

**1) DOCUMENTOS - FIN DE CONSTRUCCIÓN**

**Condición Previa:**

La solicitud será admitida siempre y cuando cumpla con los siguientes requisitos:

- Las instalaciones que pretende operar se encuentren concluidas.
- Haber obtenido el Informe Técnico Favorable del Diseño para instalación.
- Haber realizado las pruebas de hermeticidad de tuberías para gas natural y pruebas de tuberías y equipos con gas natural y de operatividad del sistema de seguridad con resultado conforme, registrado en las respectivas actas de pruebas

ITEM	CÓDIGO OSINERGHMIN	BASE LEGAL
<b>REQUISITOS</b>		
<b>Anexo III del Reglamento del Registro de Hidrocarburos aprobado por RCD N° 150-2024 OS/CD</b>		
1	CD-GNL-001	Formulario de solicitud*
2	CD-GNL-002	Para persona natural, indicación expresa del número de DNI. Para persona jurídica**, copia de la vigencia de poder donde consta la representación legal, o documento suscrito por el representante legal, en la que señale el número de RUC, número de partida registral y asiento registral donde obre la representación, así como la zona registral a la que pertenece. En caso de personas naturales o jurídicas que actúen mediante apoderado, éste, además de la información señalada en el párrafo anterior, deberá efectuar la indicación expresa del número de DNI, además de adjuntar carta poder simple suscrita por el poderdante (solicitante).
3	CD-GNL-003	<b>Planos*** Conforme a Obra de:</b> a.Situación en escala 1:5000. b.Ubicación indicando las coordenadas geográficas en escala 1:500. c.Distribución en escala 1:100. d.Diagrama de tuberías e instrumentación (P&ID). e.Instalaciones mecánicas. f.Isométrico que incluya el equipamiento y red de tuberías de gas natural.**** g.Instalaciones eléctricas e instrumentación. h.Clasificación de áreas peligrosas para el diseño de instalaciones eléctricas. i.Obras civiles en escala 1:100. j.Estructura y detalles del techo que cubre el área de carga de contenedores y/o patio de maniobras, de ser el caso. k.Circulación, señalando los recorridos de ingreso y salida de la Unidad o Estación. l.Ubicación y distribución de equipos del sistema de seguridad contra incendio. m.Instalaciones sanitarias, de ser el caso.
4	CD-GNL-004	Actas de verificación conformes de pruebas de hermeticidad y de pruebas de tuberías y equipos con gas natural, firmadas por el representante del Osinerghmin.
5	CD-GNL-005	Plan de respuesta a emergencias para la Etapa de Operación, elaborado y firmado en todas sus páginas por un ingeniero inscrito y habilitado en el Colegio Profesional correspondiente y firmado adicionalmente por el solicitante o su representante legal y por un ingeniero colegiado registrado como Instalador en la categoría de IG-3 del Registro de Instaladores de Gas Natural.

6	CD-GNL-006	Manual de Operación y Mantenimiento de la Unidad o Estación.
7	CD-GNL-007	Certificados de capacitación del personal de operación y mantenimiento.
8	CD-GNL-008	<p>Certificados de los equipos de compresión, descompresión, almacenamiento y carga de GNC, regasificación, almacenamiento y carga de GNL****, según corresponda, emitidos por los organismos de certificación acreditados ante INACAL o por el organismo de certificación autorizados por la autoridad competente o por el organismo de certificación ante la autoridad nacional de acreditación del país de fabricación del producto u otro país.</p> <p>Los equipos instalados deben ser nuevos. Se permitirá su reubicación en otra localización previa certificación emitida por organismos acreditados ante INACAL o por organismos de certificación autorizados por la autoridad competente.</p>
9	CD-GNL-009	<p>Para las Instalaciones Internas de gas natural en caso de los Consumidores Directos de GNC o GNL.</p> <p>a.Certificados de Calidad de los materiales, instrumentos y equipos empleados, los que deberán cumplir con la normativa correspondiente.</p> <p>b.Certificados de calificación de soldadores y/o fusionistas basados en procedimientos calificados.</p> <p>c.Registro de los Ensayos No Destructivos realizados a las juntas de tuberías soldadas.</p> <p>d.Resultado de las pruebas neumáticas, de acuerdo a la normatividad nacional y/o internacional aplicable (ASME B31.3)..</p> <p>e.Registro de los parámetros de los equipos empleados en fusión de polietileno (Termofusión y Electrofusión) y soldadura de acero al carbono y/o cobre (incluyendo la trazabilidad de los accesorios).</p> <p>f.Procedimiento para la puesta en marcha de las instalaciones internas.</p> <p>g.Manual de Operaciones de las instalaciones.</p> <p>h.Programa de mantenimiento de la estación de regulación y medición primaria e instalaciones internas.</p> <p>i.Plano P&amp;ID de las Estación de Regulación y Medición, Estación de Regulación Secundaria incluyendo detalles del tren de válvulas de regulación y seguridad y de los sistemas de combustión, para cada punto de consumo. En los citados planos se deberá indicar los valores de calibración de reguladores, válvulas de seguridad, presostatos, tiempos de seguridad en secuencia de arranque y parada y planilla de cálculo de la velocidad y caída de presión en el tren de válvulas.</p> <p>j.Certificado de Obra Bien Ejecutada de las instalaciones internas otorgado por un Organismo de Inspección acreditado ante INACAL.</p> <p>k.Certificado de Obra Bien Ejecutada de la Estación de Medición y Regulación Primaria otorgado por un Organismo de Inspección acreditado ante INACAL.</p>

(\*) El formulario de solicitud deberá estar completamente llenado y firmado por el solicitante o representante legal, a fin de ser admitido para trámite. Se obtiene de la página web de OSINERGMIN

(\*\*) En el caso de una Persona Jurídica creada por ley o por norma con rango de ley, en lugar de la partida registral donde obre la Constitución Social de la Empresa y el Certificado de Vigencia de poderes, podrá presentarse copia simple de la norma mediante la cual se dispone su creación; y, copia simple de las normas o documentos que certifiquen la designación y las facultades de sus representantes legales, emitidos conforme a su norma de creación; respectivamente.

(\*\*\*) Los planos deben ser presentados en escalas normalizadas adecuadas, con excepción de las indicadas expresamente. Asimismo, la presentación de los planos será de manera física y magnética en formato en Autocad.

(\*\*\*\*) Para Consumidor Directo de GNC o GNL la red de tuberías de gas natural debe incluir hasta el ingreso a los puntos de consumo de gas.

(\*\*\*\*\*) Para la instalación de tuberías y accesorios para gas natural, deberá presentar el Certificado de Inspección de dichas instalaciones que incluya la prueba de hermeticidad, emitidas por un Organismo de Certificación acreditado ante INACAL.

**2) REQUISITOS TÉCNICOS Y DE SEGURIDAD - FIN DE CONSTRUCCIÓN**

**GUÍA DE FISCALIZACIÓN DEL FIN DE CONSTRUCCIÓN DE ESTACIÓN O CENTRO DE REGASIFICACIÓN DE GNL**

**Reglamento de Comercialización de Gas Natural Comprimido (GNC) y Gas Natural Licuefactado (GNL), Decreto Supremo 057-2008-EM**

Artículo 14.- Normas de cumplimiento para el diseño, construcción, ampliación y operación

Para el diseño, construcción, operación y ampliación de las Estaciones de Regasificación y Consumidores Directos de GNL, se debe cumplir con lo señalado en el presente Reglamento y, en lo no previsto por éste, con la legislación vigente en el Subsector Hidrocarburos. De manera supletoria a las normas antes mencionadas, se debe cumplir con lo establecido en las Normas Técnicas Peruanas vigentes

**NTP 111.032-2 2020 GAS NATURAL LICUADO. Instalaciones y equipamiento para gas natural licuado. Parte 2: Estaciones de regasificación de gas natural licuado (GNL)**

Aplicable a las estaciones de regasificación de gas natural licuado (GNL) con tanques criogénicos y sus equipos con volúmenes de capacidad geométrica, simple o conjunta, inferior o igual a 1 500 m3

ITEM	CÓDIGO OSINERGMIN	BASE LEGAL
<b>4 Diseño y construcción de la instalación</b>		
<b>4.1 Instalación de descarga</b>		
10	CD-GNL-010	El trasvase desde el recipiente criogénico de transporte del gas natural licuado, al recipiente de almacenamiento de la estación se debe realizar mediante bombas criogénicas o por diferencia de presiones. Para realizar la descarga por diferencia de presiones, se debe disponer de un equipo de regasificación para presurizar la fase gas del RCTGNL.
11	CD-GNL-011	La conexión entre la instalación de descarga y el RCTGNL se debe llevar a cabo con mangueras flexibles criogénicas. Los conectores de las bocas de interconexión con los RCTGNL deben estar específicamente diseñados para GNL. Las líneas de conexión con los equipos de regasificación y recipientes de almacenamiento deben disponer de las válvulas criogénicas necesarias para las maniobras de presurización y descarga. También deben disponer de válvulas criogénicas de purga para la despresurización de las mangueras previa a su desconexión.
12	CD-GNL-012	Si la descarga se llevara a cabo mediante utilización de bombas criogénicas ubicadas en la propia estación, estas deben contar con certificación para ser utilizadas en zonas con posible presencia de gas. La instalación de descarga provista de trasvase mediante bombas criogénicas, debe contar con un sistema de parada de emergencia que actúe sobre la propia instalación, interrumpiendo el funcionamiento de las bombas.
13	CD-GNL-013	Se debe instalar una válvula de retención en la tubería común de descarga de GNL al recipiente o recipientes, y válvulas de seguridad entre dos válvulas de interceptación consecutivas que puedan retener GNL entre ambas.
14	CD-GNL-014	<b>4.2 Instalación de almacenamiento</b> Los recipientes empleados para el servicio en estaciones de regasificación de GNL deben cumplir alguna norma aplicable a los tanques de almacenamiento criogénico a presión tales como: serie ISO 21009, UNE-EN 13458, ASME BPVC SECCIÓN VIII o equivalentes.
<b>4.3 Instalación de regasificación</b>		
15	CD-GNL-015	<b>4.3.1 Regasificadores</b> La presión de diseño del regasificador debe ser, al menos, la mayor presión previsible de alimentación considerando los distintos elementos y equipos previos al mismo (presión de diseño del recipiente, presión de posibles bombas de circulación o presurización del GNL, entre otros). Se deben considerar en su diseño las tensiones térmicas durante el servicio, las tensiones térmicas transitorias debidas al enfriamiento, su propio peso, y las posibles acciones variables externas a que este sometido (sismo, viento, entre otros). En caso de disponer de regasificadores atmosféricos, debe tenerse en consideración la reducción de temperatura del gas emitido a causa del hielo que se forma sobre las aletas.

