Sistemas y componentes de tuberías

[10.1\*](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/annexes/A/groups/10#ID00059A001628)  Alcance.

Este capítulo presenta los requisitos de diseño, construcción, instalación, examen e inspección para sistemas y componentes de tuberías de proceso.

10.2 General.

[**10.2.1\***](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/annexes/A/groups/10#ID00059A001629)

Las tuberías de proceso que forman parte de un contenedor de GNL ASME, incluidas las tuberías entre los contenedores interior y exterior, deberán cumplir con la Sección VIII del *Código de calderas y recipientes a presión* ASME o con ASME B31.3, *Tuberías de proceso* .

**10.2.1.1**

Todas las demás tuberías de proceso deberán cumplir con ASME B31.3.

**10.2.1.2**

Las disposiciones adicionales de este capítulo complementan las de ASME B31.3, *Tuberías de proceso* , y se aplicarán a los sistemas y componentes de tuberías para servicio de fluidos peligrosos.

[**10.2.1.3\***](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/annexes/A/groups/10#ID00059A002384)

Los sistemas de gas combustible deberán cumplir con NFPA 54 o ASME B31.3, *Tuberías de proceso*, cuando las tuberías estén dentro del alcance de esos documentos .

**10.2.1.4**

Las tuberías del sistema de protección contra incendios deberán cumplir con las normas NFPA aplicables en la Sección  [**2.2**](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/chapters/2#ID00059A000027) .

**10.2.2 Requisitos de diseño sísmico.**

**10.2.2.1**

El diseño de las tuberías deberá cumplir con los siguientes requisitos, además de los de la Sección  [**12.1**](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/chapters/12#ID00059A000248) :

* (1)

Tubería de clasificación A según la Sección  [**12.1**](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/chapters/12#ID00059A000248) : para el diseño OBE, no se deben utilizar modificaciones de respuesta.

* (2)

Tubería de clasificación B según la Sección  [**12.1**](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/chapters/12#ID00059A000248) : Se utilizará un factor de modificación de respuesta Rp de 3 como máximo. El valor de importancia Ip será de 1,5 .

* (3)

Tuberías de clasificación C según la Sección  [**12.1**](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/chapters/12#ID00059A000248) : las tuberías deben diseñarse para el sismo de diseño según ASCE 7, *Cargas mínimas de diseño y criterios asociados para edificios y otras estructuras* .

**10.2.2.2**

Las tuberías se analizarán utilizando un análisis estático equivalente o un análisis dinámico que cumpla con los requisitos de ASCE 7, *Cargas mínimas de diseño y criterios asociados para edificios y otras estructuras* .

**10.2.2.2.1**

Las cargas sísmicas de diseño, OBE y SSE se combinarán con otras cargas utilizando la combinación de carga de ASCE 7.

**10.2.2.2.2**

La rigidez de los soportes de las tuberías en la dirección de la restricción aplicada se incluirá en el modelo de análisis de tensión de las tuberías, a menos que los soportes puedan calificarse como rígidos de acuerdo con los siguientes criterios:

* (1)

Soportes con tubería de 12 pulg. (0,3 m) y mayor: rigidez mínima de soporte de 100 kips/pulg. (1797 kg/mm) en la dirección de restricción

* (2)

Soportes con tubería de 12 pulg. (0,3 m) y menor: rigidez mínima de soporte de 10 kips/pulg. (179,7 kg/mm) en la dirección de restricción

[**10.2.3\***](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/annexes/A/groups/10#ID00059A001630)

Los sistemas y componentes de tuberías deberán diseñarse para soportar los efectos de la fatiga resultante del ciclo térmico al que están sometidos los sistemas.

**10.2.4**

Las disposiciones para la expansión y contracción de las tuberías y sus uniones debido a los cambios de temperatura deberán realizarse de acuerdo con la Sección 319 de ASME B31.3, *Tuberías de proceso* .

10.3 Materiales de construcción.

**10.3.1 General.**

**10.3.1.1**

Todos los materiales de las tuberías, incluidas las juntas y los compuestos de roscas, se deben seleccionar para que sean compatibles con los líquidos y gases manipulados en todo el rango de temperaturas a los que están sometidos.

**10.3.1.2**

Las tuberías, incluidas las juntas selladas, que puedan estar expuestas a la baja temperatura de un escape de GNL o refrigerante o al calor de un escape encendido durante una emergencia donde dicha exposición podría resultar en una falla de la tubería que aumentaría la emergencia, deberán ser una de las siguientes:

* (1)

Fabricado con materiales que puedan soportar tanto la temperatura normal de funcionamiento como la temperatura extrema a la que podría estar sometida la tubería durante la emergencia.

* (2)

Protegido por aislamiento u otros medios para retrasar la falla debido a temperaturas tan extremas hasta que el operador pueda tomar medidas correctivas.

