procedimientos escritos:

- (1) estudio de detección de gas superficial
- (2) estudio de detección de gas subterráneo (incluyendo estudios de barrenos de prueba)
- (3) estudios de vegetación
- (4) prueba de caída de presión
- (5) prueba de fuga mediante burbujas
- (6) prueba ultrasónica de detección de fugas

Pueden emplearse otros métodos de estudio y de pruebas, que se consideren apropiadas y que se efectúen en conformidad con los procedimientos que se han probado y cuyos resultados han sido por lo menos iguales a los de los métodos de la lista de esta sección.

- (b) *Estudio de Detección de Gas Superficial*

¹ Véase el párrafo 852.2.

(1) *Definición.* Este estudio consiste en un muestreo continuo de la atmósfera en o cerca al nivel del suelo en las instalaciones de gas enterradas y adyacentes a instalaciones de gas por sobre la superficie, usando un sistema de detección de gas capaz de detectar una concentración de 50 ppm de gas en el aire en cualquier punto de muestreo.

(2) *Procedimiento.* El equipo usado para realizar estos estudios, puede ser portátil o móvil. Para la tubería enterrada, deberá tomar lugar un muestreo de la atmósfera, donde resulte práctico, a no más de 2 pulgadas por encima de la superficie del suelo. En zonas donde la tubería se halle debajo del pavimento, se deberán tomar también muestras en la línea de las aceras, aberturas del suelo disponibles (tales como entradas de servicio, cámaras de colección, cámaras de alcantarillas, cámaras de cables eléctricos, y aberturas de ductos de cables telefónicos, cajas de señales de tráfico y de incendios, o grietas en el pavimento o las aceras), u otros encuentros de distintos elementos, donde resulte probable que ocurra un venteo de gas. El muestreo debe realizarse adyacente a la tubería expuesta.

(3) *Utilización.* El uso de este método de estudio puede verse limitado por condiciones adversas (tales como el viento excesivo, excesiva humedad del suelo, o sellado de la superficie por hielo o agua.

El estudio deberá ser realizado a velocidades suficientemente bajas como para permitir que se pueda obtener una muestra adecuada continuamente, colocando las tomas de los equipos por encima de las ubicaciones de venteo más lógicas, tomando en cuenta las ubicaciones de las instalaciones de gas y cualesquiera condiciones adversas que pudieran existir.

(c) ***Estudio de detección de gas sub- superficial***

(1) *Definición.* Este estudio es un muestreo de la atmósfera sub- superficial con un indicador de gas combustible (CGI) u otro dispositivo capaz de detectar 0.5% de gas en el aire del punto de muestra.

(2) *Procedimiento.* El estudio deberá ser realizado, efectuando pruebas con un CGI en una serie de aberturas disponibles (espacios confinados y pequeñas sub- estructuras) y / o barrenos de prueba, sobre, o adyacentes a la instalación de gas. La ubicación de la instalación de gas y su proximidad a edificios u otras estructuras, se deberá tomar en consideración para el espaciamiento de los puntos de muestreo. Los puntos de muestreo deberán estar lo más próximo que sea posible al ducto principal, y nunca más alejados que 15 pies (4.5 m) lateralmente a la instalación. Los puntos de muestreo, deberán ubicarse a lo largo de la ruta de las líneas y ducto principal, al doble de la distancia entre el ducto y el muro del edificio más cercano, o cada 30 pies (9.0 m), la que sea distancia más corta, aunque en ningún caso se necesitará que el espaciamiento sea menor a 10 pies (3.0 m). El esquema de muestreo deberá incluir puntos de muestra adyacentes a tubos de salida, o válvulas de servicio, intersecciones de calles, y conexiones de

ramales conocidos, así como en puntos de muestreo sobre o adyacentes a líneas de servicio enterradas, en la pared del edificio.

(3) ***Utilización***

(a) Se deberá utilizar el sentido común o buen criterio para determinar cuando las aberturas disponibles (tales como entrada de hombre, cámaras o cajas de válvulas) son suficientes para proveer a un estudio adecuado. Cuando sea necesario, se deberán hacer puntos de muestra adicionales.

(b) Los puntos de muestra deberán tener suficiente profundidad para muestrear directamente dentro de la sub- superficie o la atmósfera de las sub-estructuras.

(d) ***Estudio de Vegetación***

(1) *Definición.* Este estudio usa observaciones visuales que puedan detectar indicaciones anormales o no usuales en la vegetación.

(2) *Procedimiento.* Todas las indicaciones visuales deberán ser evaluadas usando un indicador de gas combustible (CGI). El personal que realice estos estudios debe tener una visibilidad amplia alrededor de la zona que se esté estudiando, y su velocidad de avance deberá ser determinada tomando en cuenta los siguientes aspectos:

(a) disposición del sistema

(b) cantidad y tipo de vegetación

(c) condiciones de visibilidad (tales como rayos, luces reflejadas, distorsiones, terreno, u obstrucciones)

(3) ***Utilización***

(a) El método de estudio deberá estar limitado a zonas donde el crecimiento adecuado de la vegetación esté firmemente establecido.

(b) Este estudio no deberá ser realizado bajo las siguientes condiciones:

(1) contenido de humedad del suelo anormalmente alto

(2) vegetación en hibernación

(3) vegetación en un período de crecimiento acelerado, tal como ocurre al principio de la primavera

(c) Podrán utilizarse otros métodos de estudio aceptables, en localidades dentro de una zona de estudio de vegetación, en la cual la vegetación no sea adecuada para indicar la presencia de fugas.

(e) ***Prueba de Caída de Presión***

(1) *Definición.* Es una prueba para determinar si un segmento aislado de ducto pierde presión debido a fugas.

(2) *Procedimiento.* Las instalaciones seleccionadas para pruebas de caída de presión, deben ser primeramente aisladas y luego probadas. Se deberán considerar los siguientes criterios al determinar los parámetros de prueba:

(a) *Presión de Prueba.* Una prueba realizada sobre instalaciones existentes solamente con el propósito de detectar fugas, debe ser efectuada a una presión por lo menos igual a la presión de operación.

(b) *Medio de prueba.* El medio de probar usado debe cumplir con los requerimientos del párrafo 841.3.