16	CD-GNL-016	Los regasificadores deben disponer dos secciones paralelas que se aíslan de tal manera que cuando una de las secciones esté en funcionamiento la otra esté descongelando.
17	CD-GNL-017	Los regasificadores y demás elementos complementarios exteriores al recipiente deben estar anclados y sus tuberías de conexión ser lo suficientemente flexibles para evitar los efectos debidos a las dilataciones y contracciones por los cambios de temperatura.
		<b>4.3.3 Dispositivos de seguridad</b>
18	CD-GNL-018	La capacidad de la válvula de alivio de vaporizadores ambientales debe ser seleccionada para proveer una capacidad de descarga de la válvula de alivio de al menos el 150 % de la capacidad nominal del flujo de gas natural del vaporizador basada en las condiciones operativas estándar, sin que permita que la presión ascienda más del 10 por ciento por encima de la presión de trabajo máxima permitida del vaporizador. La presión de ajuste debe ser como máximo la de diseño del regasificador. Los alivios a la atmósfera o venteos deben estar protegidos por los correspondientes apagafuego, y deben efectuar la descarga en puntos donde no se puedan crear condiciones ambientales peligrosas.
19	CD-GNL-019	Cada regasificador debe aislarse mediante válvulas de bloqueo tanto en el circuito de GNL-gas natural como en el circuito de aporte de calor.
		<b>4.4 Válvula automática de interrupción por mínima temperatura o de corte por frío (VCF)</b>
20	CD-GNL-020	Se debe intercalar una válvula entre la salida de los regasificadores y el grupo de regulación de salida con un sistema de cierre automático en el caso de que detecte una temperatura a la salida de la misma inferior a -10 °C, o inferior a la recomendada por el fabricante para asegurar la integridad de los materiales situados aguas abajo, si esta fuera inferior a los -10 °C. Esta válvula de interrupción debe poder soportar temperaturas de hasta -60 °C. Asimismo, debe ser de rearme manual y presencial para garantizar la seguridad de la reanudación del servicio.
21	CD-GNL-021	Adicionalmente, en el caso de instalaciones que dispongan de regasificadores de vaporización forzada debe instalarse entre la salida del depósito y la entrada de los regasificadores una válvula VCF criogénica que interrumpa el flujo en fase líquida. La señal de mando de la válvula debe proceder de un sensor de temperatura o transmisor a instalar entre los regasificadores y el grupo de regulación. La válvula o conjunto de válvulas de seguridad de mínima temperatura solo se deben utilizar para el fin por el que se ha establecido: asegurar la interrupción del flujo de gas por mínima temperatura, no debiendo utilizarse para otra funcionalidad en el conjunto de la estación. El funcionamiento de esta válvula debe garantizarse en todo momento. Así, ante un posible fallo eléctrico que imposibilite la alimentación en su circuito interno de funcionamiento, o una falta de presión en su accionamiento neumático o en el sistema primario de funcionamiento, la válvula debe quedar en posición cerrada.
		<b>4.5 Tuberías, válvulas y uniones</b>
		<b>4.5.1 Instalación</b>
22	CD-GNL-022	Todos los componentes situados aguas arriba de la ubicación de la válvula automática de interrupción por mínima temperatura deben ser adecuados para operar a -196 °C.
23	CD-GNL-023	Los materiales de los elementos situados aguas abajo de la válvula de seguridad por mínima temperatura deben ser adecuados para la temperatura más baja que se pueda producir, antes de que la válvula de seguridad por mínima temperatura se pueda cerrar.
24	CD-GNL-024	Los soportes de las tuberías y las fijaciones de las mismas sobre ellos deben evitar la creación de corrosión galvánica y permitir el movimiento de la tubería debido a la contracción o dilatación térmica sin rebasar las tensiones permitidas. El diseño del soporte debe ser adecuado para esta función y debe impedir cualquier puente frío entre el tubo y la estructura sobre la cual descansa o de la cual esté suspendida.
		<b>4.5.2 Dispositivos de seguridad</b>
25	CD-GNL-025	Los tramos de tubería comprendidos entre dos válvulas de cierre deben estar protegidos por un sistema de alivio de presión que evite daños a la misma en caso de que quede líquido criogénico o gas frío atrapado entre ambas válvulas. Estos dispositivos de alivio deben tener un tramo de tubería de longitud mínima de 10 cm que los separe de la zona fría, para evitar que queden bloqueados por el hielo. La presión de ajuste de estos dispositivos debe ser inferior a la presión máxima de servicio establecida para la tubería protegida.
		<b>4.5.3 Montaje y construcción</b>
26	CD-GNL-026	Los procedimientos de soldadura deben ser conformes a las normas técnicas, ASME, ISO, UNE u otras equivalentes que sean reconocidas, que les sean de aplicación para el tipo de tubería elegido. Los soldadores deben estar capacitados para ejecutar su trabajo.
27	CD-GNL-027	Se deben considerar las dilataciones y contracciones debidas a los cambios de temperatura, así como las vibraciones y movimientos.
28	CD-GNL-028	Las uniones desmontables de tuberías se deben realizar con bridas.
29	CD-GNL-029	Se deben prever las conexiones de venteo y purga necesarias para las pruebas, puesta en servicio, puesta fuera de servicio, operación y mantenimiento.

		<b>4.6 Instalación de control</b>
<b>30</b>	<b>CD-GNL-030</b>	Los sistemas de control de la estación de regasificación deben permitir vigilar y controlar la seguridad de la estación y los parámetros básicos de proceso, que permitan ajustar los parámetros de trabajo.
<b>31</b>	<b>CD-GNL-031</b>	<p>a) Estaciones de operación presencial Para la dotación de los recipientes, los elementos mínimos de control para estaciones de operación presencial y funcionamiento manual deben ser los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manómetro de presión de servicio.</li> <li>- Indicador de nivel continuo de llenado.</li> <li>- Indicador de nivel de punto alto o máximo admitido.</li> <li>- Válvulas de servicio.</li> <li>- Indicador de temperatura. El indicador debe ser monitoreado y así como activar automáticamente una alerta.</li> </ul> <p>Se deben registrar en un cuadro de control general la presión y temperatura del gas antes de su salida de la estación, pudiendo registrarse otras variables de servicio que se estimen convenientes.</p>
<b>32</b>	<b>CD-GNL-032</b>	<p>b) Estaciones de operación no presencial Para estaciones de operación no presencial se deben establecer los siguientes controles y alarmas mínimos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presión de servicio de recipientes.</li> <li>- Nivel continuo de GNL en los recipientes.</li> <li>- Temperatura del gas a la salida.</li> <li>- Falta de alimentación eléctrica a la planta.</li> <li>- Condición de operatividad del sistema de regasificación.</li> <li>- Presencia de gas en sala de calderas de recalentadores y/o grupos alternativos de alimentación eléctrica.</li> <li>- Accionamiento de válvulas de interrupción por mínima temperatura y válvulas automáticas.</li> <li>- Ingreso no autorizado a la estación.</li> <li>- Accionamiento de la parada de emergencia.</li> </ul> <p>El control y las alarmas deben transmitirse directamente al operador que pudiera estar en un lugar alejado y quedar asimismo registradas en el sistema de control, si existiera en la propia estación. Toda la instrumentación de control y alarmas, debe ser independiente del funcionamiento normal de la estación (el proyectista debe evitar la necesidad de poner fuera de funcionamiento parte de la estación para el mantenimiento de la instrumentación). No obstante, en estaciones de operación no presencial, cuando el mantenimiento de la instrumentación requiera la falta prolongada de control de algún elemento que no disponga de control redundante o alternativo, esta carencia debe sustituirse por visitas periódicas de personal directo sobre la estación, a responsabilidad directa de la empresa operadora.</p>
		<b>4.7 Instalación eléctrica</b>
<b>33</b>	<b>CD-GNL-033</b>	La clasificación de zonas de la estación se debe efectuar según el Código Nacional de Electricidad-Utilización o la norma IEC 60079-10-1.
<b>34</b>	<b>CD-GNL-034</b>	Las instalaciones eléctricas, de iluminación y la instalación de eventuales tableros eléctricos o de control, se deben efectuar de acuerdo con lo indicado en el Código Nacional de Electricidad- Utilización.
<b>35</b>	<b>CD-GNL-035</b>	Todas las estructuras y partes metálicas de la estación, así como el RCTGNL durante la operación de descarga, se deben hallar conectadas a tierra, de modo que la resistencia de puesta a tierra sea inferior a $20 \Omega$ .
		<b>4.7.1 Suministro de energía eléctrica</b>
<b>36</b>	<b>CD-GNL-036</b>	En el diseño de la estación de regasificación se debe contemplar que los equipos del SPE y equipos críticos mantengan sus condiciones de operación segura en caso de una falla o de una interrupción de la fuente de energía, además, debe contar con un sistema de alimentación de energía de respaldo (sistema de alimentación ininterrumpida – UPS) dimensionada a una capacidad y autonomía que garanticen mínimamente la parada segura de los equipos de la estación. En caso de contar con otra fuente de energía alternativa (como un grupo electrógeno), la falla de una de las fuentes no debe afectar la capacidad de la otra.
<b>37</b>	<b>CD-GNL-037</b>	Los sistemas de energía primaria y de emergencia serán determinados en la ingeniería del proyecto, tomando en cuenta la criticidad del funcionamiento de la estación de regasificación.

		<b>4.8 Instalación contra incendios</b>
38	CD-GNL-038	Los sistemas contraincendios podrán ser fijos, semifijos, móviles, portátiles o en combinación, en el tipo, calidad y cantidad adecuada para responder al mayor riesgo individual posible y/o a lo que el Estudio de Riesgos determine para cada área de las estaciones de regasificación en particular; sustentado con las NTP o normas NFPA, estándares API y prácticas recomendadas, código ASME u otras normas internacionales aceptadas por la entidad competente. Deben mantenerse en todo momento las vías de acceso, libres de obstáculos para el movimiento del equipo de extinción de incendios a una estación de regasificación de GNL.
39	CD-GNL-039	Si la capacidad geométrica de almacenamiento de la estación de regasificación es superior a 450 m3 y la distancia entre recipientes es inferior a 15 m , se exige irrigación superior para refrigeración de los mismos de una capacidad de 3 l/min/m2. Las instalaciones que no dispongan de suministro exterior de agua deben estar dotadas de recipientes de almacenamiento y medios de bombeo que permitan el funcionamiento de la red durante 30 min a la presión y caudal establecidos.
		<b>4.9 Estación de regulación y medición</b>
40	CD-GNL-040	En el caso de que la estación de regasificación suministre gas a una red de distribución se debe instalar un conjunto de regulación conforme a las exigencias establecidas en la Norma UNE 60312 o norma equivalente. (No aplicable para consumidores directos de GNL)
41	CD-GNL-041	Si la estación de regasificación suministra gas a un único usuario, la medición de su consumo no es exigible, debiendo instalarse un conjunto de regulación que cumpla con los requisitos establecidos en la UNE 60670-3 o la Norma UNE 60620-5 o la NTP 111.010 o norma equivalente según proceda, de acuerdo con la presión de suministro a la correspondiente instalación receptora.
		<b>4.10 Instalación de odorización</b>
42	CD-GNL-042	Antes de su salida de la estación, el gas debe ser odorizado en el nivel que indica la NTP 111.004 de forma que cualquier fuga pueda ser detectada con facilidad cuando exista una mezcla cuya concentración volumétrica sea 1/5 de la correspondiente al límite inferior de inflamabilidad.
<b>5. Emplazamiento</b>		
		<b>5.1 Condiciones generales</b>
43	CD-GNL-043	La instalación debe estar protegida, como mínimo, por una cerca de malla metálica u otro material no inflamable que impida que personas ajenas al servicio puedan manipular las instalaciones o acercarse a las mismas. La cerca de malla metálica debe disponer como mínimo de dos salidas suficientemente separadas, de manera que asegure la posibilidad de evacuación en caso necesario, y dotadas con puertas correderas o de apertura hacia el exterior. La cerca de malla metálica puede no instalarse si la planta se halla en el interior de un predio cercado al que no acceden personas ajenas al servicio.
44	CD-GNL-044	El emplazamiento de la instalación debe permitir el fácil acceso de los vehículos de abastecimiento, mantenimiento y extinción de incendios, así como del personal autorizado. En el interior de la estación la circulación de vehículos debe limitarse a lo estrictamente necesario para las labores de abastecimiento, mantenimiento y extinción de incendios. La circulación debe disponerse de tal forma que se eviten maniobras, debiendo el estacionamiento permitir la forma más rápida de evacuación del vehículo.
45	CD-GNL-045	El nivel de iluminación sobre todo de la zona de descarga, debe ser suficiente para garantizar la seguridad general de las operaciones que se realicen en la estación, con un valor mínimo de 300 lux en el plano de trabajo de manipulación de las válvulas. El sistema de iluminación debe cumplir con el área clasificada correspondiente.
46	CD-GNL-046	Debe colocarse en sitio visible los carteles y letreros que indique el tipo de instalación, los peligros específicos y las medidas de seguridad recomendadas; así como las señales de seguridad donde corresponda según el estudio de riesgo. Véase Anexo B.
		<b>5.2 Diques de contención contra derrames</b>
47	CD-GNL-047	En estaciones de regasificación con recipientes de almacenamiento con capacidad geométrica total superior a 2 m3 deben contar con un dique de contención. Además, se debe considerar la instalación de dispositivos de detección de fugas y medidas para controlar la tasa de evaporación de GNL derramado en la contención, tal como se establece en <b>8.1.2.2.1 de la NTP 111.032-1</b> .
48	CD-GNL-048	Si un dique de contención alberga más de un recipiente, la capacidad máxima conjunta de los recipientes no debe ser superior a 270 m3.
49	CD-GNL-049	En el interior de los diques de contención deben instalarse los elementos asociados al recipiente o conjunto de recipientes, así como las instalaciones criogénicas asociadas a los vaporizadores. Los vaporizadores deben contar con dique de contención.
50	CD-GNL-050	La instalación de toda tubería criogénica exterior a los diques de contención debe garantizar que cualquier posible derrame de GNL sea canalizado al dique de contención de mayor capacidad. Toda instalación dentro del dique de contención debe cumplir con las especificaciones criogénicas.
51	CD-GNL-051	Los diques de contención pueden estar formados por barreras naturales, muros de contención o una excavación en el terreno capaz de resistir las acciones mecánicas, térmicas o químicas del GNL.