* (3)

Capaz de aislarse y detener el flujo donde la tubería está expuesta solo al calor de una liberación encendida durante la emergencia

**10.3.1.3**

El aislamiento de tuberías utilizado en áreas donde es necesaria la mitigación de la exposición al fuego deberá tener un índice de propagación de llama máximo de 25 cuando se pruebe de acuerdo con ASTM E84, *Método de prueba estándar para características de combustión superficial de materiales de construcción,* o UL 723, *Prueba para características de combustión superficial de materiales de construcción,* y deberá mantener las propiedades que son necesarias para mantener la integridad física y térmica durante una emergencia cuando se expone al fuego, calor, frío o agua.

[**10.3.1.4\***](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/annexes/A/groups/10#ID00059A001631)

Además de [**10.3.1.3**](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/chapters/10#ID00059A000612) , los conjuntos de aislamiento de tuberías utilizados en áreas donde es necesaria la mitigación de la exposición al fuego deberán ser uno de los siguientes:

* (1)

Compuesto de materiales no combustibles según ASTM E136, *Método de prueba estándar para evaluar la combustibilidad de materiales utilizando un horno tubular vertical a 750 °C.(ver Sección*[***4.10***](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/chapters/4#ID00059A000118)*)*

* (2)

Cubierto por una cubierta protectora exterior de acero inoxidable de al menos 0,02 pulgadas (0,51 mm) de espesor

* (3)

Cubierto por una cubierta exterior de aluminio de al menos 0,032 pulgadas (0,81 mm) de espesor

* (4)

Decidido a cumplir con la norma NFPA 274

**10.3.2 Tuberías.**

**10.3.2.1**

No se deben utilizar tuberías tipo F, tuberías soldadas en espiral, tuberías soldadas a solape para hornos ni tuberías soldadas a tope para hornos.

**10.3.2.2**

Todo el material de las tuberías deberá cumplir con los requisitos del Capítulo III de ASME B31.3, *Tuberías de proceso* , o cumplir con los párrafos 323.1.2 y 323.2.3 de ASME B31.3 y estar documentado en el diseño de ingeniería.

**10.3.2.3**

Todos los componentes de las tuberías deberán cumplir con los requisitos del Capítulo III de ASME B31.3, *Tuberías de proceso* , o cumplir con los párrafos 326.1.2 y 326.2.2 de ASME B31.3 y estar documentados en el diseño de ingeniería.

**10.3.2.4**

Los tubos roscados deberán ser como mínimo de calibre Schedule 80.

**10.3.2.5**

Una línea de líquido en un contenedor, caja fría u otro equipo aislado externo a la cubierta o camisa exterior, cuya falla puede liberar una cantidad significativa de fluido peligroso , no debe estar hecha de aluminio, cobre o aleación de cobre, o material con un punto de fusión inferior a 2000 °F (1093 °C).

**10.3.2.6**

Se permitirá que las líneas de líquido de penetración inferior en tanques de contención individuales con tanques internos de aluminio y cajas frías que utilizan intercambiadores de calor de aluminio utilicen tuberías de aluminio hasta el punto en que la pieza de distancia térmica se transforme en acero inoxidable u otros materiales que cumplan con los requisitos de [**10.3.2.5**](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/chapters/10#ID00059A000623) .

**10.3.2.7 Juntas de transición.**

**10.3.2.7.1**

Las juntas de transición deberán protegerse contra la exposición al fuego.

**10.3.2.7.2**

Las piezas de distanciamiento térmico de contenedores, cajas frías y equipos similares no se deben aislar si el aislamiento disminuirá la eficacia de la pieza de distanciamiento térmico.

**10.3.2.7.3**

No se requerirá protección contra la exposición al fuego para líneas de líquido protegidas contra la exposición al fuego ni para brazos de carga y mangueras.

**10.3.2.8**

No se deben utilizar tuberías de hierro fundido, hierro maleable o hierro dúctil para fluidos peligrosos.

**10.3.3 Accesorios.**

**10.3.3.1**

Las boquillas roscadas deberán ser al menos del tipo Schedule 80.

**10.3.3.2**

No se deben utilizar accesorios de hierro fundido, hierro maleable y hierro dúctil para fluidos peligrosos.

[**10.3.3.3\***](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/annexes/A/groups/10#ID00059A001632) **Curvas.**

**10.3.3.3.1**

Las curvas se permitirán únicamente de acuerdo con la Sección 332 de ASME B31.3, *Tuberías de proceso* .

**10.3.3.3.2**

Se prohíben las curvas onduladas y plegadas.

**10.3.3.3.3**

No se permitirá la flexión en campo de ningún material o componente de acero inoxidable de la serie 300 u otros materiales o componentes de contención criogénica, excepto tubos de instrumentos con una temperatura de diseño mínima inferior a -20 °F (-29 °C), a menos que se cumplan todas las siguientes condiciones :

* (1)

La flexión del campo se realiza de acuerdo con el diseño de ingeniería .

* (2)

El doblado en campo se realiza utilizando equipos y herramientas mecánicas o hidráulicas específicamente diseñadas para doblar tuberías .