(c) *Duración de la Prueba.* La duración de la prueba debe ser lo suficientemente larga como para detectar fugas. Se deberán tomar en cuenta los siguientes puntos en la determinación de la duración:

(1) volumen bajo prueba
(2) tiempo requerido para que la temperatura del medio de prueba se estabilice

(3) sensibilidad del instrumento de prueba

(3) *Utilización.* Las pruebas de caída de presión deben usarse solamente para establecer la presencia o ausencia de una fuga, en un segmento específicamente aislado de un ducto. Normalmente, este tipo de prueba no proveerá la ubicación de una fuga; por lo tanto las instalaciones en las cuales se detecte una fuga, podrían requerir mayor evaluación por otro método de detección, de manera que pueda localizarse la fuga, evaluar la y clasificarla.

(f) ***Prueba de Fuga Mediante Burbujas***

(1) *Definición.* La aplicación de agua jabonosa no otras soluciones que forman burbujas sobre cañería expuesta para determinar la existencia de una fuga.

(2) *Procedimiento.* Los sistemas de tuberías expuestas deben ser limpiados razonablemente y recubiertos completamente con la solución. Las fugas se indican por la presencia de burbujas. La solución que forman burbujas no se debe usar sobre la tubería, a menos que se haya determinado mediante investigación o prueba, que la tubería es adecuadamente resistente al contacto directo con la solución.

(3) *Utilización.* Este método de prueba puede ser utilizado para los siguientes:

(a) prueba de porciones expuestas de un sistema por encima del nivel del suelo (tales como un conjunto de medición o tubería expuesta en el cruce de un puente).

(b) prueba de uniones de empalme o reparación de fugas que no están incluidas en una prueba de presión.

(g) ***Prueba Ultrasónica de Fugas***

(1) *Definición.* Consiste en la prueba de instalaciones de tubería expuesta, con el uso de un instrumento capaz de detectar la energía ultrasónica generada por el gas al escapar. El instrumento usado deberá ser adecuado para la presión que tenga el ducto.

(2) *Procedimiento.* Al efectuar la prueba de una instalación de gas con éste método, que deberán considerar los siguientes aspectos:

(a) *Presión de Línea.* A medida que la presión de la línea se incrementa, la magnitud de la energía ultrasónica generada por la fuga aumenta.

(b) *Ubicación de la Instalación.* Los objetos cercanos o que rodean una instalación que se está aplicando la prueba pudieran reflejar o atenuar la energía ultrasónica generada, haciendo difícil la detección o ubicación de una fuga.

(c) *Frecuencia de Fugas.* Un grupo de varias fugas en una zona dada, puede crear un nivel de ruido de fondo ultrasónico, que podría reducir las capacidades de detección de este tipo de prueba.

(d) *Tipo de Instalación.* Los equipos neumáticos y los que se operan mediante gas, generan energía ultrasónica. La ubicación y cantidad de este tipo de equipo, debe conocerse para determinar si el nivel de ruido de fondo ultrasónico resulta excesivo.

El personal que realice esta prueba deberá barreras toda la zona para eliminar las indicaciones de ruidos falsos o reflejos.

Las indicaciones ultrasónicas de fugas, se deberá verificar y / o localizar con precisión por uno de los otros métodos de estudio o prueba aceptables.

(3) *Utilización.* La prueba ultrasónica puede ser utilizada para la revisión de instalaciones con tubería expuesta; sin embargo, si el nivel de ruido de fondo ultrasónico produce una lectura de escala plena en el medidor cuando se fija el control de ganancia a mitad de rango, la instalación debe ser probada por algún otro método de estudio.

M4 INSTRUMENTOS TÍPICAMENTE DISPONIBLES PARA LA DETECCIÓN DE GAS

(a) *Tipo y Uso General.* Se muestra en la Tabla M 4, una lista a de los instrumentos generalmente disponibles y su tipo de uso.

(b) *Mantenimiento de Instrumentos.* Cada instrumento utilizado para la detección y evaluación de fugas debe ser operado en conformidad con las instrucciones de operación recomendadas por el fabricante, y

(1) deberán ser periódicamente “revisados” mientras se hallan en el buzón, para garantizar que los requerimientos de voltaje recomendados están disponibles

(2) deberá ser probado diariamente o antes de usarlo para asegurarse de la operación apropiada, y para determinar que el sistema de muestreo está libre de fugas y que los filtros no está obstruyendo el flujo de muestras

(3) los sistemas de ionización de llama de hidrógeno (HFI, por las iniciales de *Hydrogen Flame Ionization*, en inglés), deberán ser aprobadas cada vez que se arranca el equipo y periódicamente durante un estudio.

(c) *Calibración de Instrumentos.* Cada instrumento utilizado para la detección y evaluación de fugas, debe ser calibrado en conformidad con las instrucciones de calibración recomendadas por el fabricante.

(1) después de cualquier reparación o reemplazo de piezas de repuesto

(2) bajo un programa regular, considerando el tipo y uso del instrumento en cuestión. Los sistemas de instrumentos HFI y CGI, deben ser revisados para verificar su calibración, por lo menos una vez cada mes mientras se hallan en uso.

(3) en cualquier oportunidad en que se sospeche que la calibración del instrumento haya cambiado.

M5 CLASIFICACIÓN DE FUGAS Y CRITERIOS DE ACCIÓN

M51. General

En las siguientes líneas se establece un procedimiento por el cual las indicaciones de fuga de gas inflamable, pueden ser clasificadas y controladas. Al evaluar cualquier implicación de fuga de gas, en paso preliminar y es el determinar el perímetro de la zona de

**TABLA M4
INSTRUMENTOS PARA DETECCIÓN DE FUGAS: TIPO Y USO GENERAL**

Tipo de Instrumento		Bajo Nivel de Sensibilidad			Alto Nivel de Sensibilidad			Método de Muestreo	Caudal de Flujo de la Muestra
Estudio en Superficie	Estudio Sub-Superficial	PPM (1)	% LEL	% Gas	PPM	% LEL	% Gas		
....	Tipo Catalítico (cable caliente % LEL)	5.000	10	5	50.000	100	5 (2)	Aspirado a mano	....
....	Conductividad térmica (% gas)	25.000	50	2.5	....	....	100	Aspirado a mano	....
Detector infrarrojo	....	5	1	....	....	....	25 (2)	Bomba	3 L/min
Detector de Ionización de llama de hidrógeno (3)	....	1	....	....	10.000 a 50.000	20 a 100	1 a 5	Bomba	2-5 l/min

NOTA GENERAL: Los valores de PPM, porcentaje de LEL, y porcentaje de gas que se muestran, son para concentraciones de metano. Cuando se tienen otros gases (tales como el gas licuado de petróleo o gas fabricado), se deberán efectuar ajustes apropiados, para que sean adecuado a con los criterios de estos procedimientos.