52	CD-GNL-052	Las paredes de los diques de contención de los recipientes deben estar como mínimo a 1,5 m de cualquier superficie lateral o frontal de los mismos.								
53	CD-GNL-053	En el caso de existir varios recipientes en el mismo dique de contención, la separación mínima entre ellos debe ser de 2 m.								
54	CD-GNL-054	Los diques de contención pueden ser adyacentes (muro de contención común) o no adyacentes, en cuyo caso los debe separar una distancia mínima de 4 m para permitir el paso de vehículos.								
55	CD-GNL-055	El fondo puede estar cubierto por un revestimiento aislante, o construido con materiales especiales, para minimizar la evaporación. Este no debe estar cubierto por grava, ni vegetación. Puede considerarse cualquier medio que limite la evaporación y reduzca la radiación de los vertidos inflamados.								
56	CD-GNL-056	<p>La capacidad de los diques de contención se deben establecer de acuerdo con los principios siguientes:</p> <p>1) Si el dique de contención alberga a un solo recipiente, el volumen útil mínimo de aquel debe ser el de la capacidad geométrica del recipiente.</p> <p>2) Si el dique de contención alberga más de un recipiente, el volumen del dique de contención debe ser el de la capacidad geométrica del recipiente mayor.</p> <p>Para el diseño de la cimentación de los recipientes considerar lo siguiente:</p> <p>✓La cimentación debe estar diseñada de acuerdo con procedimientos reconocidos de ingeniería civil incluyendo las prescripciones para cargas sísmicas, si están recomendadas. El diseño de la cimentación debe considerar los derrames de GNL, los incendios y la posible duración del derrame y del incendio.</p> <p>✓Debe evitarse, en condiciones normales, las heladas debidas al GNL en el suelo que soporta el tanque, pueden recomendarse dispositivos de medida de temperatura del suelo y calentadores subterráneos.</p>								
57	CD-GNL-057	Las uniones entre los equipos y las tuberías criogénicas, interiores al dique de contención deben realizarse preferentemente por soldadura, para evitar posibles puntos de derrame de GNL. No obstante, en aquellos casos donde no fuera posible la soldadura (válvula, equipos auxiliares, uniones embridadas o roscadas en contacto permanente con el GNL), estas deben diseñarse de tal forma que su posible vertido quede confinado dentro del dique de contención. De no ser así y si este posible punto de fuga está situado por encima de la altura del dique de contención y a menos de 5 m de distancia de la pared del dique, debe aplicarse una protección tipo pantalla, que obligue al GNL proyectado por la fuga a desviar su trayectoria para realizar el vertido en el interior del dique de contención.								
58	CD-GNL-058	<p>El método de accionamiento de la válvula de aislamiento o corte de emergencia GNL del tanque de almacenamiento de GNL depende de la capacidad del tanque de almacenamiento de GNL.</p> <p style="text-align: center;"><b>Tabla 1 - Actuación de las válvulas de aislamiento de líquido del almacenamiento de GNL</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Volumen bruto de almacenamiento de GNL m3</th> <th>Actuación de las válvulas de aislamiento de emergencia de líquido</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hasta 10</td> <td>Funcionamiento manual seguro en caso de emergencia.</td> </tr> <tr> <td>&gt;10 a 120</td> <td>Válvula de aislamiento o corte automática, antes o después de la primera válvula de cierre manual, activada por el SPE</td> </tr> <tr> <td>&gt;120</td> <td>Válvula de aislamiento o corte automático, con indicador de posición, antes o después de la primera válvula de cierre manual, activada por la puesta en marcha del SPE.</td> </tr> </tbody> </table>	Volumen bruto de almacenamiento de GNL m3	Actuación de las válvulas de aislamiento de emergencia de líquido	Hasta 10	Funcionamiento manual seguro en caso de emergencia.	>10 a 120	Válvula de aislamiento o corte automática, antes o después de la primera válvula de cierre manual, activada por el SPE	>120	Válvula de aislamiento o corte automático, con indicador de posición, antes o después de la primera válvula de cierre manual, activada por la puesta en marcha del SPE.
Volumen bruto de almacenamiento de GNL m3	Actuación de las válvulas de aislamiento de emergencia de líquido									
Hasta 10	Funcionamiento manual seguro en caso de emergencia.									
>10 a 120	Válvula de aislamiento o corte automática, antes o después de la primera válvula de cierre manual, activada por el SPE									
>120	Válvula de aislamiento o corte automático, con indicador de posición, antes o después de la primera válvula de cierre manual, activada por la puesta en marcha del SPE.									
59	CD-GNL-059	<p>Las válvulas automáticas de retención de productos a prueba de fallas deben estar diseñadas para cerrarse en caso de que ocurra cualquiera de las siguientes condiciones:</p> <p>(1) Detección de fuego o exposición.</p> <p>(2) Flujo incontrolado de GNL desde el recipiente de GNL.</p> <p>(3) Operación manual desde una ubicación local y desde una ubicación remota.</p>								
<b>5.3 Distancias mínimas de seguridad</b>										
60	CD-GNL-060	Las estaciones de regasificación se clasifican según la capacidad geométrica conjunta de almacenamiento. Las distancias mínimas que los recipientes deben mantener respecto a los siguientes elementos se muestran en la <b>Tabla 2 del anexo</b> .								
61	CD-GNL-061	<p>La distancia de la zona de conexión fija de mangueras de las islas de descarga a los elementos establecidos debe ser la equivalente a la capacidad B, indicada en la <b>Tabla 2 del Anexo</b>. Excepto en el caso de las estaciones de capacidad inferior o igual a 2 m3, para las que deben aplicarse las distancias indicadas para la categoría A, indicada en la <b>Tabla 2 del Anexo</b>.</p> <p>Cuando no sea posible cumplir con dichas distancias, deben justificarse todas las variaciones que se introduzcan y las medidas de otro orden que se tomen en sustitución, como, por ejemplo, la aplicación de pantallas u obstáculos que obliguen al gas a efectuar un recorrido igual o superior a las distancias exigidas en la Tabla 2 del Anexo.</p>								

62	CD-GNL-062	La utilización de muros, paredes ciegas o pantallas permite reducir las distancias establecidas en la <b>Tabla 2 del Anexo</b> hasta un 50 % , de acuerdo con lo indicado en el <b>Anexo A</b> , excepto para las siguientes, en que no se permite ninguna reducción: (1) Distancias a las proyecciones de líneas eléctricas aéreas. (2) Distancias a aberturas de afluencia masiva de público. (3) Distancias desde la zona de conexión fija de mangueras de las islas de descarga, que deben seguir siendo equivalentes a la capacidad geométrica que corresponden a las del tipo B.
63	CD-GNL-063	En caso de necesitarse reducir distancias respecto a lo indicado por la <b>Tabla 2 del Anexo</b> , el dique de contención puede considerarse como un obstáculo (a efectos del propósito que se persigue con un muro, pared ciega o pantalla), debiendo tenerse en cuenta en el cálculo de la distancia a reducir el recorrido que supone el doble de la altura de la pared interior del dique de contención, así como el posible relieve del terreno.
64	CD-GNL-064	En caso de introducirse un muro, pared ciega o pantalla adicional, <b>no</b> se permite más que uno de ellos. En el cálculo de sus dimensiones debe cumplirse que la suma del doble de su altura junto con el recorrido arriba indicado para el dique de contención debe ser, al menos, igual a la distancia a reducir, no exigiéndose para el elemento añadido una altura mínima. <b>Véase Figura A.3 del Anexo.</b>
65	CD-GNL-065	El muro adicional se permite ubicarlo sobre el propio dique de contención (como una prolongación del mismo), entre el límite de la propiedad y el dique de contención o en el mismo límite de propiedad.
66	CD-GNL-066	La longitud del muro, pared ciega o pantalla debe ser tal que el recorrido horizontal de una eventual fuga de gas no sea más corto que la distancia indicada en el cuadro de distancias ( $d1 + d2 + d3 \geq D$ y $d'1 + d'2 + d'3 \geq D$ ). <b>Véase la Figura A.5 del Anexo.</b> El muro, las paredes ciegas o pantallas no deben tener ninguna abertura. La adopción de reducción de distancias establecidas debe ser presentada y aprobadas por el Ministerio de Energía y Minas.
<b>6. Pruebas preoperativas</b>		
67	CD-GNL-067	Los recipientes de almacenamiento deben someterse a una prueba de estanqueidad a una presión de prueba de 1,1 veces la presión máxima de servicio durante al menos 24 h . La prueba debe ser preferentemente neumática realizada con gas inerte exento de humedad.
68	CD-GNL-068	En los recipientes con aislamiento al vacío, la prueba de estanqueidad puede sustituirse con una medida del vacío durante 1 h . Si la medición de vacío es inferior a 0,6 mbar la prueba puede darse por válida, debiendo en caso contrario realizar la prueba de estanqueidad.
69	CD-GNL-069	La instalación debe someterse a una prueba de comprobación de los sistemas de seguridad con precintado de las válvulas de seguridad. Se deben prever los puntos de vaciado y venteo que se precisan para las pruebas neumáticas en tuberías, asegurando que la instalación esté completamente llena cuando comiencen estas pruebas, y que se vacíe totalmente al concluirías.
<b>7.3 Operaciones de descarga</b>		
70	CD-GNL-070	El RCTGNL se debe situar en un punto próximo al punto de transferencia y orientada hacia la salida de la estación, de forma tal que su alejamiento de la zona, en caso de emergencia, no presente dificultades, y pueda realizarse sin necesidad de maniobra.
71	CD-GNL-071	En el trasiego de GNL desde el RCTGNL al tanque de almacenamiento, este último debe contar con un indicador sonoro y un dispositivo de medición de nivel de líquido con una calibración, que permita al operador evitar su sobrellenado
72	CD-GNL-072	24A.1.3 del Decreto Supremo 057-2008-EM Trasiego entre el recipiente de los Vehículos Transportadores o las Unidades Móviles y el tanque de almacenamiento de las instalaciones para el suministro GN a partir de GNL En el caso de los Vehículos Transportadores de GNL o Unidades Móviles de GNL que incluyen bombas de trasiego de GNL y que han sido debidamente certificadas para funcionamiento en áreas clasificadas con riesgo de explosión, no será necesario apagar el motor del vehículo. En el caso que los Vehículos Transportadores de GNL o Unidades Móviles de GNL no cuenten con el certificado señalado anteriormente, deberá apagarse el motor del vehículo de manera obligatoria.
<b>C. Instalaciones de GNL-GNC para el suministro a industrias, comercios y residencias</b>		
73	CD-GNL-073	C.1 En el caso de disponer de vaporizadores atmosféricos, deberá tenerse en consideración la reducción de la temperatura del gas emitido a causa del hielo que se forma sobre las aletas. Los vaporizadores se podrán disponer en estos casos en dos secciones paralelas que se podrán aislar de tal manera que cuando una de las secciones esté en funcionamiento la otra esté descongelando.
74	CD-GNL-074	C.2 La Estación de Regulación de Presión y Medición (ERPM) debe cumplir con lo establecido en el capítulo 12 de la NTP 111.010. El propósito debe ser entregar una presión regulada según el tipo de instalación a la que se destine el gas natural.