* (3)

Cada curva se verifica de acuerdo con los requisitos de examen de los párrafos 332.1 y 332.2.1 en ASME B31.3, *Tuberías de proceso .*

* (4)

Todos los procesos de doblado y conformado cumplen con los requisitos de la Sección 332 en ASME B31.3 .

**10.3.3.4**

Para los tapones roscados se deberán utilizar tapones sólidos o tapones macho fabricados con tubo sin costura de calibre 80 como mínimo.

**10.3.3.5**

Los acoplamientos de tipo compresión no se deben utilizar donde puedan estar sujetos a temperaturas inferiores a -20 °F (-29 °C), a menos que cumplan con los requisitos de la Sección 315 de ASME B31.3, *Tuberías de proceso* .

**10.3.4 Válvulas.**

**10.3.4.1**

Las válvulas deberán cumplir con uno de los siguientes requisitos:

* (1)

Párrafo 307.1.1 de ASME B31.3, *Tuberías de proceso*

* (2)

ASME B31.5, *Tuberías de refrigeración y componentes de transferencia de calor* ; ASME B31.8, *Sistemas de tuberías de transmisión y distribución de gas* ; o API Spec 6D, *Especificación para tuberías y válvulas de tuberías,* cuando sea adecuado para las condiciones de diseño.

* (3)

Párrafo 307.1.2 de ASME B31.3, donde se documenta en el diseño de ingeniería

**10.3.4.2**

No se deberán utilizar válvulas de hierro fundido, hierro maleable o hierro dúctil.

10.4 Instalación.

**10.4.1 Uniones de tuberías.**

**10.4.1.1**

Las uniones de tuberías de 2 pulgadas (50 mm) de diámetro nominal o menos deberán ser roscadas, soldadas o bridadas.

**10.4.1.2**

Las uniones de tuberías con un diámetro nominal mayor a 2 pulgadas (50 mm) deberán soldarse o bridarse.

**10.4.1.3**

Las uniones de los tubos deberán cumplir con el párrafo 315 de ASME B31.3, *Tuberías de proceso* .

**10.4.1.4**

Están prohibidas las siguientes uniones de tuberías:

* (1)

Juntas expandidas según el párrafo 313 de ASME B31.3, *Tuberías de proceso*

* (2)

Juntas calafateadas según el párrafo 316 de ASME B31.3

* (3)

Juntas especiales según el párrafo 318 de ASME B31.3

**10.4.1.5**

Los componentes especiales que no están listados según el párrafo 304.7.2 de ASME B31.3, *Tuberías de proceso* , se basarán en cálculos de diseño consistentes con los criterios de diseño de ASME B31.3.

**10.4.1.6**

Los cálculos deberán fundamentarse mediante al menos uno de los dos medios establecidos en el párrafo 304.7.2(a) o 304.7.2(b) de ASME B31.3.

**10.4.1.7**

Cuando sea necesario para conexiones a equipos o componentes, donde la conexión no esté sujeta a tensiones que produzcan fatiga, las juntas de 4 pulgadas (100 mm) de diámetro nominal o menos deberán ser roscadas, soldadas o bridadas.

**10.4.1.8**

Se deberá minimizar el número de uniones roscadas o bridadas y utilizarse solo cuando sea necesario, como en transiciones de materiales o conexiones de instrumentos, o cuando sea necesario para mantenimiento.

**10.4.1.9 Conexiones bridadas.**

**10.4.1.9.1**

Cuando se utilicen conexiones con bridas, deberán cumplir con la Sección 335 de ASME B31.3 ,  *Tuberías de proceso* .

**10.4.1.9.2**

Cuando se utilizan arandelas elásticas o métodos similares para lograr y mantener fuerzas de sujeción durante las transiciones de temperatura, el conjunto de perno, tuerca y arandela se debe instalar de manera adecuada para el tamaño del perno, dentro de los niveles de tensión aceptables del perno específico y cualquier instrucción de instalación específica del fabricante de la arandela elástica o fabricante de un dispositivo similar.

**10.4.1.10**

Cuando se utilicen uniones roscadas, deberán estar selladas mediante soldadura o por otros medios comprobados mediante prueba, excepto en los casos siguientes:

* (1)

Conexiones de instrumentos donde el calor de la soldadura podría causar daños al instrumento.

* (2)

Donde la soldadura del sello impediría el acceso para mantenimiento

* (3)

Transiciones de materiales donde la soldadura de sellos no es práctica

* (4)

Un sistema de tuberías con una temperatura mínima de diseño mayor o igual a -20 °F (-29 °C)

**10.4.1.11**

Los metales diferentes se unirán mediante bridas o técnicas de unión de transición que hayan sido probadas mediante pruebas en las condiciones de servicio previstas.

**10.4.1.12**

Cuando las juntas estén sujetas a exposición al fuego, deberán ser resistentes a dicha exposición.