NOTAS:

- (1) PPM = partes por millón
- (2) Cuando se excede la máxima concentración detectable, la aguja del detector del instrumento caerá a cero o aún por debajo del mismo.
- (3) El nivel alto de sensibilidad, varía con los diferentes modelos.

fuga. Cuando el perímetro se extiende a la pared de un edificio, la investigación deberá continuar dentro del edificio.

M5.2 Clasificación De Fugas

Sobre la base de una evaluación de la ubicación y magnitud de una fuga, se deberá asignar uno de los siguientes grados de clasificación, estableciendo de esta manera da prioridad para la reparación de la obra.

(a) Grado 1, es una fuga que representa peligro existente o probable para las personas o la propiedad y requiere inmediata reparación o acción continua hasta que las condiciones dejen de ser peligrosas.

(b) Grado dos, es una fuga que se reconoce como no peligrosa a tiempo de su detección, pero que requiere una reparación programada, sobre la base de un futuro peligro probable.

(c) grado tres, es una fuga que no es peligrosa al tiempo de su detección, y puede esperarse razonablemente que permanezca sin constituir un peligro.

M5.3 Clasificación de Fugas y Criterios de Acción

Los criterios para la clasificación y control de fugas, se proveen en las Tablas M5.3A, M5.3B, y M5.3C. Los ejemplos de condiciones de fuga provistos, en las Tablas, se presentan como lineamientos y no son exclusivos. El buen criterio del personal de la compañía operadora en el lugar, es de importancia

principal en la determinación del grado asignado a la fuga.

M5.4 Reevaluación de una Fuga

Cuando se vaya a reevaluar una fuga (Véanse los Criterios de Acción en las Tablas M5.3B y M5.3C), ciudad debe clasificar usando los mismos criterios que se aplicaron cuando se descubrió inicialmente la fuga.

M6 UBICACIÓN PRECISA DE FUGAS

M6.1 Alcance

La ubicación precisa de fugas, es un proceso sistemático para ubicar la fuente de una fuga de gas detectada. El uso de los siguientes procedimientos, según resulten apropiados, ayudará a evitar la excavación innecesaria, que consume más tiempo que el que se requiere para ubicar con precisión una fuga.

M6.2 Procedimiento

(a) determine la migración del gas, estableciendo los límites exteriores de las señales o indicaciones. Con esto se definirá la zona en la cual se ubicará normalmente la fuga. Estas pruebas deben realizarse con un CGI, sin emplear un esfuerzo excesivo proveyendo puntos de muestreo.

(b) Localice todas las líneas de gas para disminuir la zona de búsqueda, dando particular atención a la ubicación de válvulas, accesorios, tes, y extremos o cabos. Las conexiones tienen una relativa alta probabilidad de fugas. Se debe tener precaución de

TABLA M5.3A
CLASIFICACIÓN DE FUGAS Y CRITERIOS DE ACCIÓN: GRADO 1

Grado	Definición	Criterio de Acción	Ejemplos
1	Una fuga que representa un peligro existente o probable para las personas o la propiedad, y que requiere una reparación inmediata o acción continua hasta que las condiciones dejen de ser peligrosas.	Requiere <i>acción inmediata</i> (Nota 1), para proteger la vida y la propiedad, y acción continua hasta que las condiciones dejen de ser peligrosas.	(1) Cualquier fuga que a juicio del personal de operación en el lugar, se considere como un peligro inmediato.
			(2) Gas escapado, que se ha incendiado.
			(3) Cualquier indicación de gas que haya migrado dentro o debajo de un edificio o dentro de un túnel.
			(4) Cualquier lectura en la pared exterior de un edificio, o donde es probable que el gas pudiera migrar hacia la pared exterior de un edificio.
			(5) Cualquier lectura a 80% de LEL, o mayor, dentro de un espacio confinado.
			(6)) Cualquier lectura a 80% de LEL, o mayor, dentro de una sub- estructura pequeña (distinto al gas asociado) desde las cuales sería probable que el gas migre hacia la pared exterior de un edificio.
			(7) Cualquier fuga que puede ser vista, oída o sentida, y que se encuentra localizada en una ubicación que podría en peligro el público en general o a la propiedad inmueble.

NOTA:

- (1) La acción inmediata, en algunos casos, pudiera requerir uno o más de las siguientes medidas:
- (a) implementar un plan de emergencia de la compañía (véase el párrafo 850.4)
 - (b) evacuación de las instalaciones
 - (c) el bloqueo de una zona
 - (d) enviar el tráfico por otra ruta
 - (e) eliminar las fuentes de ignición
 - (f) ventar la zona
 - (g) detener el flujo de gas cerrando válvulas u otros medios
 - (h) notificar a los departamentos de policía y de bomberos

evitar daños a otras estructuras subterráneas durante el barrenado o la excavación.

(c) identifique las instalaciones ajenas en la zona de estudio. Busque evidencias de actividades recientes de construcción que pudieran haber contribuido a la fuga. El gas puede también migrar y ventearse a lo largo de una zanja provista para otras instalaciones.

(d) efectúe un perforado de barrenos o agujeros de prueba uniformemente espaciados sobre la línea de gas que se sospecha que tiene fuga, haga la detección del gas su origen, identificando los agujeros de prueba con las lecturas más altas. Todos los agujeros de barreno deben ser de igual profundidad y diámetro y deberán llegar hasta la profundidad necesaria de la tubería, para obtener lecturas consistentes y significativas. Todas las lecturas de CGI deberán ser tomadas a igual

profundidad. Solamente se deben utilizar las lecturas con valores más altos y constantes.

(e) Frecuentemente se obtienen lecturas altas en más de un agujero de barreno adyacente; en este caso son necesarias técnicas adicionales, para determinar cuál lectura es la más cercana a la probable fuente. Muchas de las lecturas en agujeros de barreno, normalmente declinan durante un período de tiempo, aunque sería deseable disipar el exceso de gas en las ubicaciones subterráneas para acelerar el proceso. Los métodos de evaluación se deberán utilizar con precaución, para evitar la distorsión de los esquemas de venteo.