**NTP 111.032-1**  
**Instalaciones y equipamiento para gas natural licuado.**

75	CD-GNL-075	<p><b>8 Almacenamiento</b></p> <p>8.1.1.1.4 Los tanques de almacenamiento de GNL deben ser de una construcción de doble pared en el que el recipiente interno, que está diseñado para mantener el GNL, esté contenido dentro del recipiente exterior. El espacio anular entre los recipientes debe poseer aislamiento térmico y debe ser evacuado el aire para minimizar la transferencia de calor.</p>
76	CD-GNL-076	<p><b>8.1.1.2 Identificación</b></p> <p>Cada tanque de almacenamiento de GNL debe ser identificado mediante la fijación de una placa(s) de identificación ubicada(s) en un lugar accesible marcado con la información requerida por los códigos o reglamentos pertinentes y que contenga como mínimo la siguiente información:</p> <p>a) nombre del fabricante y fecha en que se construyó el tanque, número de serie;</p> <p>b) capacidad volumétrica nominal del líquido;</p> <p>c) presión de diseño en la parte superior del tanque;</p> <p>d) densidad máxima permitida del líquido;</p> <p>e) nivel máximo de llenado; y</p> <p>f) temperatura mínima de diseño.</p>
77	CD-GNL-077	<p><b>8.1.1.3 Recipiente exterior</b></p> <p>El recipiente exterior debe ser de construcción soldada. El material debe tener un punto de fusión superior a 1 093 °C . Cuando se utilice aislamiento al vacío, el recipiente exterior se debe diseñar a la respectiva presión exterior. Cualquier parte de la superficie exterior del recipiente que pudiera estar expuesta a temperaturas de GNL debe ser adecuada para tales temperaturas o estar protegida de los efectos de dicha exposición. Todas las penetraciones del recipiente exterior deben ser identificadas para asegurar la conexión correcta.</p>
78	CD-GNL-078	<p><b>8.1.1.5 Apoyos y soportes</b></p> <p>Los apoyos y los soportes se deben diseñar de acuerdo con las buenas prácticas de ingeniería estructural reconocidas, teniendo en cuenta las cargas de transporte, las cargas de montaje, las cargas de viento y las cargas térmicas. Los soportes deben estar protegidos para tener una resistencia al fuego, con una radiación de 15 kW/m2 o resistente al fuego por 2 horas. Si se utiliza aislamiento para cumplir con este requisito, debe ser resistente al desprendimiento por aplicación de chorros de agua de mangueras contra incendio.</p>
79	CD-GNL-079	<p><b>8.1.1.6 Colector de venteo</b></p> <p>El colector de venteo debe estar diseñado para evitar la entrada de precipitaciones como lluvia, granizo y nieve. Se debería considerar la instalación de un drenaje en la parte inferior del colector de venteo para permitir la eliminación de condensados atmosféricos que pudiesen quedar atrapados. Se permite la conexión de líneas adicionales de venteo provenientes de la estación de servicio de GNL al colector de venteo del tanque de almacenamiento de GNL siempre que el gas de tales líneas esté seco y que el colector pueda manejar adecuadamente el caudal extra de venteo sin comprometer el funcionamiento de los dispositivos de alivio interconectados debido a una contrapresión excesiva. La detección de temperaturas inferiores a -80 °C en el colector de ventilación debe activar el sistema de parada de emergencia SPE de la estación de servicio de GNL.</p>
80	CD-GNL-080	<p><b>8.1.1.7 Sistema de tuberías</b></p> <p>Todas las tuberías que formen parte de un tanque de almacenamiento de GNL entregado por el fabricante del tanque, incluyendo la tubería entre el interior y el exterior, debe estar de acuerdo con las normas y códigos aplicables con respecto a las cargas térmicas y de presión.</p> <p>Se deben considerar la expansión y contracción térmica y los esfuerzos correspondientes y se tomarán las medidas de diseño consecuentes. Todas las tuberías y accesorios deben ser de acero inoxidable austenítico aptas para brindar servicio a temperaturas de hasta -196 °C .</p> <p>Todas las tuberías y los componentes de las tuberías deben tener un punto de fusión mínimo de 816 °C . El metal de aporte de soldadura fuerte debe tener un punto de fusión mínimo superior a 538 °C .</p>
81	CD-GNL-081	<p><b>8.1.1.8 Válvulas</b></p> <p>Válvulas expuestas a temperaturas inferiores a – 40 °C durante la operación o situación anormal debe cumplir con la norma ISO 21011 u otras normas aplicables. Normalmente se debe utilizar válvulas extendidas (vástago largo) en líneas líquidas criogénicas. El vástago se debe orientar normalmente hacia arriba vertical o inclinado. No se permiten juntas de expansión dentro del espacio de aislamiento del tanque de almacenamiento de GNL. Todas las válvulas incluyendo la primera válvula soldada del sistema de parada de emergencia SPE se deben clasificar respecto a su tolerancia al fuego en conformidad con la norma ISO 10497 o norma equivalente.</p>

82	CD-GNL-082	<p><b>8.1.1.9 Instrumentación</b>  <b>8.1.1.9.1 Manómetros</b>  Cada tanque de almacenamiento de GNL debe estar equipado con un manómetro que indique permanentemente la presión en el tanque por encima de su nivel máximo de llenado.</p> <p><b>8.1.1.9.2 Indicadores de nivel de líquido</b>  8.1.1.9.2.1 Un tanque de almacenamiento de GNL debe estar equipado con dos sistemas de medición del nivel operados de forma independiente. Cada uno de los sistemas de medición de nivel debe ser capaz de detener automáticamente la bomba de descarga y cerrar la válvula a través de la cual se suministra GNL al tanque de almacenamiento para evitar que el GNL exceda el nivel de llenado máximo permitido. Asimismo, que dichos sistemas cuenten con un indicador sonoro.</p>
83	CD-GNL-083	<p><b>8.1.2.1.2 Válvulas de alivio de presión primaria</b>  8.1.2.1.2.1 El recipiente debe estar equipado con al menos dos válvulas de alivio (también válvulas de alivio —primarias), conectados a la parte superior del recipiente interior, cada una de ellas dimensionada de acuerdo con 8.1.2.1.4. Las válvulas de seguridad deben cumplir con la norma ISO 21013-1. Cada válvula de alivio de presión debe descargar a la atmósfera abierta.  8.1.2.1.2.2 El valor fijado de la presión de apertura de la válvula de alivio primaria debe ser inferior o igual a la presión máxima permisible de trabajo del tanque de almacenamiento de GNL. La presión del tanque de almacenamiento de GNL no debe ser superior a 1,1 veces la presión máxima de trabajo admisible al caudal máximo de la válvula de alivio.</p>
84	CD-GNL-084	<p><b>8.1.2.1.3 Válvulas de alivio de presión secundarias</b>  Las válvulas de alivio secundarias pueden instalarse en paralelo a las válvulas de alivio primario. Su función es abrir en caso de que la válvula de alivio primario falle por alguna razón. La apertura de cualquier válvula de alivio secundaria debe ocurrir a una presión menor que la presión de prueba del tanque de almacenamiento de GNL.</p>
85	CD-GNL-085	<p><b>8.1.2.1.4 Dimensionamiento de las válvulas de alivio de presión.</b>  8.1.2.1.4.2 La tubería de entrada y la salida de una válvula de alivio incluyendo el tubo de ventilación debe ser dimensionado de modo que se evite el golpeteo del asiento de la válvula de alivio. La caída de presión de estas tuberías debe ser inferior al 3 % de la presión de apertura de la válvula de alivio a la capacidad máxima de diseño de la válvula de alivio para evitar el golpeteo.</p>
86	CD-GNL-086	<p><b>8.1.2.1.6 Dispositivos de alivio de presión de vacío</b>  Se debe instalar un dispositivo de alivio de presión en la camisa exterior. El dispositivo se debe abrir a una presión que evite el colapso del recipiente interior y no sea superior a 50 kPa . El área de descarga del dispositivo de alivio de presión no debe ser inferior a 0,34 mm<sup>2</sup>/l de capacidad del recipiente interior. Tanques provistos de camisa de vacío deben estar equipados con instrumentos o conexiones para comprobar la presión en el espacio anular.</p>
87	CD-GNL-087	<p><b>8.1.2.3 Aislamiento o corte</b>  <b>8.1.2.3.1 Aislamiento primario</b>  El tanque de almacenamiento de GNL y su equipo debe estar diseñado para evitar la pérdida completa de líquido en situaciones accidentales. Las válvulas de aislamiento o corte se deben soldar en tuberías de líquido tan cerca del recipiente de presión como sea posible (o tan cerca de la envoltura de vacío como sea posible en el caso de recipientes aislados al vacío).  <b>8.1.2.3.2 Aislamiento secundario</b>  Las líneas del tanque de almacenamiento de GNL que pueden liberar GNL a la atmósfera deben tener un medio secundario de aislamiento, con excepción de las líneas de las válvulas de alivio, la llave de prueba y las líneas de instrumentación. Se puede utilizar una válvula de retención o válvula de retención de aislamiento como medio secundario del aislamiento o corte la línea de llenado.  <b>8.1.2.3.3 Aislamiento o corte de salida de líquido</b>  Se debe instalar una válvula automática de aislamiento o corte, de emergencia en la salida de líquido del tanque de almacenamiento de GNL. Dependiendo del tamaño del tanque de almacenamiento de GNL, se debe proporcionar accionamiento remoto por el sistema de parada de emergencia SPE de estas válvulas. Para cualquier requerimiento adicional, se debe aplicar los requisitos de 8.1.2.3.5.</p>
88	CD-GNL-088	<p><b>8.1.2.3.4 Aislamiento o corte de las válvulas de alivio</b>  8.1.2.3.4.1 Deben estar dispuestas las válvulas de aislamiento o corte adecuadas para permitir que cada válvula de alivio pueda aislarse individualmente para las pruebas o mantenimiento mientras que todavía se mantiene la capacidad total de la válvula/válvulas de alivio en cualquier posición del sistema de válvula de cierre (por ejemplo, posición totalmente abierta de una válvula de tres vías).</p>