[**10.4.2\***](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/annexes/A/groups/10#ID00059A001633) **Válvulas.**

**10.4.2.1**

Las válvulas de bonete extendido se deben instalar con sellos de empaque en una posición que evite fugas o mal funcionamiento debido al congelamiento.

**10.4.2.2**

Cuando el capó extendido en una línea de líquido criogénico se instala en un ángulo mayor a 45 grados con respecto a la posición vertical, se deberá demostrar que está libre de fugas y escarcha en condiciones de funcionamiento.

**10.4.2.3**

Se deberán instalar válvulas de cierre en las conexiones de contenedores, tanques y recipientes, excepto en los casos siguientes:

* (1)

Conexiones para válvulas de alivio que no se gestionan de acuerdo con la Sección VIII, UG-125(d) y el Apéndice M-5 del *Código de calderas y recipientes a presión de ASME*

* (2)

Conexiones a líneas de líquido de 1 ⁄ 2 pulg. (12,5 mm) o menos de tamaño de tubería y líneas de vapor de 2 pulg. (50 mm) o menos de tamaño de tubería

* (3)

Conexiones con bridas ciegas o taponadas

**10.4.2.4**

Las válvulas de cierre deberán ubicarse dentro del área de embalse lo más cerca que sea posible de dichos contenedores, tanques y recipientes, cuando estén provistos.

**10.4.2.5**

El diseño y la instalación de una válvula interna deberán ser tales que cualquier falla de la boquilla de penetración resultante de una tensión externa en la tubería esté más allá de los asientos de cierre de la propia válvula interna.

**10.4.2.6**

Además de la válvula de cierre de contenedor requerida en [**10.4.2.3**](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/chapters/10#ID00059A000668) , las conexiones de contenedor de más de 1 ⁄ 2 pulg. (12,5 mm) de diámetro nominal y a través de las cuales pueda escapar líquido deberán estar equipadas con al menos uno de los siguientes:

* [**(1)\***](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/annexes/A/groups/10#ID00059A001634)

Una válvula que se cierra automáticamente si se expone al fuego.

* (2)

Una válvula de cierre rápido controlada a distancia que permanece cerrada excepto durante el período de funcionamiento.

* (3)

Una válvula de retención en las conexiones de llenado

**10.4.2.7**

Los elementos sensibles a la temperatura de las válvulas de cierre de emergencia no deberán pintarse ni se les deberá aplicar ningún acabado ornamental después de su fabricación.

**10.4.2.8**

Las válvulas y los controles de válvulas deberán estar diseñados para permitir el funcionamiento en condiciones de formación de hielo cuando dichas condiciones puedan existir.

**10.4.2.9**

Se deberán proporcionar operadores manuales y eléctricos para válvulas de cierre de emergencia de 8 pulgadas (200 mm) o más grandes.

[**10.4.2.10\***](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/annexes/A/groups/10#ID00059A001635)

Cuando se instalen válvulas accionadas por motor, el tiempo de cierre no deberá producir un choque hidráulico capaz de generar tensiones que puedan provocar fallas en las tuberías o en el equipo.

**10.4.2.11**

Un sistema de tuberías utilizado para la transferencia periódica de fluido criogénico deberá estar provisto de un medio de preenfriamiento antes de la transferencia.

**10.4.2.12**

Se deberán instalar válvulas de retención en los sistemas de transferencia unidireccionales designados para evitar el reflujo y deberán ubicarse lo más cerca posible del punto de conexión a cualquier sistema desde el cual pueda ocurrir el reflujo.

**10.4.3 Soldadura y soldadura fuerte.**

Toda contención de presión, ASME B31.3, *tuberías de proceso* , tuberías y soldadura de componentes en o para cualquier instalación de GNL deberá cumplir con la Sección IX del *Código de calderas y recipientes a presión* de ASME .

**10.4.3.1**

La calificación y el desempeño de los soldadores deberán realizarse de acuerdo con la subsección 328.2 de ASME B31.3, *Tuberías de proceso* , y [**10.4.3.2**](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/chapters/10#ID00059A000685) de esta norma.

**10.4.3.2**

Para la soldadura de materiales probados contra impactos, se deben seleccionar procedimientos de soldadura calificados para minimizar la degradación de las propiedades de baja temperatura del material de la tubería.

**10.4.3.3**

Para soldar accesorios a tuberías inusualmente delgadas, se deben seleccionar procedimientos y técnicas para minimizar el peligro de quemaduras.

**10.4.3.4**

No se permitirá la soldadura con oxígeno y gas combustible.

**10.4.3.5**

Las conexiones soldadas y soldadas deberán realizarse de acuerdo con las subsecciones 317.2 y 333 de ASME B31.3, *Tuberías de proceso* .

**10.4.3.6**

Las conexiones soldadas que forman parte de un sistema de *tuberías de proceso* ASME B31.3 deberán limitarse a una temperatura de servicio mínima de -20 °F (-29 °C) y más cálida.

**10.4.3.6.1**

El sistema deberá cumplir con el Apéndice G de ASME B31.3.