(f) una vez que la fuga subterránea haya sido identificada, se deberán perforar agujeros adicionales y agujeros más profundos, para delimitar la zona con mayor precisión. Por ejemplo, pueden espaciarse

TABLA M5.3B
CLASIFICACIÓN DE FUGAS Y CRITERIOS DE ACCIÓN: GRADO 2

Grado	Definición	Criterio de Acción	Ejemplos
2	Una fuga que se reconoce como no peligrosa a tiempo de la detección, aunque justifica una reparación programada sobre la base de un posible peligro futuro.	Las fugas se deben reparar o eliminar dentro del plazo de 1 año calendario, aunque no más de 15 meses desde la fecha en que se reportó la fuga. Al determinar la prioridad de reparación, se deberán considerar criterios como los siguientes:	(1) <i>Fugas que Requieren Acción Antes de que el Suelo se Congele o se Produzcan otros Cambios en las Condiciones de venteo.</i> Cualquier fuga, que bajo condiciones de congelamiento u otras condiciones adversas del suelo, sería probable que migre al muro exterior de un edificio.
		(1) Cantidad y migración del gas	(2) <i>Fugas que Requieren Acción Dentro de los Próximos 6 Meses.</i>
		(2) proximidad del gas a edificios y estructuras subterráneas	(a) cualquier lectura de 40% LEL o mayor, bajo una acera en una zona pavimentada de pared a pared, que no llega a fuga de Grado 1.
		(3) Extensión del pavimento	(b) Cualquier lectura de 100% LEL o mayor, bajo una calle, en una zona pavimentada de pared a pared, que tenga migración de gas significativa y que no llegue a ser fuga de Grado 1.
		(4) Tipo de suelo y condiciones de suelo (tales como capa congelada), humedad, y ventilación natural)	(c) Cualquier lectura menor al 80% LEL en subestructuras pequeñas (fuera de las estructuras asociadas con gas) de las cuales es probable que el gas migre, creando un futuro peligro.
		Las fugas de Grado 2 debe ser re- evaluadas por lo menos una vez cada 6 meses hasta eliminarlas. La frecuencia de re- evaluación deberá ser determinada por la ubicación y magnitud de la condición de la fuga.	(d) Cualquier lectura entre 20% LEL y 80% LEL en un espacio confinado.
		Las fugas de grado 2 podrían variar grandemente en el grado de peligro que representan. Algunas fugas de Grado 2, cuando se evalúan con los criterios de líneas arriba, podrían justificar la reparación dentro de los próximos 5 días de trabajo. Otras justificarán la reparación dentro de los 30 días. Durante el día de trabajo en el cual se descubre la fuga, ésta situación deberá ser reportada a la persona responsable de programar la reparación.	(e) Cualquier lectura en un ducto que esté operando a 30% de su SMYS o mayor, en una localidad de Clase 32 o 4, que no alcance a ser una fuga de grado 1.
		Por otra parte, numerosas fugas de Grado 2, debido a su ubicación y magnitud, pueden programarse para reparación sobre la base de la rutina normal con reinspecciones periódicas, si se hace necesario.	(f) Cualquier lectura de 80% LEL o mayor, en estructuras asociadas con gas.
			Cualquier lectura que, a juicio del personal de la compañía operadora en el lugar, sea de suficiente magnitud como para justificar una reparación programada.

inicialmente los agujeros de prueba a 6 pies (1.8 m) entre los dos agujeros de prueba de mayor lectura, y luego ensayarse con agujeros de prueba adicionales con espaciamento tan ceñidos como 12 pulgadas (0.3 m).

(g) Se pueden hacer pruebas adicionales incluyendo la toma de lecturas CGI en la parte alta de

los agujeros de barreno, usando una solución formadora de burbujas, para determinar cuál agujero de barreno tiene el flujo positivo más alto. Otras indicaciones son las partículas de polvo que soplan desde los agujeros de barreno, el sonido del gas mandando del agujero de barreno, o el percibir el flujo de gas sobre una parte

TABLA M5.3C
CLASIFICACIÓN DE FUGAS Y CRITERIOS DE ACCIÓN: GRADO 3

Grado	Definición	Criterio de Acción	Ejemplos
3	Una fuga que no es peligrosa a tiempo de la detección, y que puede esperarse razonablemente, que se mantenga sin representar un peligro.	Estas fugas deberán ser re- evaluadas durante el siguiente estudio programado, o dentro del plazo de los 15 meses de la fecha reportada, el que ocurra primero, hasta que la fuga sea atendida, o deje de dar una lectura.	(1) <i>Fugas que Requieren Re- evaluación a Intervalos periódicos.</i> (1) Cualquier lectura de menos de 80% LEL en sub- estructuras pequeñas, asociadas con gas.
			(2) Cualquier lectura debajo de una calle o en zonas sin pavimento de pared a pared, donde es improbable que el gas pueda migrar hacia el muro exterior de un edificio.
			(3) Cualquier lectura de menos de 20% LEL en un espacio confinado.

sensible de la piel. En ocasiones, puede observarse la difracción de la luz solar a medida que el gas se ventea hacia la atmósfera.

(h) Cuando se encuentra gas en un conducto subterráneo, pueden usarse las pruebas en las aberturas disponibles para aislar la fuente, además de la técnica mencionada previamente. Numerosas veces se detecta la fugas en la intersección del ducto ajeno y una línea de gas; se debe prestar particular atención en estas ubicaciones.

(i) Cuando el patrón o pauta de las lecturas de CGI se haya estabilizado, el agujero de barrenos con la lectura más alta usualmente señalar la fuga de gas.

(j) Cuando y donde se haya tenido tubería expuesta, pruébesela con una solución formadora de burbujas, particularmente para ubicar las fugas más pequeñas.

M6.3 Precauciones

(a) Las situaciones no usuales, que sea poco probable que ocurran, podrían complicar estas técnicas en algunas ocasiones. Por ejemplo, pueden ocurrir fugas múltiples, que dan información confusa. Para eliminar estas posibles complicaciones, la zona debe ser revisada de nuevo después de efectuar las

reparaciones y completar el trabajo. Ocasionalmente, el gas puede formar bolsones, y dar una indicación fuerte hasta que la oscuridad donde se ha formado el bolsón, sea venteadada. Ocasionalmente se encontrará algunos gases ajenos, tales como el gas de materia orgánica en descomposición. Esta presencia está caracterizada por lecturas de CGI bastante constantes de 15% y 30% de gas en el aire en toda la zona. Los terrenos de relleno sanitario, podrían por lo tanto, dar lecturas substancialmente más altas. El gas detectado en los sistemas de alcantarillado, se deberá considerar como gas en migración desde una fuga, hasta que se pruebe que ocurre algo distinto, mediante prueba y / o análisis.