**3) REQUISITOS TÉCNICOS Y DE SEGURIDAD - FIN DE CONSTRUCCIÓN**

INSTALACIONES INTERNAS DE GAS NATURAL						
ITEM	CÓDIGO OSINERGMIN	BASE LEGAL				
<b>Instalaciones Internas de Gas Natural</b>						
<b>NTP 111.010 GAS NATURAL LICUADO. Sistema de tuberías para instalaciones industriales</b>						
<b>5. Selección del Material del Sistema de Tuberías</b>						
89	CD-GNL-089	5.3 No se podrán usar otros materiales tales como: caucho, policloruro de vinilo (PVC), asbesto-cemento, hierro fundido, plomo, y tuberías de polietileno destinadas a aplicaciones distintas que no cumplan con normas específicas para gas natural (por ejemplo distribución de agua).				
90	CD-GNL-090	5.4 Las tuberías y los accesorios retirados de una instalación de gas natural seco, o de una instalación que ha transportado gas licuado de petróleo (GLP) pueden ser vueltos a emplear para conducir gas natural seco, siempre que: - Se determine que las tuberías y los accesorios que se van a reutilizar cumplan con las exigencias de la NTP 111.010 - Las tuberías y los accesorios que van a ser reutilizados hayan sido limpiados, inspeccionados, probados y cumplan con los requerimientos de la NTP 111.010. - Las instalaciones industriales existentes cuyo sistema de tuberías está transportando GLP, pueden ser vueltos a emplear para conducir el gas natural seco, siempre que, las tuberías y accesorios cumplan con las exigencias normativas y consideraciones para los materiales y las pruebas de hermeticidad indicadas en la NTP 111.010				
<b>6. Selección del material de la tubería en función de su ubicación</b>						
91	CD-GNL-091	6. La siguiente Tabla indica el material de la tubería en función de su ubicación espacial.  <div style="text-align: center;"> <b>Tabla 1 - Material de la tubería en función de la ubicación</b> <table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Tubería subterránea</th> <th>Tubería de superficie</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>acero revestido / PE / cobre revestido</td> <td>acero pintado / cobre</td> </tr> </tbody> </table> </div>	Tubería subterránea	Tubería de superficie	acero revestido / PE / cobre revestido	acero pintado / cobre
Tubería subterránea	Tubería de superficie					
acero revestido / PE / cobre revestido	acero pintado / cobre					
92	CD-GNL-092	6.1 El revestimiento 6.1.1 Las tuberías de acero subterráneas deberán ser protegidas contra la corrosión con un revestimiento adecuado. Si este revestimiento es de polietileno, deberá ser conforme a la norma DIN 30670 o equivalente. El uso de cintas o pinturas epoxilicas estarán sujetos a aprobación por la entidad competente.				
93	CD-GNL-093	6.1.2 Las tuberías de acero de superficie serán protegidas contra la corrosión con pintura o galvanización, o ambas.				
94	CD-GNL-094	6.1.3 Las tuberías de cobre enterradas contarán con un revestimiento para su adecuada protección anticorrosiva y mecánica.				
<b>8. Especificaciones técnicas de las tuberías</b>						
95	CD-GNL-095	8.1 Tuberías de acero rígido 8.1.1 Las tuberías de acero deberán cumplir con la última edición de las normas: API 5L, ASTM A 53, ASTM A 106 ó ANSI/ASME B 36.10 o equivalente.				
96	CD-GNL-096	8.2 Tuberías de polietileno 8.2.1 Las tuberías de polietileno deberán cumplir con la última edición de las normas: ISO 4437, CEN prEN 1555, también es aplicable en las instalaciones internas industriales la norma ASTM D 2513.				

97	CD-GNL-097	<p><b>8.3 Tuberías de cobre</b></p> <p><b>8.3.1</b> Las tuberías de cobre para gas natural deberán cumplir con las normas: ASTM 837, ASTM B88, NTP 342.052 ó equivalente, con referencia principalmente a las tuberías tipo K o L, o tubería equivalente en unidades métricas.</p> <p>Estas tuberías no deben utilizarse cuando el gas suministrado tenga un contenido de sulfuro de hidrógeno superior en promedio a 0,7 mg por cada 100 litros estándar de gas natural seco.</p>
98	CD-GNL-098	<p><b>8.4 Tuberías metálicas flexibles</b></p> <p>El propósito de la tubería metálica flexible es de disipar vibraciones, prevenir la transmisión de esfuerzos, acomodar la expansión o contracción térmica, evitar la flexión excesiva, facilitar la instalación, entre otros, en el sistema de tuberías.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se permitirá el uso de tubería flexible sin costura de cobre y acero, siempre que el gas transportado no contenga elementos o sustancias que causen corrosión en estos materiales.</li> <li>- La tubería flexible de acero debe cumplir con la ASTM A539 ó la ASTM A254.</li> <li>- La tubería flexible de acero corrugado debe cumplir la ANSI/AGA LC1, en cuanto a su construcción, instalación y requisitos de funcionamiento.</li> <li>- La tubería flexible de cobre deberá cumplir con cualquiera de las siguientes normas ASTM B 88 para el tipo K o L, la ASTM B88M o la ASTM B 280.</li> </ul>
<b>9. Especificaciones técnicas de los accesorios y bridas</b>		
99	CD-GNL-099	<p><b>9.1 Accesorios y bridas para tuberías de acero</b></p> <p><b>9.1.1</b> Todos los accesorios roscados deberán tener rosca cónica conforme a las normas ISO 7.1, ISO 228.1, ANSI / ASME B1.20.1 ó equivalente.</p>
100	CD-GNL-100	<b>9.1.2</b> Para asegurar la estanqueidad de la rosca, se utilizará un sello de fibra no orgánica, cinta de teflón o sello líquido (tipo locktite o similar). El asbesto; el cáñamo u otras fibras orgánicas están prohibidos.
101	CD-GNL-101	<b>9.1.3</b> Las bridas deben cumplir con ANSI/ASME B16.1 ó ANSI/ASME B16.20. Las juntas de estanqueidad no deben contener asbesto y deben ser resistentes a temperaturas elevadas.
102	CD-GNL-102	<b>9.1.4</b> Los espárragos y sus tuercas correspondientes deberán cumplir con las normas ASTM A 193 y ASTM A 194.
103	CD-GNL-103	<p><b>9.2 Accesorios para tuberías de polietileno</b></p> <p><b>9.2.1</b> Todos los accesorios deben cumplir con la última edición de la ISO 8085, CEN prEN 1555, y en las instalaciones industriales es también aplicable la norma ASTM D 2513.</p>
104	CD-GNL-104	<p><b>9.3 Accesorios para tuberías de cobre</b></p> <p><b>9.3.1</b> Los accesorios mecánicos y soldaduras deben cumplir con la norma ANSI B16.18 ó NTP 342.522-1 a NTP 342.522-20 u otras normas reconocidas y equivalentes.</p>
<b>10. Especificación técnica de las válvulas</b>		
105	CD-GNL-105	<p><b>10.1 Válvula de cierre manual</b></p> <p><b>10.1.1</b> Las válvulas deberán ser aprobadas para su uso con gas. La tecnología y los materiales de las válvulas deberán estar de acuerdo a la presión y condiciones de trabajo. El material de la válvula deberá estar en concordancia con el de la tubería en la cual se instala.</p>
106	CD-GNL-106	<b>10.1.2</b> Las válvulas para aplicaciones aéreas deberán ser enteramente metálicas, incluyendo el cuerpo, elemento sellante, etc. Asimismo, deberán ser resistentes a altas temperaturas.
107	CD-GNL-107	<b>10.1.3</b> Las válvulas deberán ser fáciles de operar, generalmente de tipo esférica, siendo claramente identificable si la válvula esta abierta o cerrada.
108	CD-GNL-108	<b>10.1.4</b> Las válvulas deberán ser fabricadas con materiales aprobados y de acuerdo a la última edición de normas como API 6D, ISO 14313, ASME B 16.4, CEN prEN 1555-4. Las características de la válvula deberán ser marcadas de acuerdo a la norma técnica MSS SP-25 o equivalente.
<b>12. Equipos de regulación y medición</b>		
109	CD-GNL-109	<b>12.1</b> La Estación de Regulación de Presión y Medición Primaria (ERPMP) utilizada para la regulación y medición centralizada del consumo de gas del usuario deberá ser instalada de acuerdo a normas técnicas reconocidas internacionalmente tales como CEN EN 12279, CEN EN 12186, CEN EN 1776 y AGA reportes 2, 7 y 9, o equivalentes.
110	CD-GNL-110	<p><b>12.4 Medidores</b></p> <p><b>12.4.3</b> Los medidores, de ser el caso, deberán ser ubicados en espacios ventilados, fácilmente accesibles para su examen, reemplazo, toma de lecturas y adecuado mantenimiento.</p>

111	CD-GNL-111	12.4.4 Los medidores no deberán ser ubicados donde puedan estar expuestos a daños físicos. Los medidores serán protegidos adecuadamente contra la intemperie, las salpicaduras, la humedad, las altas temperaturas, fuentes de ignición, tráfico vehicular etc.
112	CD-GNL-112	12.4.5 Los medidores deberán ser soportados y conectados a tuberías rígidas de manera tal que no se ejerzan esfuerzos sobre ellos.
113	CD-GNL-113	<b>12.5 Reguladores</b> 12.5.1 En el caso de existir estaciones de regulación de presión secundarias, los reguladores deberán cumplir con normativas internacionales reconocidas tales como CEN EN 334 ó ANSI B109.4 o equivalentes y ser Aprobados.
114	CD-GNL-114	12.5.2 Los reguladores deben ubicarse de tal forma que las conexiones sean fácilmente accesibles para operaciones de servicio y mantenimiento.
115	CD-GNL-115	12.5.3 Los reguladores no deben ser ubicados donde puedan estar expuestos a daños físicos. Los medidores serán protegidos adecuadamente contra la intemperie, las salpicaduras, la humedad, las altas temperaturas, fuentes de ignición, otros similares.
116	CD-GNL-116	12.5.4 Se deberán colocar los venteos de los reguladores hacia espacios muy ventilados de acuerdo a las especificaciones de sus fabricantes.
<b>13. Uso de válvulas</b>		
117	CD-GNL-117	13.1 Se deberá instalar una válvula de cierre manual aguas arriba de cada equipo de consumo o equipo individual. Véase la Tabla 2 del Anexo.
118	CD-GNL-118	13.3 Para las instalaciones internas industriales, se precisan las siguientes válvulas adicionales: 13.3.1 En la salida de la ERPMP, debe instalarse una válvula de cierre. La función de la válvula debe indicarse claramente y la ubicación tiene que ser tal que, en caso de surgir una emergencia, se pueda acceder a la válvula y cerrarse la misma con facilidad.
119	CD-GNL-119	13.3.2 Deberán instalarse válvulas de cierre para aislar los distintos grupos o sistemas de tuberías.
<b>14. Diseño y dimensionamiento del sistema de tuberías</b>		
120	CD-GNL-120	14.1.1 Toda la instalación deberá estar dimensionada para conducir el caudal requerido por los equipos de consumo en el momento de máxima demanda. Asimismo, para las ampliaciones futuras previstas; se debe tener en cuenta las limitaciones en la pérdida de carga y la velocidad. En todos los puntos de la instalación la velocidad de circulación del gas deberá ser siempre inferior a 30 m/s, para evitar vibraciones y ruidos excesivos en el sistema de tuberías.
121	CD-GNL-121	14.1.2 El diseño debe incluir la ubicación y trazado del sistema de tuberías de la instalación con todos los accesorios, el dimensionamiento de los diferentes tramos y derivaciones, la capacidad necesaria para cubrir la demanda y la ubicación del punto de entrega de gas, entre otros.
122	CD-GNL-122	14.1.3 Los elementos de la instalación a partir de los reguladores se diseñarán considerando la presión máxima a que pueden estar sometidos teniendo en cuenta el valor de las sobrepresiones que pueden ocurrir ante defectos de funcionamiento de las respectivas válvulas de regulación y la acción de los sistemas de protección previstos (válvulas de seguridad por alivio o por bloqueo).
123	CD-GNL-123	14.2.2.2 Los tramos de la red interna comprendidos entre dos etapas de regulación se calcularán con una caída máxima del 50 % de la presión regulada al comienzo de esos tramos. El cálculo de estos tramos deberá garantizar las condiciones mínimas de presión y caudal requerido por los equipos de consumo ubicados aguas abajo.
124	CD-GNL-124	14.2.6 El espesor mínimo de la paredes de las tuberías de acero roscadas; o soldadas de diámetro < 3,9 mm (2 pulg), debe ser conforme a la cédula 40. Se indica los espesores mínimos para tuberías de acero. Véase la Tabla 3 del Anexo.
125	CD-GNL-125	14.2.7 Para el espesor mínimo de la paredes de las tuberías de polietileno. Véase la Tabla 4 del Anexo.
126	CD-GNL-126	14.2.8 El espesor mínimo de la paredes de las tuberías de cobre deberá ser de 1 mm y el diámetro máximo 29 mm. Véase la Tabla 5 del Anexo.
<b>15. Construcción del sistema de tuberías</b>		
127	CD-GNL-127	15.1.1 Las tuberías de gas deben instalarse, en la medida de lo posible, en líneas rectas, debiéndose evitar los cambios de dirección innecesarios
128	CD-GNL-128	15.1.2 Las tuberías deberán ser instaladas de manera que sean fácilmente accesibles para la inspección y el mantenimiento. Asimismo, que su operación no presente dificultades ni implique riesgos, debiendo para tal fin instalarse cuando resulte necesario pasarelas, plataformas, conductos, etc. Se deberán prever elementos de unión suficientes tales como bridas, uniones dobles, otros, que permitan el cambio de los elementos y/o aparatos que componen la instalación.