**10.4.3.6.2**

Las conexiones soldadas utilizadas para temperaturas de servicio inferiores a -20 °F (-29 °C) deberán especificarse en el diseño de ingeniería y ser aprobadas por el operador.

[**10.4.4\***](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/annexes/A/groups/10#ID00059A001636) **Marcado de tuberías.**

Las marcas en las tuberías deberán cumplir con lo siguiente:

* (1)

Las marcas se realizarán con un material compatible con el material de la tubería.

* (2)

Los materiales con un espesor inferior a 1 ⁄ 4 pulg. (6,4 mm) no se deben estampar en matriz.

* (3)

No se deberán utilizar materiales de marcado que sean corrosivos para el material de la tubería.

* (4)

Las marcas deberán realizarse de acuerdo con la especificación según la cual se fabrica la tubería específica.

10.5 Aislamiento de equipos y sistemas de fluidos peligrosos.

**10.5.1**

El diseño para aislar equipos, sistemas o tuberías en servicio de fluidos peligrosos para mantenimiento, operación inactiva de rutina o paradas estacionales deberá considerar las propiedades y la presión de operación del fluido peligroso.

**10.5.2**

Cuando cualquier fuga de fluido peligroso a través de un dispositivo de aislamiento primario, como una válvula, pueda generar un riesgo de seguridad u operativo, se deberá utilizar un segundo dispositivo de aislamiento.

[**10.5.2.1\***](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/annexes/A/groups/10#ID00059A001954)

Se deberá proporcionar un medio para ventilar o drenar de forma segura y continua el espacio entre el primer y el segundo dispositivo de aislamiento.

**10.5.2.2**

No se deberá utilizar una válvula de retención como dispositivo de aislamiento.

10.6 Soportes de tuberías.

[**10.6.1\***](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/annexes/A/groups/10#ID00059A001960)

Los soportes de tuberías, incluido cualquier sistema de aislamiento utilizado para sostener tuberías cuya estabilidad es esencial para la seguridad de la planta, deberán ser resistentes o estar protegidos contra la exposición al fuego, al escape de líquido frío o ambos, si están sujetos a dicha exposición.

**10.6.2**

La protección contra incendios para dichos soportes de tuberías deberá diseñarse de acuerdo con normas reconocidas.

**10.6.3**

Los soportes de tuberías para líneas frías deberán diseñarse para minimizar la transferencia de calor, lo que puede provocar fallas en las tuberías debido a la formación de hielo o al debilitamiento del acero de soporte.

**10.6.4**

El diseño de los elementos de soporte deberá cumplir con la Sección 321 de ASME B31.3, *Tuberías de proceso* .

[10.7\*](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/annexes/A/groups/10#ID00059A001637)  Identificación de tuberías.

**10.7.1**

Las tuberías se identificarán mediante código de color, pintura o etiquetado.

**10.7.2**

El etiquetado de las tuberías deberá indicar la dirección de servicio y la dirección de flujo normal.

10.8 Inspección, examen y prueba de tuberías.

La inspección, el examen y las pruebas de los sistemas de tuberías se realizarán de acuerdo con el Capítulo VI de ASME B31.3, *Tuberías de proceso* , para demostrar una construcción sólida, instalación y estanqueidad a fugas, a menos que se especifique lo contrario en el diseño de ingeniería .

**10.8.1 Prueba de fugas.**

**10.8.1.1**

Las pruebas de fugas se realizarán de acuerdo con la Sección 345 de ASME B31.3, *Tuberías de proceso* .

**10.8.1.2**

Para evitar posibles fallas frágiles, las tuberías de acero al carbono y de baja aleación se deben probar para detectar fugas a temperaturas del metal adecuadamente superiores a su temperatura de transición de ductilidad nula.

**10.8.2 Mantenimiento de registros.**

Se deberá realizar un registro de cada prueba de fuga según el párrafo 345.2.7 de ASME B31.3, *Tuberías de proceso* .

**10.8.3 Exámenes de tuberías soldadas.**

**10.8.3.1**

La soldadura longitudinal o espiral de la tubería soldada longitudinalmente que está sujeta a temperaturas de diseño mínimas inferiores a -20 °F (-29 °C) se someterá a un examen radiográfico del 100 por ciento de acuerdo con el párrafo 302.3.4 y la Tabla A-1B de ASME B31.3, *Tuberías de proceso* , para proporcionar un factor de calidad de unión de soldadura longitudinal básico E j de 1,0 o según lo permitido en la Tabla 302.3.4 para E j igual a 1,0.

**10.8.3.2**

Todas las soldaduras de ranura a tope circunferenciales, soldaduras de ranura de curvatura a inglete y soldaduras de conexión de derivación comparables a la Figura 328.5.4E en ASME B31.3, *Tuberías de proceso* , sujetas a temperaturas de diseño mínimas inferiores a -20 °F (-29 °C) se deben examinar completamente mediante examen radiográfico o ultrasónico de acuerdo con el Capítulo VI, Secciones 341 y 344, de ASME B31.3, excepto lo modificado por [**10.8.3.2.1**](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/chapters/10#ID00059A000709) y [**10.8.3.2.2**](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/chapters/10#ID00059A000710) .

**10.8.3.2.1**

No será necesario realizar pruebas no destructivas en las tuberías de drenaje de líquidos y ventilación de vapor con una presión de funcionamiento que produzca una tensión circunferencial inferior al 20 por ciento de la tensión mínima de fluencia especificada si se las ha inspeccionado visualmente de acuerdo con la subsección 344.2 de ASME B31.3, *Tuberías de proceso* .

**10.8.3.2.2**

Las tuberías con una temperatura de diseño mínima de -20 °F (-29 °C) o superior deben tener un examen radiográfico o ultrasónico aleatorio del 20 por ciento de las soldaduras de ranura a tope circunferencial, las soldaduras de ranura de curvatura a inglete y las soldaduras de conexión de derivación comparables a la Figura 328.5.4E en ASME B31.3, *Tuberías de proceso* , de acuerdo con el Capítulo VI, Secciones 341 y 344, de ASME B31.3.

**10.8.3.3**

Todas las soldaduras de encaje y de filete para tuberías con una temperatura mínima de diseño inferior a -20 °F (-29 °C), incluidas las soldaduras de fijación internas y externas, deberán examinarse al 100 por ciento visualmente y mediante un examen con líquidos penetrantes o partículas magnéticas de acuerdo con el Capítulo VI, Secciones 341 y 344 de ASME B31.3, *Tuberías de proceso* .

[**10.8.3.4\***](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/annexes/A/groups/10#ID00059A001638)

Todas las soldaduras de conexión de derivación que no se radiografíen ni examinen ultrasónicamente se examinarán al 100 por ciento según el Capítulo VI, Secciones 341 y 344, de ASME B31.3, *Tuberías de proceso*, de la siguiente manera:

* (1)

Para tuberías con temperaturas de diseño inferiores a -20 °F (-29 °C), todas las conexiones derivadas deberán examinarse visualmente al 100 por ciento y mediante un examen con líquidos penetrantes o partículas magnéticas.

* (2)

Para tuberías con temperaturas de diseño de -20 °F (-29 °C) o superiores, todas las conexiones derivadas deberán examinarse visualmente al 100 por ciento.

**10.8.4 Criterios de examen.**

**10.8.4.1**

Los métodos de examen no destructivo, las limitaciones de los defectos y las calificaciones del personal que realiza e interpreta los exámenes deberán cumplir con los requisitos del Capítulo VI, Secciones 341 a 344, de ASME B31.3, *Tuberías de proceso* , y lo siguiente:

* (1)

Los requisitos del servicio normal de fluidos se aplicarán como mínimo para los criterios de aceptación del examen, a menos que se especifique lo contrario en el diseño de ingeniería.

* (2)

El personal que realice exámenes no destructivos (END) deberá, como mínimo, estar calificado Nivel I según ASNT SNT-TC-1A, *Calificación y certificación de personal en ensayos no destructivos,* o una norma de calificación equivalente.

* (3)

El personal que interprete los exámenes no destructivos deberá, como mínimo, estar calificado como Nivel II según ASNT SNT-TC-1A o un estándar de calificación equivalente.

* (4)

Las END se realizarán de acuerdo con procedimientos escritos que cumplan todos los requisitos de la Sección V del *Código de calderas y recipientes a presión* ASME , según corresponda al método de END específico.

**10.8.4.2**

La sustitución del examen radiográfico o ultrasónico durante el proceso, tal como se permite en el párrafo 341.4.1 de ASME B31.3, *Tuberías de proceso* , se permitirá soldadura por soldadura solo si se especifica en el diseño de ingeniería, lo aprueba específicamente el operador y se complementa con los siguientes exámenes no destructivos adicionales:

* (1)

Se realizará un examen con líquido penetrante al 100 por ciento o partículas magnéticas en el menor de los dos valores siguientes: la mitad del espesor de la soldadura o cada 1 ⁄ 2 pulg. (12,5 mm) de espesor de la soldadura.

* (2)

Se realizará un examen con líquidos penetrantes o partículas magnéticas al 100 por ciento en todas las superficies de soldadura finales accesibles.

**10.8.5 Retención de registros.**

**10.8.5.1**

Los registros de pruebas y exámenes y los procedimientos escritos requeridos en esta norma y en el párrafo 345.2.7 y la Sección 346, respectivamente, de ASME B31.3, *Tuberías de proceso* , deberán mantenerse durante la vida útil del sistema de tuberías por el operador de la instalación o hasta que se realice un nuevo examen.

**10.8.5.2**

El operador de la instalación deberá mantener los registros y la certificación correspondientes a los materiales, componentes y tratamientos térmicos requeridos por los párrafos 341.4.1(c) y 341.4.3(d) y la Sección 346 de ASME B31.3, *Tuberías de proceso* , durante la vida útil del sistema.

10.9 Purga de sistemas de tuberías.

**10.9.1**

Se deberán proporcionar conexiones de purga y soplo para facilitar la purga de todas las tuberías de proceso y de todas las tuberías de gas inflamable.

**10.9.2**

También se deben proporcionar conexiones de purga a ambos lados de las válvulas de bloqueo de las líneas de tuberías si se prevé que las válvulas estarán cerradas durante la purga para evitar tuberías de tramo muerto sin purgar.

10.10 Válvulas de seguridad y alivio.

**10.10.1**

Los dispositivos de seguridad de alivio de presión se dispondrán de tal manera que se reduzca al mínimo la posibilidad de daños a las tuberías o accesorios.

[**10.10.2\***](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/annexes/A/groups/10#ID00059A001965)

Los sistemas de alivio de seguridad (es decir, tuberías y válvulas) deberán diseñarse, instalarse y probarse de acuerdo con la subsección 322.6 de ASME B31.3, *Tuberías de proceso* , normas reconocidas y la Sección  [**10.10**](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/chapters/10#ID00059A000730) de esta norma.

**10.10.3**

Los medios para ajustar la presión de ajuste de la válvula de alivio deberán estar sellados.

**10.10.4**

Se deberá instalar una válvula de alivio de expansión térmica para evitar la sobrepresión en cualquier sección de una tubería de líquido o vapor frío que pueda aislarse mediante válvulas.

**10.10.4.1**

Se deberá ajustar una válvula de alivio de expansión térmica para que descargue a la presión de diseño de la línea que protege o por debajo de ella.

**10.10.4.2**

La descarga de las válvulas de alivio de expansión térmica deberá dirigirse de manera tal de minimizar el riesgo para el personal y otros equipos.

[10.11\*](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/annexes/A/groups/10#ID00059A001964)  Bengalas y chimeneas de ventilación.

Las antorchas y chimeneas de ventilación deberán diseñarse de acuerdo con normas reconocidas y deberán limitar que los vapores inflamables en o por encima del LFL alcancen el nivel del suelo y que el calor radiante de no más de 5 kW/m2 llegue a áreas sin restricciones o a cualquier equipo adyacente o edificio ocupado.

10.12 Control de corrosión.

[**10.12.1\***](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/annexes/A/groups/10#ID00059A001640)

Las tuberías subterráneas y sumergidas deberán protegerse y mantenerse de acuerdo con los principios de NACE SP0169 , *Control de la corrosión externa de sistemas de tuberías metálicas subterráneas o sumergidas.*

**10.12.2**

Los aceros inoxidables austeníticos y las aleaciones de aluminio deberán protegerse para minimizar la corrosión y las picaduras causadas por sustancias atmosféricas e industriales corrosivas durante el almacenamiento, la construcción, la fabricación, las pruebas y el servicio.

**10.12.2.1**

No se deberán utilizar cintas ni otros materiales de embalaje que sean corrosivos para las tuberías o sus componentes.

**10.12.2.2**

Cuando los materiales de aislamiento puedan provocar corrosión del aluminio o del acero inoxidable, se utilizarán inhibidores o barreras impermeables.

10.13 Sistemas criogénicos de tubería dentro de tubería.

**10.13.1 Generalidades.**

El diseño de la tubería criogénica deberá abordar las siguientes cuestiones:

* (1)

Carga sísmica, preocupaciones geotécnicas, instalación y la preocupación de que la tubería esté diseñada para realizar su función sin fallas de acuerdo con [**10.2.2**](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/chapters/10#ID00059A000591)

* (2)

Condiciones de carga dinámica y estática de las tuberías interiores y exteriores

* (3)

Movimiento relativo máximo entre las tuberías interior y exterior

**10.13.2 Tubería interior.**

**10.13.2.1**

El conjunto de tuberías internas se diseñará, fabricará, examinará y probará de acuerdo con ASME B31.3, *Tuberías de proceso* , y se especificarán los niveles de inspección.

**10.13.2.2**

Como mínimo, se deberán cumplir los requisitos del servicio de fluidos normales a menos que se especifique lo contrario en el diseño de ingeniería.

**10.13.2.3**

Los fluidos tóxicos serán de categoría M.

**10.13.3 Tubería exterior.**

El conjunto de tuberías exteriores deberá diseñarse, fabricarse, examinarse y probarse de acuerdo con los requisitos de ASME B31.3, *Tuberías de proceso* .

**10.13.3.1**

Se deberán aprobar métodos alternativos para probar fugas en la tubería exterior e inspeccionar visualmente la tubería interior durante las pruebas de fugas.

**10.13.3.2**

Como mínimo, se deberán cumplir los requisitos del servicio de fluidos normales a menos que se especifique lo contrario en el diseño de ingeniería.

**10.13.3.3**

Si la tubería exterior también funciona como sistema de contención secundario, se aplicará lo siguiente:

* (1)

La tubería exterior deberá estar diseñada para evitar la pérdida de contención del producto de la tubería interior en caso de cualquier liberación de la tubería interior.

* (2)

La tubería exterior deberá diseñarse, fabricarse, examinarse y probarse de acuerdo con los requisitos de ASME B31.3, *Tuberías de proceso* .

* (3)

La tubería exterior deberá incluir un análisis de tensión de las fuerzas mecánicas y del choque térmico al liberarse de la tubería interior.

**10.13.3.4**

El diseño del espaciador de soporte de la tubería interior deberá demostrar que la deformación de la tubería exterior no provocará que el espaciador perfore la tubería interior.

**10.13.4 Función con camisa de vacío.**

**10.13.4.1**

Los sistemas con camisa de vacío deberán demostrar que una falla del sistema con camisa de vacío no afectaría la integridad de la tubería interior.

**10.13.4.2**

Si la camisa exterior funciona como sistema de contención secundario, la camisa exterior de la tubería deberá estar diseñada para soportar cualquier liberación de la tubería interior y deberá diseñarse, fabricarse, examinarse y probarse de acuerdo con los requisitos de ASME B31.3, *Tuberías de proceso* .

**10.13.5 Espacio anular.**

El espacio anular y el sistema de soporte de las tuberías internas deberán diseñarse para minimizar la conductancia térmica y la pérdida de calor.

**10.13.5.1**

Todos los componentes en el espacio anular deberán seleccionarse para minimizar la degradación a largo plazo del sistema de aislamiento.

**10.13.5.2**

Se deberá especificar el nivel de vacío, si lo hay.

**10.13.6 Requisitos operativos.**

**10.13.6.1**

Si el conducto en tubería está encamisado al vacío, se deberán tomar medidas para permitir la verificación de los niveles de vacío y los métodos de reaplicación de vacío. Si el conducto en tubería no está encamisado al vacío, se deberán tomar medidas para permitir la circulación de gas inerte en el espacio anular.

**10.13.6.2**

Se deberán prever disposiciones para el control de la temperatura.

**10.13.6.2.1**

Cuando la tubería dentro de otra tubería sea una tubería con camisa de vacío, se deberá monitorear la temperatura de la capa exterior de la camisa de vacío.

**10.13.6.2.2**

Cuando la tubería dentro de la tubería no esté revestida de vacío, se deberá monitorear la temperatura en el espacio anular.

**10.13.6.2.3**

La inspección visual será aceptable para instalaciones sobre el suelo.

**10.13.7 Conexiones.**

Los conectores mecánicos deberán estar diseñados para mantener las condiciones térmicas, estructurales y de instalación presentes en los segmentos de tubería que están conectando.

[**10.13.8\***](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/annexes/A/groups/10#ID00059A001641) **Protección contra la corrosión.**

**10.13.8.1**

El tubo interior y el espacio anular se considerarán no corrosivos en su entorno operativo.

**10.13.8.2**

La tubería exterior deberá diseñarse o protegerse de acuerdo con las normas NACE para mitigar la posible corrosión.

10.14 Instalación subterránea o submarina.

[**10.14.1\***](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/annexes/A/groups/10#ID00059A002071)

Las tuberías, cuando estén enterradas en la tierra, deberán instalarse con un mínimo de 3 pies (0,9 m) de cobertura y cumplir con las normas reconocidas.

[**10.14.2\***](https://link.nfpa.org/publications/59A/2023/annexes/A/groups/10#ID00059A002072)

Las tuberías, cuando estén enterradas en vías navegables, se deberán instalar con una profundidad mínima de 4 pies (1,2 m) de cobertura y cumplir con las normas reconocidas.

**10.14.3**

La profundidad de la cubierta se medirá hasta la parte superior de la tubería o revestimiento exterior.

**10.14.4**

El diseño de ingeniería de tuberías enterradas en aguas navegables deberá evaluar y, cuando sea necesario, implementar una cobertura adicional para minimizar la posibilidad de daños debido a caídas o arrastres de anclas y encallamientos de embarcaciones.

**10.14.5**

Cuando la tubería se instale dentro de una carcasa, la tubería de carcasa deberá cumplir los siguientes requisitos:

* (1)

La carcasa deberá estar diseñada para soportar las cargas superpuestas.

* (2)

Si existe la posibilidad de que entre agua en la carcasa, se deberán sellar los extremos.

* (3)

Si se instalan respiraderos en una carcasa, estos deberán protegerse de la intemperie para evitar que entre agua en la carcasa.

* (4)

Si los extremos de una carcasa sin ventilación están sellados, entonces el sellado deberá ser lo suficientemente fuerte para retener la presión de trabajo máxima permitida de la tubería.

* (5)

Cada tubería deberá estar aislada eléctricamente de las tuberías metálicas que forman parte del sistema subterráneo. Si el aislamiento no se logra por impracticidad, se deberán tomar otras medidas para minimizar la corrosión de la tubería dentro de la tubería.