(b) Al determinar con precisión las fugas donde el gas es más pesado que el aire (gas licuado de petróleo, o GLP), el gas normalmente se quedará en niveles bajos, cerca al nivel de la tubería, aunque podría fluir colina abajo. El GLP, generalmente no se difunde rápidamente ni migra ampliamente en el suelo, de manera que la fuga generalmente está cerca de la indicación de fuga. Si el gas se está venteadando dentro de un ducto o sistema de alcantarillado, puede viajar distancias considerables.

APÉNDICE N

PRÁCTICAS RECOMENDADAS PARA LA PRUEBA HIDROSTÁTICA DE DUCTOS EN SITIO

N1 INTRODUCCIÓN

El propósito de las prácticas recomendadas es la de citar algunos de los pasos más importantes que se deberán tomar en las pruebas hidrostáticas de ductos en sitio. Se tiene la intención de proveer solamente lineamientos básicos. Las porciones de las prácticas recomendadas que cubren la determinación de la presión a la cual se alcanza la tensión mínima de fluencia especificada, se utilizan solamente cuando se necesita dicha determinación.

N2 PLANIFICACIÓN

(a) Todas las pruebas de presión se deberán realizar con la debida consideración por la seguridad de las personas y la propiedad inmueble. Cuando la presión de prueba esté por encima de las 400 psig, se deberán tomar las debidas precauciones para mantener a las personas que no estén trabajando con la prueba, alejadas de la zona de prueba, mientras se realiza la prueba hidrostática.

(b) *Selección de las Secciones de Prueba y Sitios de Prueba.* Pudiera necesitarse dividir el ducto en secciones para realizar la prueba, aislando zonas con diferentes requerimientos de presión de prueba, o para obtener las presiones de prueba máximas y mínimas debido al diferencial de presión hidrostática. Se deben conocer la elevación del sitio de prueba, el punto más alto y el punto más bajo de la zona aislada, para mantener la presión específica en las elevaciones máximas y mínimas.

© *Fuente de Agua y Disposición (Eliminación) del Agua.* Una fuente de agua, así como la(s) ubicación(es) para la disposición o eliminación del agua, se deberán seleccionar con bastante anticipación a la prueba. Se deberán revisar las regulaciones federales, estatales y locales, para asegurar el cumplimiento con respecto al uso y / o disposición del agua después de la prueba: Al disponer o eliminar el agua después de la prueba, se deberá tener cuidado de no causar daño a cultivos agrícolas o erosión excesiva o contaminación de arroyos, ríos u otros cuerpos de agua, incluyendo el agua freática o subterránea.

(d) *Condiciones Ambientales.* La realización de pruebas hidrostáticas en condiciones de bajas temperaturas, pudiera requerir:

(1) calentar el medio de prueba

(2) la adición de depresores del punto de congelación. Se deberá ejercer precaución en el manejo de sustancias depresoras del punto de congelación durante las pruebas. La disposición de los depresores del punto de congelación, se deberá planificar cuidadosamente y realizarse de la misma forma.

N3 LLENADO

El llenado normalmente se hace con una bomba centrífuga de alto volumen o varias de ellas. El llenado deberá ser continuo y se hará detrás de una o más escobillas de retención o esferas para minimizar la cantidad de aire en la línea. El avance del llenado deberá ser controlado midiendo la cantidad de agua bombeada dentro del ducto y calculando el volumen de línea que se haya llenado.

Si se hace necesario, se deberá proveer un período de estabilización de temperatura, entre el suelo y el agua de llenado.

N4 REALIZACIÓN DE LA PRUEBA

(a) *Bomba de Presión.* Normalmente, se usa una bomba de desplazamiento positivo de tipo recíprocante, para presurizar el ducto durante la prueba. La capacidad del caudal de la bomba deberá ser adecuada para proveer una tasa de presurización razonable. La capacidad especificada de la bomba deberá ser mayor que la máxima presión de prueba anticipada.

(b) *Presiones de Prueba, Tubería y Válvulas.* La presión de diseño de los terminales de prueba y la tubería, y las capacidades especificadas de mangueras y válvulas en el múltiple de prueba (manifold), no deberán ser menores a la presión de prueba anticipada. Todo el equipo deberá ser inspeccionado antes de la prueba para determinar que se halla en condiciones satisfactorias.

(c) *Presurización.* En las líneas siguientes se da una secuencia de presurización.

(1) Elevar la presión en la sección, hasta no más de un 80% de la presión de prueba anticipada y mantener la misma por un período de tiempo, para determinar que no existan fugas mayores.

(2) Durante este período de tiempo, monitorear la presión y revisar la sección de prueba, para detectar fugas. Reparar las fugas mayores a medida que se las encuentra.

(3) Después del período de retención, presurizar la línea a una tasa constante hasta la presión de prueba. Monitorear si hay desviaciones de una línea recta mediante el uso de una gráfica de presión – volumen, gráficas de registro o trazador automático (plotter).

(4) Cuando se alcance la presión de prueba y se haya estabilizado la misma de las presiones de operación. Se podrá iniciar un período de retención. Durante este período el medio de prueba puede ser añadido, según sea requerido, para mantener la mínima presión de prueba.

N5 DETERMINACIÓN DE LA PRESIÓN REQUERIDA PARA PRODUCIR LA FLUENCIA

(a) *Métodos de Trazado de Gráfica Presión – Volumen.* Al monitorear la desviación de una línea recta con trazados gráficos, puede dibujarse un trazado preciso de presión versus volumen de agua bombeada dentro de la línea, ya sea a mano o mediante un trazador automático (plotter). Para dibujar una gráfica a mano, se cuentan los golpes de émbolo de la bomba para determinar el volumen, y se trazan contra las lecturas de la presión. La gráfica deberá iniciarse a una presión suficientemente baja, para establecer con suficiente precisión la porción de línea recta de la gráfica de presión- volumen. Los puntos deberán trazarse con suficiente frecuencia de manera que la porción de desviación de la línea recta se pueda detectar fácilmente. La desviación de la línea recta, es el inicio de la porción no lineal de la gráfica presión – volumen, e indica que el límite elástico de parte de la tubería dentro de la sección ya se ha alcanzado.