129	CD-GNL-129	15.1.3 Las tuberías deberán ser instaladas de tal manera de evitar tensiones. Los cambios de dirección en las tuberías metálicas se deberán realizar por medio de accesorios normalizados, no pudiendo en consecuencia efectuarse doblado de tuberías. En el caso de tuberías de polietileno, los cambios de dirección por medio de curvas se podrán efectuar con un mínimo de 25 veces el diámetro nominal de la tubería, siempre en acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes.									
130	CD-GNL-130	15.1.4 Las tuberías deberán contar con soportes intermedios en intervalos regulares, de acuerdo a su peso y diámetro. Véase la Tabla 8 del Anexo.									
131	CD-GNL-131	15.1.5 No deben instalarse tuberías en las inmediaciones de cables eléctricos, tuberías de calefacción u otras instalaciones que puedan causar daños. Se indica las distancias mínimas entre las tuberías que conducen gas y las tuberías de otros servicios. Véase la Figura 1 del Anexo.									
132	CD-GNL-132	15.1.6 Está prohibido instalar tuberías de gas en el interior de otros conductos o canalizaciones utilizadas para fines distintos como, por ejemplo, las tuberías de ventilación o los conductos para la evacuación de desperdicios, pozos de ascensores, desagües, sistemas de alcantarillado, etc.									
133	CD-GNL-133	15.1.7 Las tuberías que cruzan pisos o paredes deberán contar con una camisa protectora o "pasamuro".									
134	CD-GNL-134	15.1.8 Si las tuberías están instaladas en ductos, estos deberán tener uniones soldadas. Así mismo, deberán contar con ventilaciones inferiores y superiores, y ser accesibles para el mantenimiento y la inspección.									
135	CD-GNL-135	15.1.9 No se podrán instalar tuberías en pasadizos donde vehículos o personas puedan dañarlas, tropezando, golpeándolas o ejerciendo presión sobre ellas.									
136	CD-GNL-136	15.1.10 Se evitará en la medida de lo posible instalar tuberías en ductos no ventilados, cavidades, cielo rasos, o empotrados en paredes.									
<b>16. Técnicas para realizar las uniones de tuberías</b>											
137	CD-GNL-137	16.2 En tuberías enterradas sólo se podrán usar uniones soldadas.									
138	CD-GNL-138	16.3 Los accesorios de transición subterráneo-aéreo para tuberías enterradas de polietileno hacia tuberías aéreas de acero o cobre, pueden ser utilizados donde sean requeridos. Estos últimos deberán ser fabricados de acuerdo a estándares reconocidos y aprobados									
<b>17. Construcción de tuberías subterráneas</b>											
139	CD-GNL-139	17.1 Los materiales que se pueden utilizar son el acero revestido, el polietileno y el cobre revestido, según la especificación de materiales anteriormente definida.									
140	CD-GNL-140	17.3 La instalación de las tuberías de polietileno, sus accesorios, así como la transición entre este y otros materiales debe ser conforme a CEN UNE-EN 12007-2 ó norma equivalente como la ASTM D 2774. Se recomienda usar los siguientes SDR para las presiones de operación descritas a continuación: <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Resina</th> <th>SDR 17,6</th> <th>SDR 11</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PEMD PE 80</td> <td>no usar</td> <td>4 Bar</td> </tr> <tr> <td>PEAD PE 100</td> <td>6 Bar</td> <td>6 Bar</td> </tr> </tbody> </table> <p style="margin-left: auto; margin-right: auto; font-size: small;">PEMD Polietileno de media densidad PEAD Polietileno de alta densidad</p>	Resina	SDR 17,6	SDR 11	PEMD PE 80	no usar	4 Bar	PEAD PE 100	6 Bar	6 Bar
Resina	SDR 17,6	SDR 11									
PEMD PE 80	no usar	4 Bar									
PEAD PE 100	6 Bar	6 Bar									
141	CD-GNL-141	17.4 Los tres materiales acero, polietileno y cobre deben depositarse a cierta profundidad en zanjas. La zanja y el material de relleno deben estar exentos de objetos cortantes (por ejemplo piedras) a fin de evitar daños en las tuberías o el deterioro de su revestimiento. Las tuberías deben instalarse sobre un lecho de arena y la profundidad mínima de la capa de recubrimiento deberá ser de 60 cm.									
142	CD-GNL-142	17.5 Dentro de la zanja, la distancia con respecto a otras tuberías o cables debe ser, como mínimo, de 20 cm en los tramos paralelos y 10 cm en los puntos de cruce									
143	CD-GNL-143	17.6 No deben instalarse tuberías subterráneas debajo de edificios o construcciones.									
144	CD-GNL-144	17.7 Las uniones metálicas deberán ser revestidas de manera de asegurar la continuidad del revestimiento de las tuberías. En el caso de las tuberías metálicas se recomienda aplicar la técnica de los tres componentes (capa de imprimación/cinta de butilo/cinta de PE).									
145	CD-GNL-145	17.8 El recubrimiento de las tuberías de acero debe inspeccionarse cuidadosamente antes de instalar las mismas en las zanjas. Todo deterioro del recubrimiento debe repararse con la técnica de los tres componentes.									
146	CD-GNL-146	17.10 Se deberán instalar carteles o una señalización adecuada para advertir la ubicación de la tubería enterrada.									

18. Construcción de tuberías de superficie		
147	CD-GNL-147	18.1 Las estructuras en las que se fijen las tuberías deben ser sólidas. Las tuberías no deben estar sujetas a ningún tipo de tensión
148	CD-GNL-148	18.2 Las uniones y los accesorios mecánicos deben quedar visibles.
149	CD-GNL-149	18.3 Las tuberías que pasen a través de un muro o un suelo, deberán hacerlo instalando una camisa o tubo plástico alrededor de las mismas. Se recomienda plásticos con buenas características mecánicas como el PVC o PE.
150	CD-GNL-150	18.4 El contacto con productos químicos o humedad constante debe evitarse instalando las tuberías como mínimo, a 5 cm por encima del nivel del suelo o piso.
151	CD-GNL-151	18.5 Si la tubería se instala en un conducto, deberán cumplirse los siguientes requisitos: - El conducto deberá ser recto. - Sus paredes deberán ser ignífugas. - La ventilación se efectuará por medio de dos aberturas, la más baja deberá ser de 200 cm <sup>2</sup> y la superior de 250 cm <sup>2</sup> .
152	CD-GNL-152	18.6 Todas las tuberías expuestas deberán pintarse de amarillo canario, a excepción de las tuberías de cobre, en la medida que queda evidente que éstas conducen gas.
153	CD-GNL-153	18.7 La tubería de gas deberá estar conectada con la puesta a tierra de la instalación eléctrica.
154	CD-GNL-154	18.8 No deben instalarse tuberías en pasadizos donde podrían ser objeto de golpes o daños por personas, vehículos o similar.
19. Soportes, anclajes y ganchos		
155	CD-GNL-155	19.1 Las tuberías deben ser soportadas con ganchos, abrazaderas, soportes colgantes o soportes de escuadra, de una resistencia y configuración adecuada, localizados en intervalos de espacio adecuados para prevenir o amortiguar una vibración excesiva. La tubería debe ser anclada para prevenir esfuerzos indebidos sobre los equipos conectados y no debe ser soportada por otras tuberías. Los ganchos y soportes de la tubería deben cumplir con la norma ANSI-MSS SP58.
156	CD-GNL-156	19.2 El espaciamiento de los soportes en la tubería de gas no debe ser mayor que el indicado. Véase la <b>Tabla 8 del Anexo</b> .
157	CD-GNL-157	19.3 Los soportes, ganchos y anclajes deben ser instalados de manera que no interfieran con la libre expansión y contracción de la tubería entre los puntos de anclaje. Todas las partes del sistema de soporte deben ser diseñadas e instaladas de tal manera de evitar la corrosión y que no se desenganchen por el movimiento de la tubería.

## ANEXOS

**Cuadro de Clasificación según capacidad geométrica**

Clasificación	Capacidad
A	≤ 2 m <sup>3</sup>
B	< 2 m <sup>3</sup> - ≤ 5 m <sup>3</sup>
C	< 5 m <sup>3</sup> - ≤ 10 m <sup>3</sup>
D	< 10 m <sup>3</sup> - ≤ 20 m <sup>3</sup>
E	< 20 m <sup>3</sup> - ≤ 40 m <sup>3</sup>
F	< 40 m <sup>3</sup> - ≤ 80 m <sup>3</sup>
G	< 80 m <sup>3</sup> - ≤ 160 m <sup>3</sup>
H	< 160 m <sup>3</sup> - ≤ 400 m <sup>3</sup>
I	< 400 m <sup>3</sup> - ≤ 1500 m <sup>3</sup>

**Tabla 2 - Distancias de seguridad**

Distancias en metros

Capacidad total instalada	A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>Elementos a proteger:</b>									
Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües*	3	5	7	9	12	15	20	20	25
Motores, interruptores (no antideflagrantes), recipientes de material inflamable ajenos a la instalación, puntos de ignición controlados*	2	5	7	9	12	15	15	15	15
Proyecciones de líneas eléctricas aéreas**	10	10	12	15	15	15	15	15	15
Límites de propiedad, vías públicas, carreteras, líneas férreas*	2	7	8	9	12	15	25	30	35

\* Las distancias indicadas para estos elementos (excepto las indicadas en la columna B) se pueden reducir aplicando muros, paredes ciegas o pantallas.

### ANEXO A

#### **Consideración de distancias a elementos a proteger y reducción de las mismas mediante la utilización de muros, paredes ciegas o pantallas**

Leyenda general aplicable a todas las figuras.