(b) Se determina la fluencia para tubería no identificada o tubería usada (según la limitación del párrafo 841.112(a) y permitido por los párrafos 811.1(f) y 817.13(h), usando la presión a la máxima elevación dentro de la sección en prueba., a la cual el número de golpes de émbolo (volumen medido) por incremento de aumento de presión que se requirió durante la porción de la línea recta del trazado de presión – volumen, antes de que ocurra cualquier desviación.

(c) Para controlar la máxima presión de prueba cuando se excede el 100% de la SMYS dentro de la sección de prueba, se podrá aplicar una de las siguientes medidas:

(1) La presión a la cual el número de golpes de la bomba (volumen medido) por incremento de aumento de presión, se convierte en el doble del número de golpes de la bomba (volumen medido) por incremento de aumento de presión que se ha requerido durante la parte de la línea recta en la gráfica de presión – volumen, antes de que ocurra cualquier desviación.

(2) La presión no deberá exceder la presión que se da cuando el número de golpes de la bomba (volumen medido) tomados después de la desviación de la parte de la línea recta de la gráfica de presión – volumen, multiplicado por el volumen por golpe de émbolo, es igual a 0.002 veces el volumen de llenado de la sección de prueba a la presión atmosférica. Esto representa el comportamiento promedio de la sección de prueba. Longitudes individuales de tubería, pudieran experimentar mayor o menor expansión sobre la base de sus respectivas propiedades mecánicas.

N6 PRUEBA DE FUGAS

Si durante el período de retención, hay indicaciones de fugas, podría reducirse la presión mientras se ubica la fuga. Después de que la fuga se haya reparado, se debe iniciar otro período de retención a la presión plena de prueba.

N7 REGISTROS

La compañía operadora, deberá mantener en archivo durante la vida útil de cada ducto y línea principal, los registros que muestren lo siguiente:

- (a) medio de prueba
- (b) presión de prueba
- (c) duración de la prueba
- (d) gráfica de registro de presiones y gráfica o tabla de presiones
- (e) gráfica de registro de presiones y tabla de presiones
- (f) gráfica de presión versus volumen (si resulta aplicable)
- (g) presión en las elevaciones altas y bajas
- (h) elevación en el punto en que se midió la presión de prueba
- (i) persona(s) que efectuaron la prueba, operador y contratista de prueba, si es que se uso uno
- (j) factores del medio ambiente (temperatura ambiente, lluvia, nieve, viento, etc.)
- (k) fabricante (de tubería, válvulas, etc.)
- (l) especificaciones de la tubería (SMYS, diámetro, espesor de pared, etc.)
- (m) identificación clara de lo que se incluye en cada sección de prueba
- (n) descripción de cualesquiera fugas o falle y su disposición

Los registros anteriores, se deberán revisar para asegurarse que los requerimientos del presente Código han sido cumplidos.

APÉNDICE O

PREPARACIÓN DE CONSULTA TÉCNICAS AL CÓDIGO DE ASME PARA TUBERÍA A PRESIÓN, B31

O1 INTRODUCCIÓN

El Comité B31 del Código Para Tubería a Presión de ASME, considerará las consulta técnicas sobre interpretación y revisiones de de las reglas del Código y desarrollará nuevas reglas, si así lo dicta el desarrollo tecnológico. Las actividades del Comité en este sentido, están limitadas estrictamente a las reglas o la consideración de revisiones a las reglas presentes, sobre la base de nuevos taos o tecnología. Como política de material publicado, ASME no aprueba, certifica, califica o endosa ningún ítem, construcción, dispositivo propietario, o actividad y conforme a ello las consultas que requieran tal consideración, serán devueltas. Más aún, ASME no actúa como un consultor sobre problemas específicos de ingeniería o sobre la aplicación general o entendimiento de las presentes reglas del Código. Si sobre la base de la información presentada, es la opinión del Comité que el consultante debería buscar asistencia profesional, la consulta será devuelta con la recomendación de que se obtenga la asistencia indicada.

Las consultas que no contengan la información necesaria para que el Comité pueda entender completamente el caso, serán devueltas.

O2 REQUERIMIENTOS

Las consultas se deberán limitar estrictamente a la interpretación de las reglas o a la consideración de revisiones a las reglas presentes sobre la base de nueva información o tecnología. Las consultas, deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

(a) *Alcance*. Corresponder a una sola regla o reglas relacionadas de cerca en el alcance del Código.

Una carta de consulta referente a temas no relacionados, será devuelta.

(b) *Fundamento*. Indique el propósito de la consulta, la cual pudiera ser ya sea para obtener una interpretación de las reglas del Código o el proponer la consideración de una revisión de las reglas presentes. Provea la información concisa, necesaria para que el Comité entienda la consulta, asegurándose de incluir referencias a la Sección de Código aplicable, edición, addendum, párrafos, figuras, y tablas. Si es que se proveen dibujos esquemáticos, deberán limitarse al alcance de la consulta.

(c) *Estructura de la Consulta*

(1) *Pregunta(s) Propuesta(s)*. La consulta deberá ser enunciada en un formato de pregunta, condensado y preciso, omitiendo la información de respaldo superflua, y cuando resulte apropiado, compuesta de tal manera que pueda contestarse de manera aceptable con un “sí” o un “no” (quizá con disposiciones). La enunciación de la consulta deberá ser técnicamente y editorialmente correcta.

(2) *Respuesta(s) Propuesta(s)*. Provea una respuesta propuesta, indicando que es lo que cree que el Código requiere.

Si es que en opinión del consultante, se necesita una revisión del Código, se deberá proveer la redacción de los párrafos sugeridos o recomendados, además de la información que justifica el cambio.

O3 PRESENTACIÓN

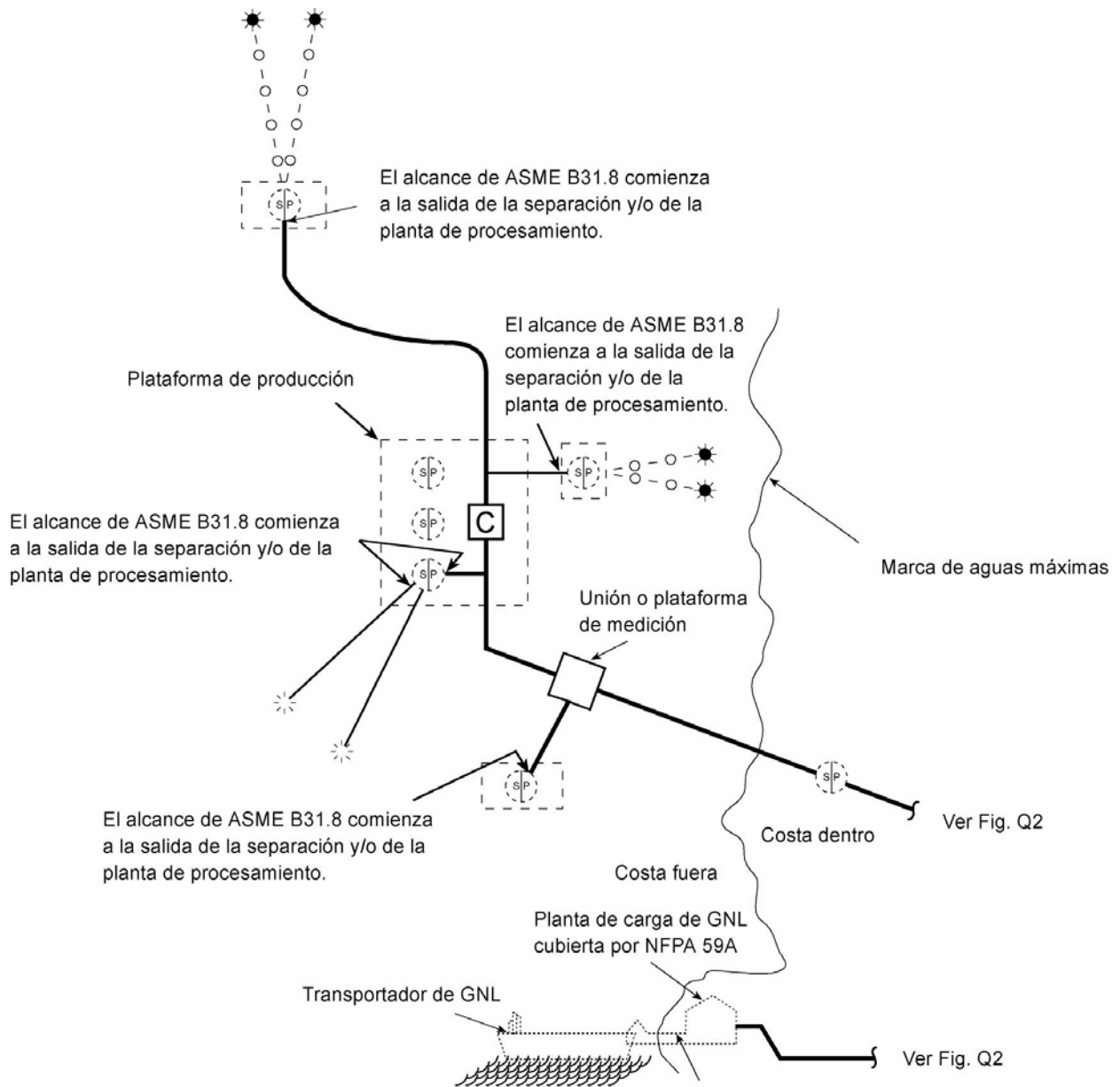
Las consulta se deberán presentar escritas a máquina; no obstante se considerarán las constas manuscritas legibles. Deberán incluir el nombre y la dirección de correos del consultante, y deberán ser remitidos a la siguiente dirección: Secretary, ASME B31 Committee, Three Park Avenue, New York, NY 10016.

APÉNDICE P
NOMENCLATURA PARA LAS FIGURAS

Este Apéndice se halla en preparación para una futura Edición del presente Código.

APÉNDICE Q DIAGRAMAS MOSTRANDO EL ALCANCE

Esta página está en blanco en el original.
Vienen después de la misma, tres diagramas, Q1, Q2 y Q3.