✓D: Distancia de seguridad (Tabla 1): Distancia mínima que debe existir entre los límites del recipiente o recipientes y el elemento que se quiere proteger

✓P: Posición del elemento que se quiere proteger (Tabla 1)

✓De: Distancia de seguridad equivalente a la Distancia de seguridad D cuando se introduce un muro reductor  
De = Dr + Hcint + Hcext + Hmint + Hmext, siendo De ≥ D

✓Dr: Distancia reducida de seguridad cuando se introduce un muro reductor  
Dr = D - R

✓R: Distancia a reducir por la introducción de un muro reductor

✓Hc: Altura del muro del dique de contención

✓Hcint: Altura interior del muro del dique de contención

✓Hcext: Altura exterior del muro del dique de contención

✓Hm: Altura del muro reductor

✓Hmint: Altura interior del muro reductor

✓Hmext: Altura exterior del muro reductor

✓ h<sub>max</sub>: Altura exterior del muro reductor

✓ M: Muro reductor

✓ MA, MB, MC: Alternativas de ubicación del muro reductor

✓ L: Longitud mínima del muro reductor

✓ LA, LB, LC: Longitud mínima del muro reductor en función de la alternativa de ubicación escogida

✓ d<sub>1</sub>: Distancia de un extremo del muro reductor al punto más próximo a la proyección vertical del depósito

✓ d<sub>2</sub>: Ancho del muro reductor en un extremo

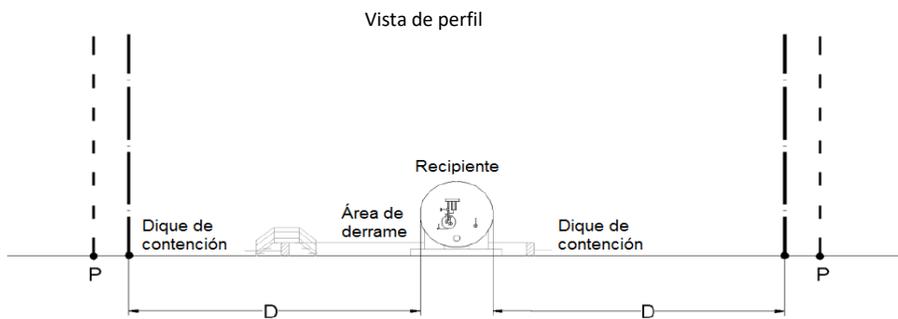
✓ d<sub>3</sub>: Distancia de un extremo del muro reductor al punto más próximo del elemento puntual a proteger

✓ d'<sub>1</sub>: Distancia del extremo contrario del muro reductor al punto más próximo a la proyección vertical del depósito

✓ d'<sub>2</sub>: Ancho del muro reductor en el extremo contrario

✓ d'<sub>3</sub>: Distancia del extremo contrario del muro reductor al punto más próximo del elemento puntual a proteger

**Figura A.1 - Distancia de seguridad. Metodología de medición.**



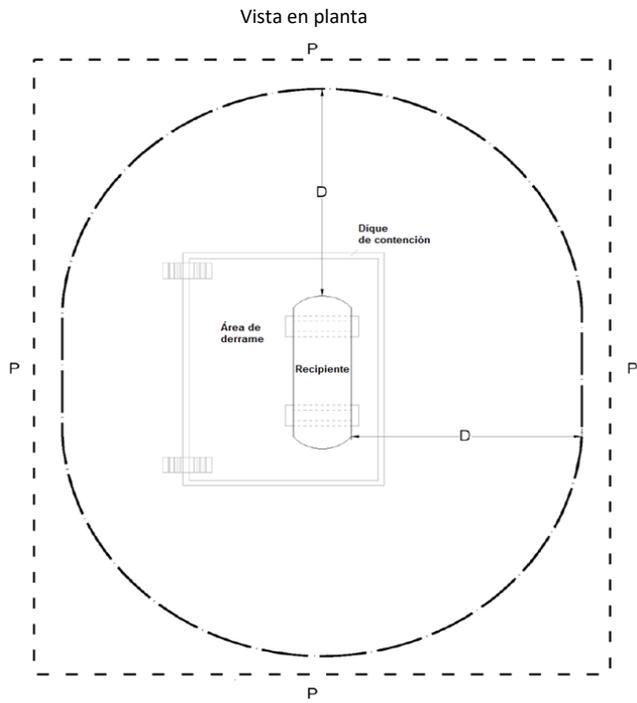
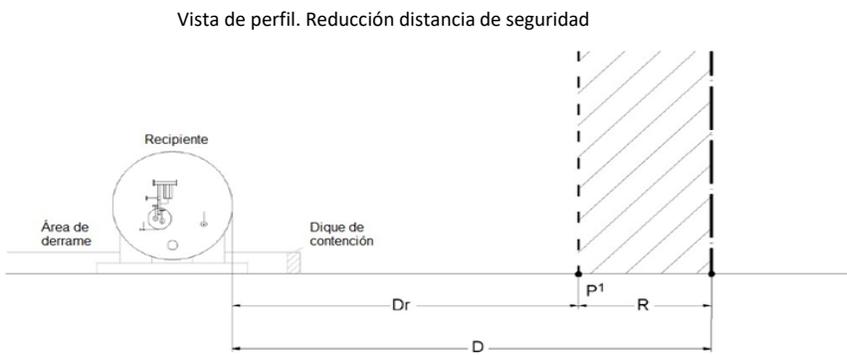
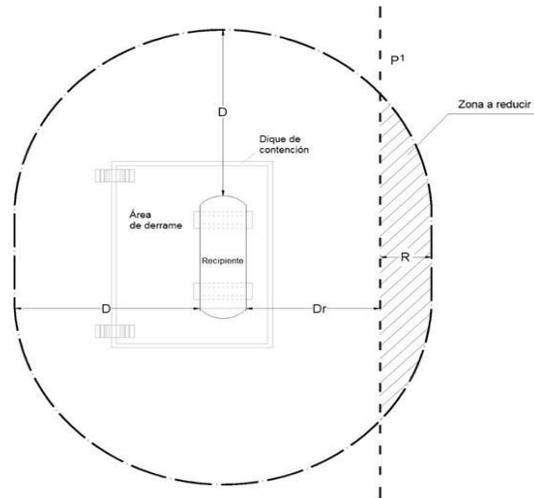


Figura A.2 - Distancia de seguridad. Metodología de medición.  
Reducción de la distancia



Vista en planta. Reducción distancia de seguridad

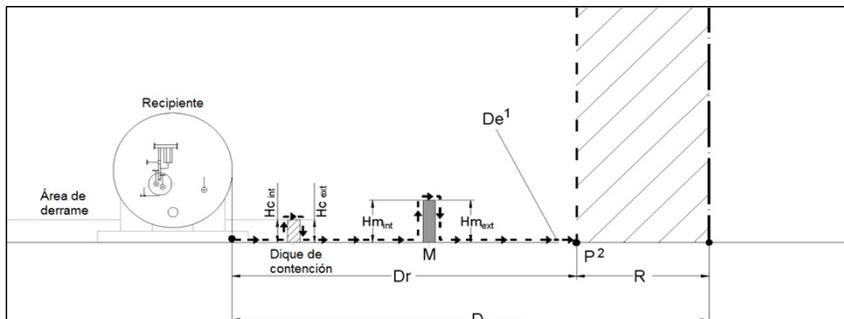


La reducción de distancias de seguridad se permite para los siguientes elementos a proteger indicados en la Tabla 1:

- Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües.
- Motores, interruptores (no antideflagrantes), recipientes de material inflamable ajenos a la instalación, puntos de ignición controlados.
- Límites de propiedad, vías públicas, carreteras, líneas férreas.

**Figura A.3 - Distancia de seguridad. Metodología de medición. Reducción de la distancia. Consideración de la altura del muro reductor**

Vista de perfil. Ejemplo muro reductor. Metodología de medición



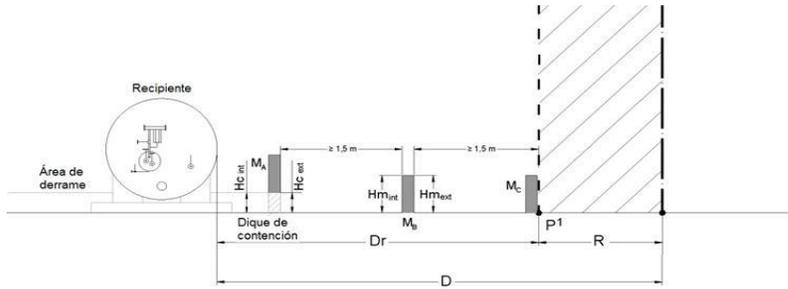
1)  $De = Dr + H_{cint} + H_{cext} + H_{mint} + H_{mext}$ , siendo  $De \geq D$

2) La reducción de distancias de seguridad se permite para los siguientes elementos a proteger recogidos en la Tabla 2:

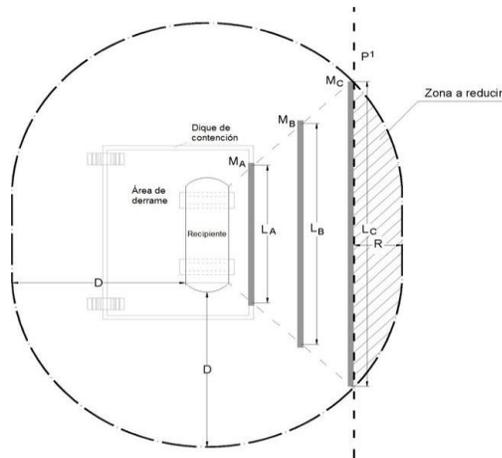
- Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües.
- Motores, interruptores (no antideflagrantes), recipientes de material inflamable ajenos a la instalación, puntos de ignición controlados.
- Límites de propiedad, vías públicas, carreteras, líneas férreas.

**Figura A.4 - Distancia de seguridad. Metodología de medición.**  
**Reducción de la distancia. Alternativas de aplicación del muro reductor**  
**(elementos lineales)**

Vista de perfil. Altura del muro reductor



Vista en planta. Longitud del muro reductor

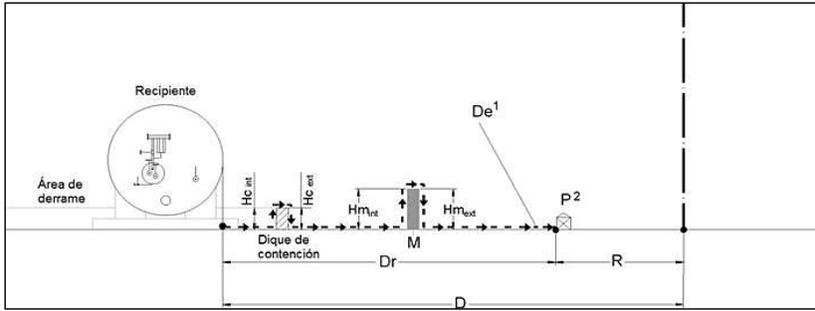


La reducción de distancias de seguridad se permite para los siguientes Elementos lineales a proteger recogidos en la Tabla 1:

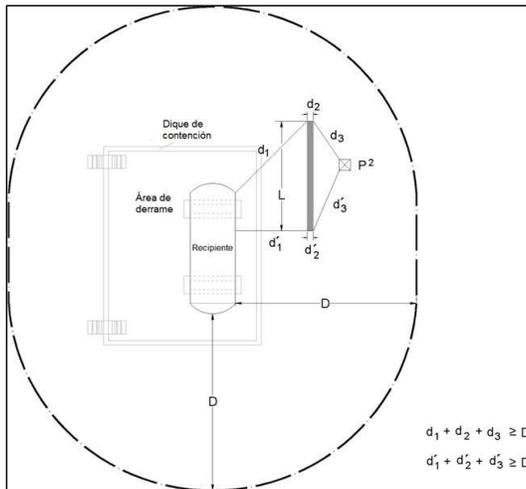
- Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües
- Motores e interruptores (no antideflagrantes), recipientes de material inflamable ajenos a la instalación, puntos de ignición controlados
- Límites de propiedad, vías públicas, carreteras, líneas férreas.

**Figura A.5 – Distancia de seguridad. Metodología de medición. Reducción de la distancia. Alternativas de aplicación del muro reductor (elementos puntuales)**

Vista en perfil. Altura del muro reductor



Vista en planta. Longitud del muro reductor



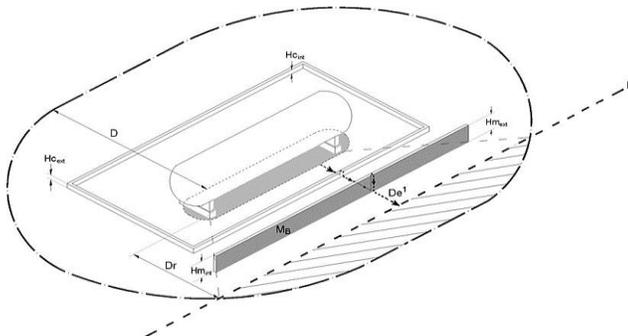
1)  $De = Dr + Hc_{int} + Hc_{ext} + Hm_{int} + Hm_{ext}$ , siendo  $De \geq D$

2) La reducción de distancias de seguridad se permite para los siguientes elementos a proteger recogidos en la Tabla 2:

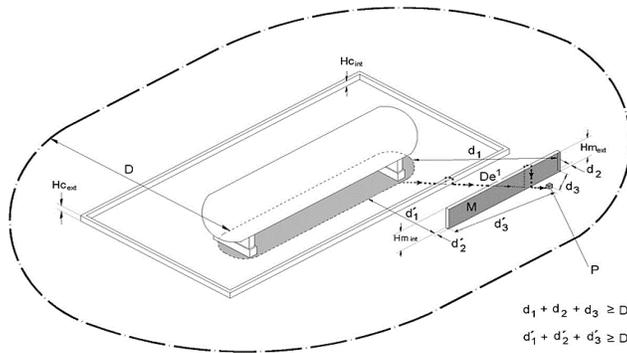
- Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües.
- Motores, interruptores (no antideflagrantes), recipientes de material inflamable ajenos a la instalación, puntos de ignición controlados.
- Límites de propiedad, vías públicas, carreteras, líneas férreas.

**Figura A.6 – Distancia de seguridad. Metodología de medición. Reducción de la distancia. Alternativas de aplicación del muro reductor (isométricos)**

Muro reductor para elementos lineales. Alternativas B.  
Muro reductor en zona intermedia [MB]



Muro reductor para elementos puntuales



$De = Dr + Hc_{ext} + Hc_{int} + Hm_{int} + Hm_{ext}$ , siendo  $De \geq D$

Cuadro 1 de señales de seguridad

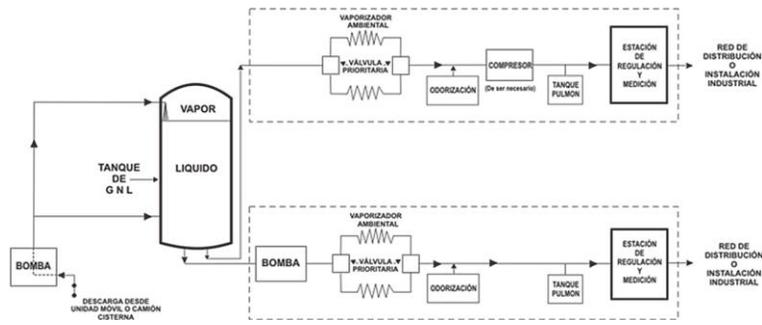
INFORMACIÓN ADICIONAL A LA SEÑAL DE SEGURIDAD (MEDIDAS MÍNIMAS)	CARTEL CON SEÑAL DE SEGURIDAD E INFORMACIÓN ADICIONAL
ROMBO DE NFPA (0,30 m x 0,30 m)	
ROMBO PELIGRO GAS INFLAMABLE (0,30 m x 0,30 m)	
CÓDIGO DE LAS NACIONES UNIDAS (0,30 m x 0,30 m)	
APAGUE EQUIPOS ELÉCTRICOS (0,60 m x 0,30 m)	
PELIGRO HACER FUEGO ABIERTO A MENOS DE 50 METROS (0,60 m x 0,30 m)	
PELIGRO GNL INFLAMABLE (0,30 m x 0,10 m)	
PARADA DE EMERGENCIA (0,30 m x 0,10 m)	
CARTEL DE ADVERTENCIA ATENCIÓN QUEMADURAS POR BAJA TEMPERATURA (0,50 m x 0,30 m)	
CARTEL DE ADVERTENCIA CUIDADO ATMÓSFERA INFLAMABLE (0,50 m x 0,30 m)	
CARTEL DE ADVERTENCIA ATENCIÓN RIESGO ELÉCTRICO (0,50 m x 0,30 m)	

INFORMACIÓN ADICIONAL A LA SEÑAL DE SEGURIDAD (MEDIDAS MÍNIMAS)	CARTEL CON SEÑAL DE SEGURIDAD E INFORMACIÓN ADICIONAL
<p>CARTEL CON SEÑALES DE OBLIGACIÓN:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- USO OBLIGATORIO DE GUANTES CRIOGÉNICOS</li> <li>- USO OBLIGATORIO DE PROTECTOR FACIAL</li> <li>- USO OBLIGATORIO DE ZAPATOS DE SEGURIDAD</li> <li>- USO OBLIGATORIO DE ROPA ANTIESTÁTICA</li> <li>- USO OBLIGATORIO DE CASCO DE SEGURIDAD</li> <li>- USO OBLIGATORIO DE PROTECCIÓN AUDITIVA</li> <li>- USO OBLIGATORIO DE DETECTOR DE GASES</li> <li>- USO OBLIGATORIO DE MANDIL CRIOGÉNICO</li> </ul>	
<p>CARTELES CON SEÑALES DE PROHIBICIÓN:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PROHIBIDO EL INGRESO</li> <li>- APAGUE SU CELULAR</li> <li>- GAS COMBUSTIBLE NO FUMAR</li> <li>- NO HACER FUEGO ABIERTO</li> </ul> <p>(0,60 m x 0,90 m)</p>	
<p>LETRERO QUE INDICA ANTE ACTIVIDADES EMERGENCIA</p> <p>(0,50 m x 0,65 m)</p>	

Cuadro 2 de señales de seguridad

SOLO PERSONAL AUTORIZADO PUEDE INGRESAR A LA ESTACION DE REGASIFICACION			
	PROHIBIDO EL INGRESO		APAGUE SU CELULAR
	GAS COMBUSTIBLE NO FUMAR		NO HACER FUEGO
AL INGRESAR USO OBLIGATORIO DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)			
	USO OBLIGATORIO DE GUANTES CRIOGÉNICOS		USO OBLIGATORIO DE PROTECTOR FACIAL
	USO OBLIGATORIO DE ZAPATOS DE SEGURIDAD		USO OBLIGATORIO DE ROPA ANTIESTÁTICA
	USO OBLIGATORIO DE CASCO DE SEGURIDAD		USO OBLIGATORIO DE PROTECCIÓN AUDITIVA
	USO OBLIGATORIO DE DETECTOR DE GASES		USO OBLIGATORIO DE MANDIL CRIOGÉNICO

Figura C.1 - Esquema referencial para instalaciones GNL-GNC para suministro a industrias, comercios y residencias



## ANEXOS

**TABLA 2 - Válvulas manuales de cierre**

		Instalaciones aéreas	Subterráneas
<b>Presión máxima</b>		1 000 kPa	1 000 kPa
<b>Material</b>		Acero/fundición/aleación de cobre	Acero o PE
<b>Cierre</b>	<b>&lt; Ø 80mm</b>	¼ de vuelta	¼ de vuelta
	<b>≥ Ø 80mm</b>	¼ de vuelta o varias vueltas	¼ de vuelta o varias vueltas
<b>Manija</b>		Fija	Removible

**TABLA 3 – Tubería de acero**

Diámetro nominal		Espesor mínimo de la pared (mm)
mm	Pulgadas	
10,3	1/8	1,7
13,7	¼	2,2
17,1	3/8	2,3
21,3	½	2,8
26,7	¾	2,9
33,4	1	3,4
42,2	5/4	3,6
48,3	1½	3,7
60,3	2	3,9

**TABLA 4 - Tubería de polietileno SDR 17,6 serie métrica**

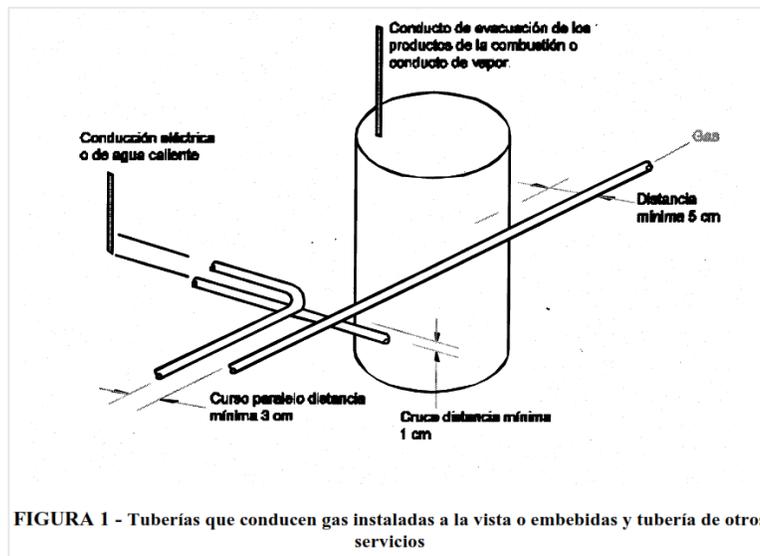
Tamaño nominal (mm)	Espesor de la pared (mm)
32	2,3
40	2,3
63	5,8
110	6,3
160	9,1
200	11,4
250	14,2

**TABLA 5 – Tubería de cobre**

Diámetro externo		Espesor de pared	
pulgadas	milímetro	pulgada	milímetro
5/8	15,9	0,040	1,02
¾	19,1	0,042	1,07
7/8	22,3	0,045	1,14
1 1/8	29	0,050	1,27

**TABLA 8 – Soportes de tuberías**

Tamaño nominal de la tubería rígida (pulgadas)	Distancia entre soportes		Tamaño nominal de la tubería flexible (pulgadas)	Distancia entre soportes	
	m	pies		m	pies
1/2	1,85	6	1/2	1,25	4
3/4 o 1	2,45	8	5/8 o 3/4	1,85	6
1 1/4 ó mayores (horizontales)	3,0	10	7/8 o 1	2,45	8
1 1/4 ó mayores (verticales)	Una en cada nivel o piso				



**Tabla de distancias mínimas entre tuberías que conducen gas instaladas a la vista o embebidas y tubería de otros servicios**

Tubería de otros servicios	Curso paralelo	Cruce
Conducción agua caliente	3 cm	1 cm
Conducción eléctrica	3 cm	1 cm
Conducción de vapor	5 cm	5 cm
Chimeneas	5 cm	5 cm