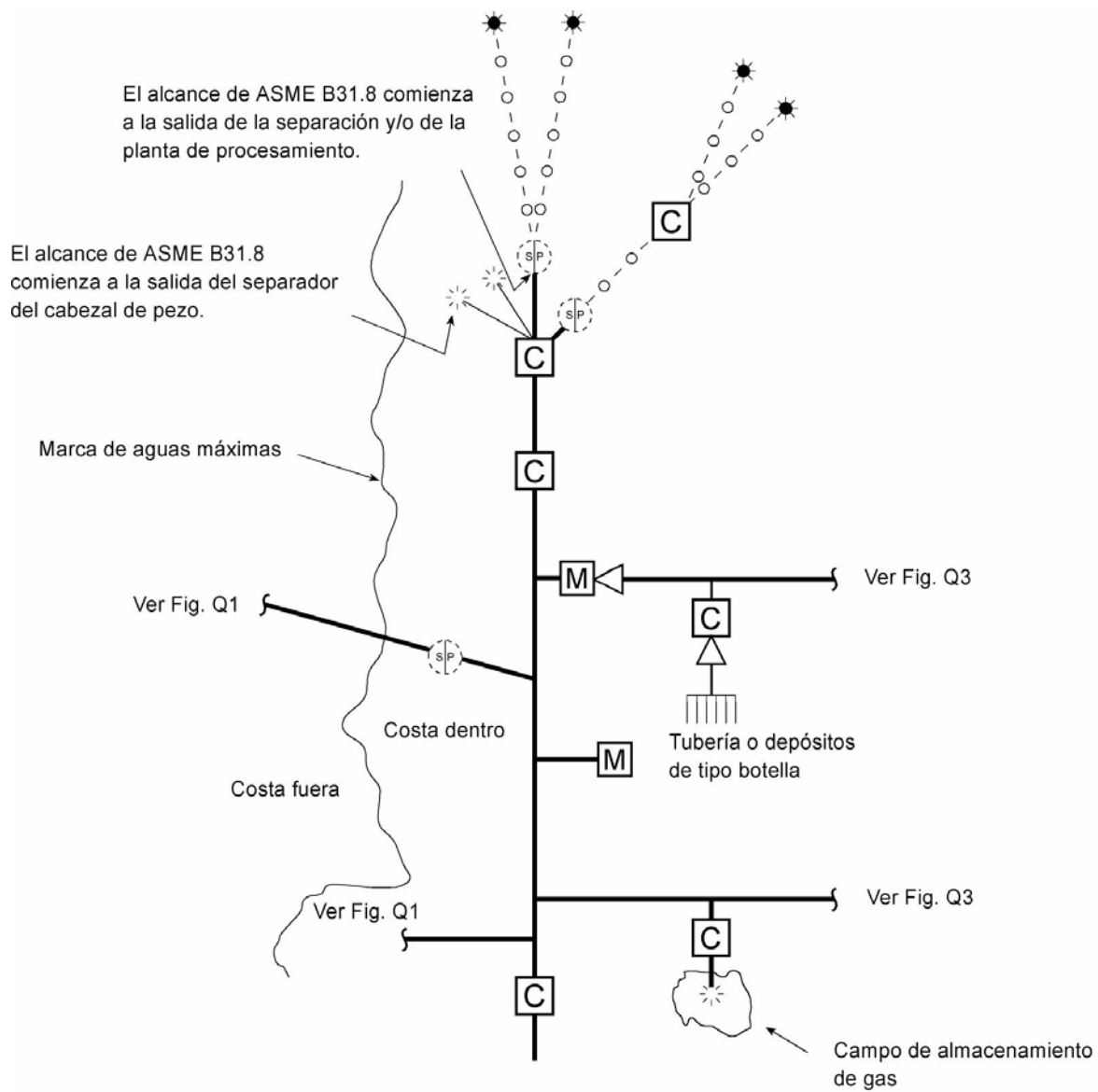


NOTA GENERAL: Las instalaciones y tuberías indicadas por línea sólida se hallan bajo el alcance de ASME B31.8.

Leyenda

- Línea principal (ducto) de transporte de gas
- Ductos de recolección
- o - o - Líneas de flujo de gas
- (SP) Planta de separación o procesamiento
- ☼ Pozo de gas con separador
- ☼ Pozo de gas sin separador o planta de procesamiento
- Plataforma de producción
- C Estación compresora

FIG.Q1 ALCANCE DE ASME B31.8 PARA TUBERÍA DE TRANSPORTE COSTA FUERA

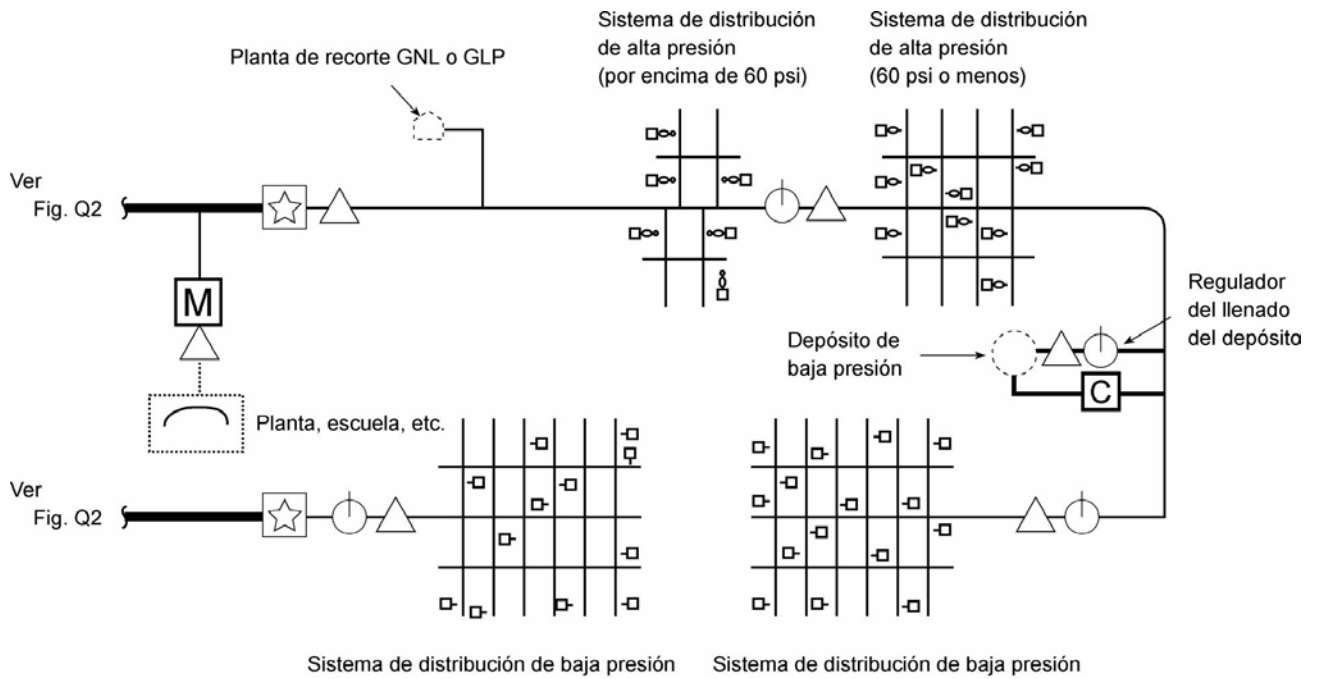


NOTA GENERAL: Las instalaciones y tuberías indicadas por línea sólida se hallan bajo el alcance de ASME B31.8.

Leyenda

—	Línea principal (ducto) de transporte de gas	☀	Pozo de gas sin separador o planta de procesamiento
—	Ductos de recolección	C	Estación de compresión
- o - o -	Líneas de flujo de gas	M	Estación de medición
(SP)	Planta de separación o procesamiento	△	Dispositivo de protección contra sobre-presión para ductos y líneas principales
☀	Pozo de gas con separador		

FIG. Q2: ALCANCE DE ASME B31.8 PARA TUBERÍA DE TRANSPORTE EN TIERRA (COSTA DENTRO)



NOTA GENERAL: Las instalaciones y tuberías indicadas por línea sólida se hallan bajo el alcance de ASME B31.8.

Leyenda












-  Línea principal (ducto) de transporte de gas
-  Ductos de recolección
-  Línea principal de distribución de gas
-  Dispositivo de protección contra sobre-presión para ductos y líneas principales
-  Línea de servicio con medidor y sin regulador de servicio (sistema de distribución de baja presión)
-  Línea de servicio con medidor y un regulador (sistema de alta presión no mayor a 60 psi)
-  Línea de servicio con medidor y servicio reguladores en serie u otros dispositivos protectores
-  Estación de medición y control de presión a la entrada de la ciudad.
-  Estación de distribución, reguladora de presión.
-  Estación de compresión
-  Estación de medición

FIG. Q3 ALCANCE DE ASME B31.8 PARA TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN