

**NAG-100**

**Año 1993**

**ADENDA N° 2 - Año 2016**

**NORMAS ARGENTINAS MÍNIMAS  
DE SEGURIDAD PARA EL  
TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN  
DE GAS NATURAL Y OTROS  
GASES POR CAÑERÍAS**



**ENARGAS**

ENTE NACIONAL REGULADOR DEL GAS

## Índice

Prólogo .....	3
PARTE G - REQUISITOS GENERALES DE CONSTRUCCIÓN PARA LÍNEAS DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN .....	5
SECCIÓN 301 - ALCANCE.....	5
SECCIÓN 303 - CUMPLIMIENTO CON LAS ESPECIFICACIONES O NORMAS .....	5
SECCIÓN 305 - INSPECCIÓN. GENERALIDADES.....	6
SECCIÓN 307 - INSPECCIÓN DE MATERIALES.....	7
SECCIÓN 309 - REPARACIÓN DE CAÑOS DE ACERO .....	7
SECCIÓN 311 - REPARACIÓN DE TUBO PLÁSTICO .....	11
SECCIÓN 313 - CURVAS Y CODOS .....	12
SECCIÓN 315 - CURVAS CORRUGADAS EN CAÑOS DE ACERO.....	13
SECCIÓN 317 - PROTECCIÓN CONTRA ACCIDENTES .....	13
SECCIÓN 319 - INSTALACIÓN DE LA CAÑERÍA EN LA ZANJA.....	15
SECCIÓN 321 - INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PLÁSTICO.....	19
SECCIÓN 323 - ENCAMISADO .....	27
SECCIÓN 325 - ESPACIAMIENTO ENTRE ESTRUCTURAS Y OTRAS DISTANCIAS .....	28
SECCIÓN 327 – TAPADA .....	33
APÉNDICE G-13 DEL MATERIAL DE GUÍA .....	37
APÉNDICE G-15A DEL MATERIAL DE GUÍA.....	44
APÉNDICE G-15B DEL MATERIAL DE GUÍA.....	50
APÉNDICE G-16 DEL MATERIAL DE GUÍA .....	55
APÉNDICE G-17 DEL MATERIAL DE GUÍA .....	61
APÉNDICE G-19 DEL MATERIAL DE GUÍA .....	64
APÉNDICE G-20 DEL MATERIAL DE GUÍA .....	67
Cronograma de implementación .....	80
Formulario para observaciones.....	81

## **Prólogo**

La Ley 24.076 - Marco Regulatorio de la Actividad del Gas Natural - crea en su Artículo 50, el ENTE NACIONAL REGULADOR DEL GAS (ENARGAS).

En el Artículo 52 de la mencionada Ley se fijan las facultades del ENARGAS, entre las cuales se incluye la de dictar reglamentos a los que deberán ajustarse todos los sujetos de esta Ley en materia de seguridad, normas y procedimientos técnicos.

En tal sentido el ENARGAS auspició la redacción de las NORMAS ARGENTINAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD PARA EL TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL y OTROS GASES POR CAÑERÍAS, denominada NAG-100, como adaptación de las normas operativas y de seguridad internacionales que menciona el Sub Anexo A del Decreto N° 2255.

Los antecedentes de la norma NAG-100 se remontan a la adopción por parte de Gas del Estado de la U.S.A. STANDARD CODE FOR PRESSURE PIPING – Gas Transmission and Distribution Piping Systems - B 31.8, que se utilizara en la construcción del Gasoducto Pico Truncado - Buenos Aires. Los requerimientos básicos del Código B 31.8 son adoptados en 1968 en Estados Unidos como exigencias federales a través del NATURAL GAS SAFETY ACT que después se transforma en la CFR 49, Parte 192 - Minimum Federal Safety Standards.

Gas del Estado adopta dicha Parte 192, la toma como propia y la incluye en su Clasificador de Normas como de uso obligatorio bajo la denominación de Normas Mínimas de Seguridad para el Transporte y Distribución de Gas Natural y otros Gases por Cañerías, GE-N1-100. Posteriormente, se introducen otros agregados provenientes de la experiencia en Gas del Estado. Esta última versión de la GE-N1-100 (Año 1976) actualizada, y la Parte 192 edición del año 1991, han servido de base para dictar la NAG-100.

La NAG-100 establece los estándares de diseño, operación y mantenimiento para las instalaciones de transmisión y distribución y si bien la seguridad es la consideración básica de la norma, otros factores pueden imponer requerimientos adicionales a la especificación final de sistemas de cañerías a presión. Al no tener la NAG-100 características de manual de diseño, la utilización de sus contenidos debe ser acompañada por apropiados criterios de ingeniería.

Esta Adenda N° 2 del Año 2016 constituye una actualización de la parte G "Requisitos generales de construcción para líneas de transmisión y

distribución” teniendo en cuenta la experiencia obtenida durante su uso, las actualizaciones del Código Federal de Reglamentaciones de los Estados Unidos, en su Título 49, Parte 192 y otra normativa mundial de referencia, como así también, introduce modificaciones en los Apéndices G-13, G-16 y G-17 del Material de Guía, además de la inclusión de los nuevos G-15A, G-15B, G-19 y G-20.

Toda sugerencia de modificación puede ser enviada al ENARGAS completando el formulario que se encuentra al final del presente documento.

## **PARTE G - REQUISITOS GENERALES DE CONSTRUCCIÓN PARA LÍNEAS DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN**

### **SECCIÓN 301 - ALCANCE**

Esta parte prescribe requisitos mínimos para la construcción de líneas de transmisión y distribución.

#### **MATERIAL DE GUÍA**

No es necesario material de guía.

### **SECCIÓN 303 - CUMPLIMIENTO CON LAS ESPECIFICACIONES O NORMAS**

Toda línea de transmisión o distribución debe ser construida de acuerdo con amplias especificaciones que sean compatibles con esta norma.

#### **MATERIAL DE GUÍA**

Para la construcción de una línea de transmisión o distribución se debe contar con un programa escrito de aseguramiento de la calidad, que incluya todas las fases del proceso, es decir que supervise y registre la fabricación de la tubería, accesorios y equipos, como así también las actividades de construcción, instalación y reparación.

Se debe verificar y registrar que los materiales utilizados son los adecuados, y que las tareas son realizadas correctamente de acuerdo con las normas y especificaciones vigentes.

El programa debe abarcar todas las actividades de construcción e instalación entre las que se encuentran: construcción de la tubería, revestimiento en fábrica, transporte, estiba, limpieza de la pista, excavación, despliegue de la tubería, uniones, bajada de cañería, pruebas y ensayos, instalación de revestimiento en campo, reparación del revestimiento, aprobación del material a utilizar para las reparaciones, tapada, recomposición del terreno, entrenamiento y calificación del personal que realiza estas tareas, etc.

La documentación relativa a todos los materiales de componentes instalados que soporten presión interna deben ser rastreables hasta la documentación de fabricación. Se debe conservar hasta la remoción o abandono de la cañería: las normas, especificaciones y certificaciones de fabricación y

ensayos, además de los documentos de inspección y aceptación de cada componente.

Se debe generar y conservar como mínimo documentación relativa a:

- Los cambios en el diseño original, con su respectiva justificación.
- El listado de cañerías con el tamaño, grado, espesor, número de identificación, detalles del revestimiento y ubicación de cada unión realizada durante la construcción.
- Las especificaciones utilizadas para las uniones (soldadura y recubrimientos o método de unión).
- Informes de las no conformidades detectadas y las acciones tomadas.
- Informes y/o registros de ensayos no destructivos de las soldaduras, cuando corresponda.
- Planos conforme a obra (incluyendo detalle de la tapada y traza del ducto).
- Certificados y registros de la Prueba de Resistencia y Hermeticidad.

### **SECCIÓN 305 - INSPECCIÓN. GENERALIDADES**

Toda línea de transmisión o distribución debe ser inspeccionada por personal calificado de acuerdo con la Parte N, para asegurar que sea construida de acuerdo con esta norma.

#### **MATERIAL DE GUÍA**

La inspección debe asegurar que todo el trabajo se realice conforme a las especificaciones del operador, el programa de aseguramiento de la calidad y a las normas que le sean aplicables. El inspector debe estar autorizado para ordenar la reparación, o la remoción y reemplazo de cualquier componente que no conforme los requisitos arriba mencionados. La inspección de la construcción del ducto, debe asegurar como mínimo la buena calidad del material, la correcta construcción de las instalaciones, el proceso de soldadura/unión, el ensamblaje y las pruebas.

Durante la construcción se debe inspeccionar que se cumplan las precauciones necesarias, que garanticen tanto la seguridad pública y medioambiental, como así también la integridad de los bienes.

El operador debe reunir y conservar todos los registros necesarios durante la vida útil de la línea (hasta la remoción o abandono).

### **SECCIÓN 307 - INSPECCIÓN DE MATERIALES**

Todo tramo de caño y cualquier otro componente, debe ser visualmente inspeccionado, en el sitio de instalación, para asegurar que no haya sufrido ningún daño que pudiera afectar su aptitud para el servicio.

#### **MATERIAL DE GUÍA**

- a) El caño y demás componentes usados en la construcción de líneas de transmisión y distribución podrían estar expuestos a daños durante el manipuleo y transporte al lugar de instalación. Quienes realicen inspecciones visuales en el lugar de instalación deben estar alertas de dicha situación. Además, se debe actuar con cuidado para impedir daños de manipuleo durante la instalación.
- b) Las inspecciones en obra para localizar imperfecciones o daños (arañazos profundos o estrías) deben efectuarse antes de la operación de revestimiento y durante las operaciones de bajada y tapada.
- c) La inspección debe controlar que la máquina revestidora no cause estrías o rayones perjudiciales al caño.
- d) Los desgarramientos del revestimiento de protección deben ser cuidadosamente examinados antes de reparar el recubrimiento para determinar si la superficie del caño fue dañada.
- e) Todas las reparaciones o modificaciones se deben inspeccionar antes de ser cubiertas y se deben registrar las acciones efectuadas, así como los procedimientos utilizados.
- f) Puesto que el tubo de plástico y sus accesorios son especialmente susceptibles a daños por manipuleo, se debe prestar atención durante las inspecciones en el lugar de instalación. En caso de detectarse defectos se debe aplicar lo indicado en la sección 311.

### **SECCIÓN 309 - REPARACIÓN DE CAÑOS DE ACERO**

- a) Toda imperfección o daño producido durante la instalación que afecte la aptitud para el servicio de un tramo de caño de acero, debe ser reparada por amolado suave o eliminada. Si la reparación se realiza por amolado suave, el espesor de pared remanente debe ser como mínimo igual a cualquiera de los puntos siguientes:

- 1) el espesor mínimo requerido de acuerdo con las tolerancias admitidas por la especificación con la cual el caño fue fabricado; o
- 2) el espesor de pared nominal requerido para la presión de diseño de la cañería.

Se entiende por amolado suave aquel que se realiza de tal forma que produce cambios geométricos suaves y uniformes en el espesor.

b) Todas las abolladuras que se indican seguidamente deben ser eliminadas del caño de acero:

- 1) Una abolladura simple cuya profundidad sea superior al 6% del diámetro nominal del caño.
- 2) Una abolladura aguda.
- 3) Una abolladura que afecte a una soldadura longitudinal o soldadura transversal.
- 4) En líneas a ser operadas a una presión que produzca una tensión circunferencial menor al 40% de la TFME, todas las abolladuras con concentrador cuya profundidad supere el 2% del diámetro nominal del caño.
- 5) En líneas a ser operadas a una presión que produzca una tensión circunferencial del 40% o más de la TFME, las abolladuras simples cuya profundidad supere el 3% del diámetro nominal del caño y todas las abolladuras con concentrador.

c) En cañerías de acero, las abolladuras que se indican seguidamente se pueden reparar, mediante algún método de reparación en el cual ensayos y análisis confiables de ingeniería demuestren que la aptitud para el servicio de la cañería ha sido restaurada:

- 1) En líneas a ser operadas a una presión que produzca una tensión circunferencial menor al 40% de la TFME:
  - i. Todas las abolladuras con concentrador cuya profundidad no supere el 2% del diámetro nominal del caño.
  - ii. Todas las abolladuras simples cuya profundidad no supere el 6% del diámetro nominal del caño.



2) En líneas a ser operadas a una presión que produzca una tensión circunferencial del 40% o más de la TFME, todas las abolladuras simples cuya profundidad no supere el 3% del diámetro nominal del caño.

Para los propósitos de esta sección una "abolladura" es una deformación plástica permanente de la sección circular de la cañería.

- La profundidad de la abolladura es medida como la distancia entre su punto más bajo y la prolongación de la sección circular original del caño.
- Una abolladura simple es aquella cuyos cambios de curvatura son suaves y no contiene concentradores ni afecta soldaduras.
- Una abolladura aguda es aquella que causa un cambio abrupto en la sección circular. Se define como cambio abrupto cuando el radio de curvatura de la parte más puntiaguda es igual o menor a cinco veces el espesor del caño.
- Una abolladura con concentrador es aquella que contiene un defecto o discontinuidad (rayadura, ranura o quemadura de arco, etc.) cuya profundidad es superior al 10% del espesor nominal de la cañería.

d) Toda ranura, muesca, o abolladura que deba ser eliminada, lo será por reemplazo del tramo de caño. Estos defectos no pueden ser reparados mediante la colocación de parches o por martilleo.

e) Toda quemadura de arco en caño de acero a ser operado a una presión que produzca una tensión circunferencial del 40% o más de la TFME, debe ser eliminada o reparada. Si la reparación es realizada por amolado suave, la quemadura de arco debe ser completamente eliminada y el espesor de pared remanente debe ser por lo menos igual a cualquiera de los siguientes:

- 1) el espesor de pared mínimo requerido de acuerdo con la tolerancia admitida por la especificación con la cual fue fabricado el caño; o
- 2) el espesor de pared nominal requerido por la presión de diseño de la cañería.

## **MATERIAL DE GUÍA**

### **1. ENSAYOS Y ANÁLISIS CONFIABLES DE INGENIERÍA**

Los ensayos y análisis confiables de Ingeniería deben evidenciar el cumplimiento con los requerimientos mínimos de esta norma. Los ensayos y análisis pueden ser realizados por el operador o terceros (fabricantes, entidades reconocidas, asesores, etc.) con el aval del operador.

Dichos ensayos deben:

a) Incluir los siguientes ítems, según se requiera, para alcanzar una precisión satisfactoria:

- i. Procedimientos concisos y ordenados para la realización de ensayos y análisis.
- ii. Listado de equipamiento necesario.
- iii. Descripción de los ensayos.
- iv. Cálculos requeridos

b) Utilizar prácticas confiables de ingeniería, las cuales deben incluir:

- i. Conocimientos y experiencia relativa al área específica.
- ii. Evaluación de datos y análisis estadístico.
- iii. Evaluación de resultados de los análisis y verificación del modelo analítico.
- iv. Aplicación de principios científicos.

## **2. PROFUNDIDAD DE UNA ABOLLADURA**

La sección circular original de la cañería puede estimarse mediante la colocación de un borde recto de longitud suficiente para abarcar la abolladura en la dirección longitudinal de la cañería.

La profundidad se mide como la distancia máxima perpendicular entre la abolladura y el borde recto. Algunos ejemplos de herramientas para medir la desviación pueden ser un medidor de curvas de nivel, medidor de profundidad de la abolladura y un calibre.

## **3. QUEMADURAS DE ARCO**

Cuando la evidencia visible de la quemadura por arco se elimina por amolado, limpiar la zona amolada con una solución de persulfato de amonio al 20%. Un punto negro indica que se requiere nuevo amolado. Se ha logrado la eliminación completa de la entalladura metalúrgica creada por la quemadura de arco cuando la limpieza no da como resultado un punto negro.

### **SECCIÓN 311 - REPARACIÓN DE TUBO PLÁSTICO**

Cada imperfección o daño que pudiera reducir la aptitud para el servicio del tubo de plástico se debe cortar y reemplazar por un tramo nuevo.

#### **MATERIAL DE GUÍA**

No se aceptan reparaciones en tuberías de plástico durante la etapa de construcción, a no ser que se corte y reemplace el tramo del caño dañado, en cuyo caso, las uniones del nuevo tramo deben seguir los lineamientos establecidos en la sección 281 de la presente norma.

Los reemplazos deben estar a cargo de personal que haya demostrado capacidad para realizar las tareas en forma satisfactoria de acuerdo con la disposición de calificación de personal del Material de Guía en la Sección 285.

Los reemplazos deben realizarse de acuerdo con procedimientos establecidos y calificados según las disposiciones de calificación de procedimientos del Material de Guía en la Sección 283.

Para la reparación de tuberías de polietileno se debe cumplir con lo establecido en la NAG-140.

No se toleran defectos en tuberías nuevas, tales como:

- a) dimensiones fuera de tolerancia;
- b) grietas, rayas, marcas o muescas de una profundidad igual o mayor al 10% del espesor de pared. Estas deficiencias pueden salvarse eliminando el tramo afectado;
- c) superficies interna o externa heterogéneas a simple vista, por la presencia de inclusiones extrañas, ampollas o hendiduras; y
- d) heterogeneidad del color o decoloración pronunciada.

No se deben utilizar tubos con una antigüedad superior a 24 meses, contados a partir de su fecha de fabricación, excepto aquellos que hayan sido revalidados conforme a lo indicado en la NAG 140 parte 2, Anexo B. Los tubos que tengan una antigüedad superior a los 60 meses no pueden revalidarse.

### **SECCIÓN 313 - CURVAS Y CODOS**

a) Toda curva ejecutada en obra en caño de acero, que no sea una curva corrugada hecha de acuerdo con la sección 315, debe cumplir con las siguientes pautas:

- 1) No debe comprometer la aptitud para el servicio de la cañería.
- 2) Para caños mayores de 100 mm de diámetro nominal, la diferencia entre el diámetro máximo y mínimo de la sección en una curva no debe ser mayor del 2,5% del diámetro nominal.
- 3) Debe tener un contorno liso y estar libre de ondulaciones, fisuras, grietas o cualquier otro desperfecto mecánico.
- 4) Se debe controlar la ovalización de la cañería de forma de que no sea perjudicial para la integridad estructural de la cañería.
- 5) No debe obstruir el pasaje de los instrumentos de inspección interna, cuando su utilización sea requerida.
- 6) Deben ser realizadas por personal calificado y experimentado utilizando procedimientos aprobados.
- 7) En caños con costura longitudinal, ésta debe estar tan cerca como sea posible del eje neutro de la curva, a menos que:
  - i. la curva esté hecha con un mandril interior de curvado; o
  - ii. el caño sea de diámetro exterior de 305 mm o menor, o tenga una relación diámetro a espesor menor que 70.

b) Toda soldadura circunferencial de caño de acero que esté ubicada donde la tensión producida durante el curvado cause una deformación permanente en el caño, debe ser ensayada por métodos no destructivos antes y después del proceso de curvado.

c) Codos forjados de acero para soldar y segmentos transversales de estos codos, no pueden ser usados para cambios de dirección en caño de acero de 50 mm o mayor de diámetro, a menos que la longitud del arco, medido sobre la curva interna, sea por lo menos 25,4 mm (1").

d) Toda curva que no sea corrugada fabricada de acuerdo con la Sección 315, debe tener un perfil suave y estar libre de daños mecánicos.

## **MATERIAL DE GUÍA**

El curvado en caliente de caños trabajados en frío o con tratamiento térmico debe estar diseñado de acuerdo con la Sección 105 b).

### **SECCIÓN 315 - CURVAS CORRUGADAS EN CAÑOS DE ACERO**

- a) No se puede efectuar una curva corrugada en cañerías a ser operadas a una presión que produzca una tensión circunferencial del 30% o más de la TFME.
- b) Toda curva corrugada en caño de acero debe cumplir con lo siguiente:
- 1) no puede tener ningún pliegue agudo;
  - 2) los pliegues deben estar entre sí a una distancia de por lo menos un diámetro de caño, medida a lo largo de la curva interior;
  - 3) en caños de 406 mm de diámetro o mayores, la curva no puede tener una deflexión mayor de 1°30', por cada pliegue; y
  - 4) en caños con costura longitudinal ésta debe estar tan cerca como sea posible del eje neutro de la curva.

## **MATERIAL DE GUÍA**

No es necesario material de guía.

### **SECCIÓN 317 - PROTECCIÓN CONTRA ACCIDENTES**

- a) Toda línea de transmisión o distribución debe ser protegida contra erosiones, inundaciones, suelos desmoronables, deslizamientos u otros peligros que podrían causar el movimiento de la cañería o someterla a cargas anormales. Además, las cañerías submarinas deben ser protegidas de accidentes causados por deslizamientos de barro, corrientes de agua, huracanes, anclas de barcos y operaciones de pesca.
- b) Toda línea de transmisión o distribución construida sobre tierra, no ubicada costa afuera o en zonas de aguas navegables interiores, debe ser protegida contra daños accidentales provocados por el tránsito de vehículos u otras causas similares, mediante su colocación a suficiente distancia del tránsito o por la instalación de defensas adecuadas.

c) Las cañerías, inclusive caños ascendentes, ubicadas en plataformas costa afuera o en aguas navegables interiores, deben protegerse de daños accidentales causados por barcos.

## **MATERIAL DE GUÍA**

### **1. PELIGROS NATURALES**

a) Se deben tomar precauciones para proteger a la línea de transmisión o de distribución (tales como aumento del espesor de pared, construcción de muros de sostenimiento de tierras, prevención de la erosión, instalación de anclajes e incorporación de flexibilidad).

b) Cuando las líneas de transmisión o de distribución cruzan áreas que normalmente se hallan bajo agua o son pasibles de inundación (como lagos, bahías, pantanos y cruces de ríos) se debe aplicar a la línea un peso o anclaje suficiente para impedir la flotación. En cruces submarinos (que pueden sufrir derrumbes debidos a peligros naturales como modificación del lecho, elevadas velocidades del agua, profundización del canal o modificación de su ubicación en el lecho) se debe estudiar el diseño para proteger la línea de transmisión o distribución. El cruce se debe ubicar en el margen y lecho más estable, y la profundidad de la línea, la localización de las curvas instaladas en las márgenes y el espesor de pared del caño se deben seleccionar en base a las características del cruce.

c) Cuando las líneas cruzan áreas pasibles de inundación (como lagos, bahías, pantanos y cruces de ríos) el acceso a las válvulas de bloqueo debe diseñarse considerando la máxima elevación posible del agua en base a los datos históricos. Esto puede lograrse mediante la colocación de las válvulas por encima de la elevación máxima esperada de la inundación, detrás de diques, o mediante el uso de plataformas de acceso y extensiones de la válvula.

### **2. CAÑERÍAS Y ACOMETIDAS DE PLATAFORMA**

a) Siempre que sea factible, las cañerías que se encuentren por debajo del nivel inferior de las plataformas deben instalarse en el lado interno del plano vertical que se establece por la intersección de los soportes estructurales más externos y el nivel de agua más alto.

b) Siempre que sea factible, las acometidas deben ubicarse a lo largo de las caras de una plataforma, excepto en plataformas de desembarque. Puede agregarse protección adicional mediante la instalación de defensas o

cerramientos para buques. Cuando se instalen las acometidas en el frente de una plataforma en zona de desembarco, éstas deben instalarse del lado interno del desembarcadero, o bien estar protegidas con defensas o estructuras comparables en resistencia mecánica con la zona de desembarco. Cuando se instalen acometidas de 152 mm (6") o menos, debe suministrarse mayor protección en la proximidad de la línea de agua instalando un elemento estructural de mayor resistencia mecánica.

### **3. CONSIDERACIONES PARA REDUCIR EL DAÑO PROVOCADO POR FUERZAS EXTERNAS**

#### **3.1 En tierra**

Ver Apéndice G-13 del Material de Guía.

#### **3.2 Costa afuera**

En el diseño y construcción de gasoductos costa afuera, se debe considerar la colocación de derivaciones, válvulas, desvíos y demás elementos bajo el nivel del mar a fin de evitar o mitigar daños producidos por anclajes, redes, etc. Se ha de averiguar si dependencias oficiales han establecido reglamentaciones que pueden afectar el diseño y construcción de gasoductos costa afuera.

### **4. CONSIDERACIONES PARA REDUCIR EL DAÑO PROVOCADO POR OPERACIONES EXPLOSIVAS**

Ver Apéndice G-16 del Material de Guía.

### **5. CONSIDERACIONES PARA REDUCIR EL DAÑO PROVOCADO POR CORROSIÓN EXTERNA DEBIDA A CORRIENTES DE INTERFERENCIA**

Ver sección 473.

### **SECCIÓN 319 - INSTALACIÓN DE LA CAÑERÍA EN LA ZANJA**

a) Toda línea debe ser instalada de manera de adaptarse a la zanja y de reducir al mínimo las tensiones y proteger el revestimiento de posibles deterioros.

b) Cuando una zanja sea rellenada, debe serlo de modo que:

- 1) provea firme apoyo bajo el caño; y

2) evite daños al caño y su revestimiento por parte de equipos o del material de relleno.

c) Todo caño costa afuera en agua con una profundidad mínima de 3,66 m (12 pies), pero no más de 60,96 m (200 pies), medidos desde la bajamar media, se debe instalar de modo tal que la parte superior del caño esté por debajo del fondo natural salvo que el caño esté soportado por pilotes, mantenido en su lugar por anclajes o un revestimiento pesado de hormigón, o protegido por medios equivalentes.

## **MATERIAL DE GUÍA**

### **1. INSTALACIÓN**

#### **1.1 Consideraciones generales**

En líneas de transmisión, resulta importante minimizar las tensiones inducidas en la cañería en la construcción de la línea. El caño debe acomodarse en la zanja sin el uso de fuerzas externas que lo mantengan en su lugar hasta completar el relleno. Uno de los medios efectivos para proporcionar soporte firme y minimizar tensiones de construcción es la colocación periódica de bolsas de arena, bancos de espuma de estireno, etc., a lo largo del fondo de la zanja.

Cuando se instalan tramos de cañería que han sido soldados a lo largo de la zanja, se debe obrar con cuidado para evitar sacudidas o tirones o la imposición de deformaciones que pudieran arrugar o plegar el caño de manera permanente.

Cuando las condiciones de tendido de caño aconsejen su uso, se deben emplear endicamientos paralelos al tendido. Estos se emplean cuando las condiciones climáticas y de temperatura sean adecuadas.

#### **1.2 Zonas de rompientes**

En las zonas de rompientes se debe considerar el mantenimiento de la posición del caño bajo condiciones previstas de flotabilidad y movimiento de las aguas.

Esto puede lograrse:

- 1) Enterrando el caño a una profundidad mayor por debajo del fondo natural.
- 2) Usando lastrado con hormigón.



3) Usando anclajes.

### **1.3 Inspecciones**

a) En tierra:

1) Se debe inspeccionar el estado del fondo de la zanja antes de tender el caño.

2) Se debe inspeccionar la superficie del caño revestido a medida que se baje a la zanja. Las laceraciones del revestimiento indican que el caño puede haber sido dañado una vez aplicado el revestimiento.

3) La acomodación del caño en la zanja se debe inspeccionar antes del relleno.

b) Costa afuera:

1) Se debe inspeccionar la superficie del revestimiento anticorrosivo preventivo antes del lastrado.

2) Se debe inspeccionar el lastrado antes de soldar el caño.

## **2. PROTECCIÓN DE LA UNIÓN**

### **2.1 Arnesees o soportes**

Deben colocarse arneses o soportes adecuados en las uniones cuando el caño se desvía de una línea recta y el empuje, si no se contiene, separaría las uniones.

### **2.2 Consideraciones especiales**

El caño de fundición instalado en suelo inestable debe contar con soportes adecuados. (Ver Material de Guía en la Sección 755).

## **3. RELLENO**

### **3.1 Generalidades**

El relleno se debe hacer de manera de proporcionar un apoyo firme debajo del caño.

### **3.2 Material de relleno**

a) Generalidades

Si existen piedras grandes en el material a usar de relleno, se debe obrar con cuidado para evitar dañar el revestimiento. Ello se puede lograr usando material protector o efectuando un relleno inicial con suficiente material libre de piedras para evitar daños.

b) Efectos en el sistema de protección catódica.

Se deben considerar los posibles efectos de aislamiento en las corrientes de protección catódica que pudieran originarse por la instalación de materiales no conductivos tales como protecciones y rellenos de roca.

### **3.3 Protección contra rocas**

Cuando se use protección contra piedras para impedir daños al revestimiento, la misma se debe instalar de manera adecuada. Un método para instalar un material protector tipo envolvente consiste en asegurar la protección contra piedras por completo alrededor del caño usando cinta de fibra de vidrio u otro material adecuado. La protección contra rocas no debe cubrir el caño a menos que se coloque en la zanja un relleno adecuado que permita un apoyo continuo y adecuado del caño.

### **3.4 Consolidación**

Si para consolidar el relleno se anega la zanja, se debe tener extremo cuidado para que el caño se apoye sobre una base firme en el fondo de la zanja. Cuando se instalen redes de distribución en caminos existentes o propuestos, o en suelos inestables, se aumenta la consolidación por anegación mediante rodillo o compactación mecánica. Se permite el uso de compactación mecánica de sustentación múltiple en lugares de inundación.

## **4. INSTALACIÓN MEDIANTE MÉTODOS ALTERNATIVOS**

### **4.1 Perforación Horizontal Dirigida:**

a) Ver Apéndice G-19 del Material de Guía “Consideraciones relativas a la prevención de daños, en la realización de Perforación Horizontal Dirigida u otras tecnologías de instalación sin apertura de zanja”.

(b) Ver los Apéndices G-15A y G-15B del Material de Guía para consideraciones adicionales sobre la Perforación Horizontal Dirigida para instalar ductos de acero o de plástico según corresponda.

### **SECCIÓN 321 - INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PLÁSTICO**

- a) El tubo de plástico debe ser instalado por debajo del nivel del terreno, excepto lo previsto en el apartado g) de esta sección.
- b) El tubo de plástico que sea instalado en una cámara o cualquier otro recinto subterráneo, debe estar completamente encamisado con caños y accesorios metálicos herméticos al gas, los cuales deben estar adecuadamente protegidos contra la corrosión.
- c) El tubo de plástico debe ser instalado de modo que se minimicen las tensiones de tracción o de corte.
- d) El tubo de plástico que no esté encamisado debe tener un espesor de pared mínimo de 2,29 mm, excepto los tubos con un diámetro exterior de 22,2 mm o menos, que pueden tener un espesor de pared mínimo de 1,58 mm.
- e) El tubo de plástico que no esté encamisado debe tener un alambre conductor eléctrico u otro medio que posibilite la localización del tubo cuando está enterrado, además de una cinta de advertencia para advertir su presencia ante la eventual intervención de terceros por excavación o perforación.
- f) El tubo de plástico para ser encamisado debe insertarse en el caño camisa de modo que la tubería quede protegida. El extremo anterior del tubo de plástico debe estar cerrado antes de su inserción.
- g) Se puede instalar tubería de plástico en puentes siempre y cuando se cumpla que:
- 1) La tubería sea instalada con protección contra daños mecánicos, como por ejemplo dentro de un encamisado
  - 2) La tubería sea protegida de la radiación ultravioleta
  - 3) No debe usarse tubo de plástico cuando la temperatura de operación de la tubería exceda los límites dados en la Sección 123.
- h) Se debe tener en cuenta lo establecido en la norma NAG 140.

## **MATERIAL DE GUÍA**

### **1. PRECAUCIONES GENERALES**

#### **1.1. Manipulación**

Se debe tener la precaución de evitar el manipuleo violento de los tubos de plástico. No se los debe empujar o arrastrar sobre salientes agudas, no se los debe dejar caer, ni tampoco permitir que caigan otros objetos sobre ellos. Se debe tener cuidado para evitar que se curven o se aplasten. Cualquier curva o aplastamiento debe eliminarse cortando un cilindro completo.

#### **1.2 Consideraciones para minimizar daños por fuerzas exteriores**

Ver Apéndice G-13 del Material de Guía.

#### **1.3 Otras**

a) Los materiales poliméricos difieren en su capacidad de resistir daños provocados por acción del fuego, del calor y de los productos químicos. Se debe tener cuidado en todo momento de proteger el tubo por estos riesgos.

b) Los tubos de materiales poliméricos deben estar adecuadamente soportados durante el almacenamiento. Los tubos de polímeros y sus accesorios deben protegerse de la exposición al sol directo durante períodos prolongados (Ver Material de Guía de la Sección 59).

### **2. TUBERÍA DE PLÁSTICO ENTERRADA DIRECTAMENTE**

#### **2.1 Contracción**

La tubería debe ser instalada con suficiente holgura previendo posibles contracciones. Bajo condiciones de alta temperatura, puede ser necesario un enfriamiento antes de realizar la última conexión (Ver Material de Guía de la Sección 281 y Apéndice G-15B).

#### **2.2 Esfuerzos en la instalación**

Cuando se bajen a la zanja tramos de tubería de gran longitud ensambladas a lo largo de la excavación, se debe tener la precaución de evitar todo esfuerzo que pueda sobretensionarla o torcerla, o imponer tensiones excesivas sobre las uniones.

## **2.3 Relleno**

### **a) Generalidades**

No deben emplearse cuñas o calzas para soportar el tubo plástico. Este debe ser tendido sobre suelo intacto, sobre suelo bien compactado o apisonado, o sobre otro mediante un material adecuado, libre de piedras.

### **b) Material de relleno**

El relleno de la zanja se debe realizar de manera tal que ofrezca un apoyo firme alrededor del tubo. El material de relleno debe estar libre de piedras grandes, trozos de pavimento o cualquier otro material que pudiera dañar el tubo.

### **c) Consolidación**

Cuando se anegue la zanja para consolidar el relleno, se debe tomar la precaución de comprobar que la cañería no flote separándose de su apoyo firme en el lecho de la zanja.

Cuando se instalen cañerías de distribución y servicios en carreteras existentes o proyectadas o en terreno inestable, el anegamiento debe ser complementado con compactación mecánica o mediante rodillos.

Se puede emplear compactación mecánica en varias etapas o niveles, en lugar del anegamiento. Se debe tener la precaución de no causar una ovalización excesiva de la tubería plástica cuando se use compactación mecánica.

## **2.4 Medios para la localización de tubos de plástico**

### **a) Alambre metálico**

1) Un alambre de metal recubierto con material resistente a la corrosión debe ser enterrado a lo largo de la tubería de plástico. El tamaño del alambre normalmente utilizado es #12 o #14 AWG.

2) El alambre puede ser instalado físicamente separado o inmediatamente adyacente al tubo de plástico. La separación puede llevar a dificultades en localizar con precisión la tubería de plástico en el futuro. En la determinación de la distancia de colocación del alambre metálico respecto al tubo de plástico, el operador debe considerar la importancia relativa de la ubicación precisa de la tubería contra los potenciales daños en la tubería por un

aumento de la corriente a través del cable metálico. Los rayos son una fuente de picos de corriente.

3) El alambre metálico no debe ser envuelto alrededor de tuberías de plástico.

4) Normalmente se utiliza una separación de 5 a 15 cm entre el tubo de plástico y el alambre trazador para evitar los picos de corriente debidos a rayos.

5) Empalmes del alambre en cajas de medición y cajas de válvulas ubicadas en la superficie se pueden utilizar para la conexión directa de instrumentos de localización.

Se debe considerar la posibilidad de asegurar que ningún extremo descubierto del alambre quede expuestos a la superficie de tal manera que un rayo podría causar un aumento de corriente a través del alambre.

6) El empalme del cable indicador se debe hacer de una manera de producir un conjunto eléctricamente y mecánicamente sólido, que no se afloje o separe bajo las condiciones de operación.

7) Cuando el alambre metálico esté conectado eléctricamente a estructuras metálicas (por ejemplo tubería de acero o hierro fundido) por razones tales como ampliar la capacidad de localización o de protección catódica, se debe considerar los efectos de las fuentes de corriente eléctrica en la capacidad de localizar el tubo de plástico o el mayor potencial de daño.

#### **b) Cinta Metálica**

Una cinta metálica con recubrimiento metálico o resistente a la corrosión puede ser instalada junto con el tubo de plástico. Se debe tener cuidado para que la cinta no se rompa o separe durante las operaciones de relleno. La localización mediante cinta metálica normalmente no tiene derivaciones accesibles para la conexión de equipos de localización, por lo que es necesario utilizar un dispositivo de localización pasivo o por corriente inducida.

#### **c) Mapeo – Plano conforme a obra**

La utilización de cartografía precisa de la tubería de plástico mediante coordenadas georreferenciadas y referencias a puntos fijos permanentes, tales como líneas de lote o líneas centrales de la calle es un método

aceptable para la localización de tuberías de plástico. Dicha información debe quedar plasmada en los planos conforme a obra.

#### **d) Dispositivos pasivos**

Bobinas calibradas u otros dispositivos pasivos pueden ser enterrados en puntos estratégicos a lo largo de una tubería de plástico. Estos dispositivos pueden estar situados por encima del suelo o localizarse por medio de un instrumento asociado.

### **2.5 Cinta de advertencia**

Una cinta muy visible de color amarillo, con la leyenda "GAS" inscripta en ella, debe ser utilizada como medio de advertencia ante la eventual intervención de terceros por excavación de modo que sea encontrada antes que el tubo, por cualquiera que se encuentre excavando en las inmediaciones. Mas referencias al respecto se indican en el ANEXO B – MALLAS DE ADVERTENCIA PARA TUBERÍAS DE GAS ENTERRADAS de la NAG-140 Parte 6.

## **3. TUBO DE PLÁSTICO INSERTADO EN UNA CAMISA O EN UNA CAÑERÍA ABANDONADA**

### **3.1 Generalidades**

a) El caño de camisa o la cañería abandonada debe prepararse de modo tal que quede eliminado cualquier borde agudo, salientes, escorias de soldadura o material abrasivo que pudieran dañar el tubo de plástico durante o después de la inserción.

b) Debe usarse un manguito soporte o tapón para evitar que el tubo de plástico apoye sobre el extremo del caño camisa o cañería abandonada.

c) La instalación de tubos de plástico insertados en una camisa o en una cañería abandonada debe asentarse en los planos conforme a obra.

### **3.2 Consideraciones especiales**

a) La porción de tubo plástico que atraviese una zona de terreno removido debe ser protegida mediante travesaños, compactación del suelo sobre el que apoya o por otros métodos con el fin de prevenir que el hundimiento del relleno someta a esfuerzos de corte a la tubería.

b) La porción de tubo de plástico que queda expuesta debido a la remoción de un sector del encamisado o cañería abandonada, debe ser

suficientemente fuerte o estar protegida por entibado u otros medios, para soportar la carga externa previsible del terreno.

c) El tubo de plástico encamisado puede contraerse debido a que conduce gas frío o por baja temperatura ambiente (Ver el Material de Guía de la Sección 281).

d) Cuando la migración, a través del espacio anular entre el tubo de plástico y el caño camisa o cañería abandonada, del gas proveniente de una fuga pudiera originar una situación peligrosa, se debe considerar la obturación de dicho espacio en uno o ambos extremos. También pueden obturarse puntos intermedios tales como donde la camisa se corte para permitir la instalación de una te de servicio o una derivación. Se debe poner especial cuidado en la elección del material de obturación, para evitar dañar el tubo de plástico. Tanto la espuma de uretano como la lechada de cemento, han demostrado ser efectivas para este propósito.

e) Si el agua que se ha acumulado entre la camisa o cañería abandonada y el tubo se congela, este último puede estrecharse afectando su capacidad o dañarse causando una pérdida. Uno o más de los siguientes pasos pueden tomarse para reducir esta posibilidad:

1) Dimensionar el tubo de manera tal que la formación de hielo entre éste y el encamisado no lo estreche en un grado tal como para afectar el servicio.

2) Prever drenajes en los puntos más bajos del caño camisa o cañería abandonada.

3) Insertar un relleno, tal como material en forma de espuma de celdas cerradas, en el espacio anular.

## **4. PRECAUCIONES PARA EL CURVADO**

### **4.1 Consideraciones generales**

Las curvas deben estar libres de deformaciones, grietas y todo otro defecto que signifique un daño.

### **4.2 Radio de curvado**

El tubo de plástico no debe ser curvado con un radio menor al mínimo recomendado por el fabricante para la clase, tipo, grado, espesor de pared y diámetro del tubo de plástico que se esté empleando en particular.



## **5. ESTRANGULAMIENTO Y REAPERTURA DE CAÑO TERMOPLÁSTICO CON EL PROPÓSITO DE CONTROLAR LA PRESIÓN**

### **5.1 Investigación preliminar**

Antes de estrangular y reabrir un tubo de plástico, se deben realizar investigaciones y ensayos para determinar que caño del tipo, grado, diámetro y espesor de pared de idéntica elaboración, puede ser estrangulado y reabierto sin causar fallas, bajo las condiciones que prevalecerán en oportunidad de efectuar las mencionadas operaciones.

La norma ASTM F 1563 “Standard Specification for Tools to Squeeze-Off Polyethylene (PE) Gas Pipe or Tubing” puede ser utilizada como referencia.

### **5.2 Consideraciones de campaña**

- a) El trabajo se debe efectuar utilizando equipo y procedimientos que hayan sido establecidos y hayan probado mediante ensayos ser capaces de llevar a cabo la operación, segura y efectivamente.
- b) Para evitar prensar en el mismo lugar, deberá ponerse una marca permanente o un zuncho en el caño plástico, en la ubicación del lugar de prensado.

## **6. PREVENCIÓN DE DAÑOS DURANTE LAS OPERACIONES DE PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA**

Ver el Apéndice G-19 del Material de Guía: “CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA PREVENCIÓN DE DAÑOS, EN LA REALIZACIÓN DE PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA U OTRAS TECNOLOGÍAS DE INSTALACIÓN SIN APERTURA DE ZANJA”

## **7. INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PLÁSTICO EN PUENTES**

Cuando se planea instalar una tubería de plástico cruzando un puente se deben tener en cuenta:

### **7.1 CONSIDERACIONES DE DISEÑO**

#### **7.1.1 Temperatura**

- a) No exponer la tubería a temperaturas fuera de los límites establecidos en la Sección 123.
- b) Verificar que los valores de resistencia hidrostática del material para la temperatura máxima prevista es suficiente para satisfacer la presión de

diseño requerida por la sección 121. Considerar, si es necesario, la posibilidad de utilizar tubería de mayor espesor de pared o de un material diferente.

c) Verificar que la tubería y sus uniones son adecuadas para las tensiones longitudinales impuestas por las variaciones de temperatura. Considerar la instalación de sistemas para reducir las tensiones longitudinales impuestas por las variaciones de temperatura.

d) Cuando la tubería se instale en un caño camisa, se deben instalar espaciadores para centrar la tubería de forma de minimizar los efectos de la abrasión por expansión térmica (flexión excesiva). Para minimizar las tensiones longitudinales de origen térmico se debe proporcionar suficiente distancia entre los espaciadores de forma de permitir la flexión, pero esta no debe ser tal que permita el contacto entre el tubo de plástico y el caño camisa. Otra forma de proporcionar protección contra la abrasión por expansión térmica es llenar el espacio anular entre el tubo y el caño camisa con un material aislante térmico.

#### **7.1.2 Protección ultravioleta**

Para proteger la tubería de la luz solar se puede instalar dentro de un caño camisa o utilizar recubrimientos de protección adecuados.

#### **7.1.3 Daños externos**

a) Colocar la tubería de forma de maximizar su protección de las fuerzas externas. Considerar la posibilidad de proporcionar protección adicional, como por ejemplo la instalación dentro de un caño camisa.

b) Cuando se instale dentro de un caño camisa la tubería de plástico debe estar protegida en los extremos del caño camisa de las fuerzas de corte impuestas por la carga del suelo.

#### **7.1.4 Resistencia química**

Tenga en cuenta el entorno de instalación (por ejemplo, la sal utilizada sobre carreteras en invierno, los aceites de vehículos, etc.) y asegurarse de que el tubo de plástico es adecuado para la exposición a esos contaminantes.

## **7.2 OTRAS CONSIDERACIONES**

### **7.2.1 Otras regulaciones**

Se debe consultar a la autoridad gubernamental que tiene jurisdicción sobre el puente para determinar si hay requisitos adicionales.

### **7.2.2 Sellado de los extremos de la Camisa**

Se debe considerar la posibilidad de instalar sellos en los extremos de la camisa para evitar que ingrese el agua.

### **7.2.3 Válvulas.**

Se debe considerar la posibilidad de instalar válvulas para aislar la tubería en el puente en caso de fuga o rotura.

### **7.2.4 Sísmica**

Se debe considerar los efectos de un movimiento anormal en las zonas de actividad sísmica.

## **SECCIÓN 323 - ENCAMISADO**

Cada camisa instalada en líneas de transmisión o distribución debajo de una autopista, camino, línea ferroviaria, etc. debe cumplir con lo siguiente:

- a) Se debe diseñar para soportar las cargas sobrepuestas (dinámicas y estáticas).
- b) Debe ser metálica y estar protegida de la corrosión, de acuerdo a la Parte I de ésta Norma.
- c) Se deben sellar los extremos y colocar venteos.
- d) Los venteos se deben proteger de las condiciones climáticas a efectos de no permitir el ingreso de agua u otros elementos en la camisa.
- e) No se debe utilizar el espacio anular entre la camisa y la línea para instalaciones distintas a dicha línea.

## **MATERIAL DE GUÍA**

- a) Los problemas de corrosión y la dificultad de inspección asociados a los cruces con encamisado hacen que sea recomendable su no utilización, sin embargo la conformación de los cruces debe ser consensuada con quien

otorga el permiso de cruce. Para ello se deben tener en cuenta las reglas del buen arte, previendo y considerando por un lado las cargas impuestas sobre la cañería por el cruce y por otro lado las problemáticas en materia de protección anticorrosiva e inspecciones que puede traer aparejada su utilización.

b) Como referencia para encamisado de tubería de plástico se debe utilizar la NAG-140 Parte 6 y la sección 321 de esta norma.

c) Cuando se deba encamisar o entubar tubería de plástico, se deben tomar las precauciones necesarias para impedir el aplastamiento o corte del tubo.

d) Como referencia para encamisado de acero se debe utilizar la Standard Practice NACE SP 0200 "Steel Cased Pipeline Practices" y la API Recommended Practice 1102 "Steel Pipelines Crossing Railroads and Highways"

## **SECCIÓN 325 - ESPACIAMIENTO ENTRE ESTRUCTURAS Y OTRAS DISTANCIAS**

### **1. CONSIDERACIONES GENERALES**

a) Todas las líneas de transmisión y distribución deben cumplir las pautas que se indican a continuación:

- i. El trazado de las líneas debe permitir el fácil acceso y suficiente área de trabajo en la superficie, tanto en condiciones normales, como de emergencia. Esta área debe estar libre de árboles e instalaciones o estructuras fijas superficiales.
- ii. La instalación debe permitir que el operador gestione y opere la línea de forma de preservar la seguridad pública y el medio ambiente.
- iii. Las líneas deben mantenerse alejadas de toda fuente de calor o aisladas térmicamente, de modo de impedir que dicha fuente perjudique su integridad mecánica.

b) A los efectos de permitir un mantenimiento adecuado y protegerla contra daños que pudieran derivarse de la proximidad a otras estructuras, todas las líneas de transmisión y las instalaciones de los sistemas de distribución que operan a alta presión deben mantener una luz mínima de 0,5 m y las líneas de distribución que operan a baja o media presión una luz mínima de 0,3 m respecto de cualquier otra estructura subterránea.

- c) En la instalación de las líneas de transmisión que operen a una presión que genere un nivel de tensión superior al 30% de la TFME, se debe considerar los posibles futuros desarrollos urbanos e industriales en las inmediaciones.
- d) Si una línea de transmisión que opera a una presión que genera un nivel de tensión superior al 30% de la TFME contiene viviendas o sitios aptos para el transporte de seres humanos dentro del **Círculo de Impacto Potencial**, se debe realizar un **Informe de Evaluación de Seguridad**, calculando el riesgo generado por la operación de la línea sobre la vida de los habitantes y se deben tomar las medidas necesarias para identificar, prevenir, controlar y mitigar dicho riesgo. Dicho Informe debe conservarse y actualizarse ante cambios en las condiciones del ducto o su entorno.
- e) Las líneas de distribución de polietileno deben cumplir con las distancias de seguridad establecidas en la NAG-140 Parte 6.
- f) Cada envase tipo caño o tipo botella se debe instalar con una luz mínima respecto de cualquier otro envase según la Sección 175 b).

## 2. LÍNEAS BAJO SERVIDUMBRE O PERMISO DE PASO

Las líneas de transmisión y distribución dentro de servidumbre o permiso de paso en predios de dominio privado de particulares o del estado deben cumplir con lo que se indica a continuación:

- a) El ancho del área libre de instalaciones y estructuras fijas de la zona de trabajo en la superficie debe cumplir lo indicado en el Cuadro 325-i.

<b>Diámetro de cañería</b>	<b>Ancho área libre [m]</b>
$\varnothing < 152 \text{ mm (6")}$	9,5
$152 \leq \varnothing < 355 \text{ mm (14")}$	11
$355 \leq \varnothing < 558 \text{ mm (22")}$	13
$558 \leq \varnothing < 762 \text{ mm (30")}$	15
$\varnothing \geq 762 \text{ mm}$	16

Cuadro 325-i

- b) El trazado de las líneas de transmisión que operen a una presión que genere un nivel de tensión inferior o igual al 30% de la TFME y de todas las líneas de distribución debe asegurar una distancia mínima de 1,5 m a estructuras fijas y 3 m a edificaciones para ocupación humana.
- c) Las líneas de transmisión que operen a una presión que genere un nivel de tensión superior al 30% de la TFME se deben instalar a una distancia mínima de 7,5 m de estructuras fijas y edificaciones para ocupación humana.

### **3. LÍNEAS EN VÍA PÚBLICA**

Las líneas de transmisión y distribución en la vía pública deben cumplir con lo que se indica a continuación:

- a) El trazado de las líneas de transmisión que operen a una presión que genere un nivel de tensión circunferencial inferior o igual al 30% de la TFME y de las líneas de distribución de acero que operen a alta presión debe asegurar una distancia mínima de 3 m a la línea municipal y las edificaciones para ocupación humana.
- b) Las líneas de transmisión que operen a una presión que genere un nivel de tensión superior al 30% de la TFME se deben instalar a una distancia mínima de 7,5 m de estructuras fijas, la línea municipal y edificaciones para ocupación humana.
- c) Las líneas de distribución que operen a una presión inferior o igual a 4 bar, se deben instalar en vereda y en la franja comprendida entre 1,50 m y 3 m, medida desde la Línea Municipal. Cuando impedimentos técnicos insalvables no permitan cumplir lo indicado precedentemente, el Operador puede autorizar, como excepción, alterar las distancias establecidas o permitir la instalación de la tubería en calzada. En caso de ser necesario instalar la línea a menos de 0,80 m de la línea municipal, se debe analizar y evaluar la necesidad de tomar medidas para direccionar las posibles fugas de gas a fin de minimizar la probabilidad de migración de gas a los edificios adyacentes.

#### 4. OTRAS DISTANCIAS

En el cuadro 325ii se determinan otras distancias que deben respetarse.

DESDE	HASTA	Diámetro nominal (milímetros)		
		Dn < 203 (8")	203 ≤ Dn < 305 (8"-12")	Dn ≥ 305 (12")
Líneas de Transmisión (cualquier clase de Trazado)	Cañerías paralelas de Gasoductos, Propanoductos, Oleoductos, Poliductos, etc.	10 m (*)		
	Cañerías paralelas de Gasoductos, Propanoductos, Oleoductos, Poliductos, etc., en cruces de ríos	15 m (*)	20 m (*)	30 m (*)
	Zona de compresores de la Planta compresora	---	100 m	
Válvula de Bloqueo, entrada y salida de Planta compresora	Zona de compresores de la Planta compresora	---	150 m	
Líneas de Transmisión y Distribución (cualquier clase de Trazado)	Línea paralela de Alta Tensión Aérea (Tensión ≥ 66kV) (**)	5 m	10 m	
	Línea de tensión eléctrica Subterránea (Tensión ≥ 33 kV)	1 m		
	Puesta a tierra de líneas eléctricas	0,5 m c/10 kV Mín. 10 m	1 m c/10 kV Mín. 10 m	1 m c/10 kV Mín. 10 m

Cuadro 325-ii

(\*) Estas distancias pueden reducirse en casos especiales, con la realización de un Informe de Interferencia entre Ductos, debiendo mantener una distancia mínima que garantice una operación segura y el adecuado mantenimiento de las instalaciones.

(\*\*) Estas distancias se miden desde el eje de la línea de transmisión o distribución de gas hasta la proyección en el suelo del conductor eléctrico

más cercano en su movimiento pendular correspondiente a la hipótesis de viento máximo.

## **MATERIAL DE GUÍA**

### **1. LUZ**

Si en el momento de la instalación de líneas de transmisión o distribución, existieran impedimentos técnicos insalvables (condiciones excepcionales u obstáculos) que no permitan respetar la luz mínima establecida respecto de otras estructuras subterráneas, la protección contra los daños que pudieran derivarse de la proximidad con otra estructura puede obtenerse mediante la ejecución de medidas adecuadas para evitar el contacto entre la tubería y la estructura subterránea.

Para sistemas de distribución de gas natural se debe aplicar la “Guía para Trabajos en proximidad de tuberías conductoras de gas”, puesta en vigencia por la Resolución ENARGAS N° I-2135/12.

### **2. ESTRUCTURAS SUBTERRÁNEAS ADYACENTES**

Al instalar nuevas líneas de distribución o reemplazar las existentes, se debe considerar la proximidad y estado de conductos, ductos, líneas cloacales y similares estructuras existentes, incluyendo estructuras abandonadas, puesto que son una vía potencial para la migración del gas que se fuga.

### **3. INFORME DE EVALUACIÓN DE SEGURIDAD**

El círculo de impacto potencial debe ser calculado de acuerdo con la Parte O de la NAG 100.

Ver Apéndice G-20 del Material de Guía.

### **4. CENTROS URBANOS PRIVADOS**

Las líneas de transmisión y distribución en centros urbanos privados (countries, clubes de campo, barrios cerrados, parques industriales, etc.), son consideradas como instaladas en la Vía Pública para los propósitos de esta Sección.



### SECCIÓN 327 – TAPADA

a) Excepto lo dispuesto en los párrafos d) y e) de esta sección, toda línea de transmisión enterrada debe ser instalada con una tapada mínima de acuerdo a la tabla 327-i:

UBICACIÓN	SUELOS	ROCA
	NORMALES	CONSOLIDADA
Trazado clase 1	0,80 m	0,45 m
Trazado clase 2, 3 y 4	1 m	0,60 m
Zanjas de drenaje de cruces de caminos públicos y ferrocarriles	1 m	0,60 m
Dentro de servidumbre de paso de una ruta, camino principal o vía ferroviaria	1 m	0,60 m

Tabla 327-i

Para poder considerar la tapada mínima indicada en "roca consolidada" el caño, incluido su revestimiento cuando lo tenga, debe estar totalmente alojado en una zanja cavada en la roca.

b) Excepto lo dispuesto en los párrafos d) y e) de esta sección, toda cañería de distribución que opere a una presión inferior o igual a 4 bar debe ser instalada con una tapada mínima igual a la que corresponda de acuerdo con las tablas 327-ii y 327-iii.

**Tapadas mínimas y anchos de zanjas en instalaciones de ductos de distribución ubicadas en vereda.**

<b>DIÁMETRO NOMINAL (mm)</b>	<b>ANCHOS DE ZANJA (m)</b>	<b>TAPADAS (m)</b>
305	0,60	0,80
254	0,60	0,80
203	0,60	0,75
152	0,40	0,60
102	0,40	0,60
76	0,20	0,60
51	0,20	0,60
38	0,20	0,60

TABLA 327 ii

NOTA: Para tapadas mayores se deben respetar los anchos mínimos establecidos con las siguientes limitaciones:

- 0,40 m de ancho hasta 1,10 m de tapada.
- 0,60 m de ancho hasta 2 m de tapada.

**Tapadas mínimas y anchos de zanja en instalaciones de ductos de distribución ubicadas en calzada.**

<b>DIÁMETRO NOMINAL (mm)</b>	<b>ANCHOS DE ZANJA (m)</b>	<b>TAPADAS (m)</b>
305	0,60	0,80
254	0,60	0,80
203	0,60	0,80
152	0,40	0,80
102	0,40	0,80
76	0,40	0,80
51	0,40	0,80
38	0,40	0,80

TABLA 327 iii

NOTA: Para tapadas mayores se deben respetar los anchos mínimos establecidos con las siguientes limitaciones:

- 0,40 m de ancho hasta 1,10 m de tapada.
- 0,60 m de ancho hasta 2 m de tapada.

c) Las líneas de distribución que operen a una presión mayor a 4 bar deben instalarse con una tapada mínima de 0,8 m en vereda y 1 m en calzada.

d) Cuando una estructura subterránea impida la instalación de una línea de transmisión o distribución con la tapada mínima, la línea puede ser instalada con menor tapada, si es provista de protección adicional que soporte previsible cargas externas y se provee adecuada protección para la prevención del daño por excavación.

e) Todo caño instalado en un río navegable, arroyo o puerto, debe tener una tapada mínima de 1,20 m en suelo o 0,60 m en roca compacta; instalado en cualquier ubicación costa afuera sumergido a menos de 3,60 m de profundidad (medido desde el nivel medio de bajamar), debe tener una tapada mínima de 0,90 m en suelo o 0,45 m en roca compacta entre el lomo del caño y el fondo del lecho. No obstante, se permite una tapada menor que la mínima cumpliendo lo indicado en el párrafo d) de esta sección.

f) Para líneas de polietileno se deben respetar las tapadas mínimas definidas en la NAG-140 Parte 6.

### **MATERIAL DE GUÍA**

a) No se recomiendan tapadas superiores a 2 m salvo cruces u otras circunstancias especiales.

b) Ver Apéndice G-13 del Material de Guía "Consideraciones para minimizar daños provocados por fuerzas externas".

## **APÉNDICE G-13 DEL MATERIAL DE GUÍA**

(Ver Material de Guía de las Secciones 183, 199, 203, 317, 321, 327, 355, 361, 613 y 707)

### **CONSIDERACIONES PARA MINIMIZAR LOS DAÑOS PROVOCADOS POR FUERZAS EXTERNAS**

#### **1 - INTRODUCCIÓN**

Este Apéndice del Material de Guía está pensado como un auxiliar para la minimización de la posibilidad de daños a instalaciones subterráneas de cañerías de gas provocados por fuerzas externas.

#### **2 - DISEÑO**

##### **2.1 Selección de ubicaciones para cañerías**

- a) Debe prestarse atención a la colocación de instalaciones en una servidumbre privada para dotar de un mejor control sobre futuras actividades de construcción.
- b) Cuando se efectúen instalaciones de distribución en nuevas áreas, conjuntamente con otras instalaciones, debe prestarse atención al plan a desarrollar, de manera de asignar un trazado propio a cada instalación.
- c) Las instalaciones en la calle deben situarse, donde sea posible, a una distancia constante de la línea de edificación. Deben evitarse instalaciones en diagonal. Los servicios deben correr en forma recta desde la cañería principal a la ubicación del medidor sobre línea de edificación.
- d) Cuando sea económicamente factible, para evitar cruzar la calzada debe analizarse la posibilidad de instalar cañerías principales a cada lado de la misma.
- e) Deben evitarse las instalaciones en áreas donde es probable que se instalen líneas de desagüe o bocas de tormenta.
- f) Debe estudiarse el posible uso futuro de la tierra al seleccionar la ruta para nuevas instalaciones de cañerías.
- g) Para proteger la tubería de plástico instalada en vereda o calzada de esfuerzos y deformaciones importantes, provocadas por cargas exteriores considerables (vehículos de transporte, maquinaria vial y otras), o por no

alcanzar la tapada mínima requerida, se deben observar las siguientes disposiciones.

- 1) Cuando se instale una red de distribución, en las entradas de vehículos pesados (corralones de materiales, fábricas, estaciones de servicio y otras), debe construirse una protección mecánica diseñada para las cargas previsibles que deba soportar (por ej. loseta de hormigón armado). Como alternativa, en reemplazo de la protección mecánica se admite aumentar la tapada a 0,80 m, poniendo especial atención a la compactación del relleno.
- 2) La misma protección debe colocarse en los casos que debido a inconvenientes insalvables no sea posible conseguir las tapadas mínimas para vereda o calzada.

## **2.2 Tapada**

Los requisitos de tapada de la Sección 327 son los mínimos. Debe aplicarse tapada adicional cuando el potencial de daños provocados por fuerzas externas sea mayor al normal.

Debe analizarse lo siguiente:

- a) Terreno agrícola donde se utilicen equipos de arado profundo o roturadores superficiales.
- b) Terreno agrícola donde el nivel pueda modificarse para permitir la irrigación o el drenaje.
- c) Cruces de zanjas de drenaje (también pueden estudiarse alternativas tales como encamisado o losa protectora de acero o concreto).
- d) Otros cruces de instalación. Deben colocarse las nuevas instalaciones de gas bajo las instalaciones existentes a menos que pueda aplicarse una tapada adecuada o se use encamisado o entibado, u otra protección.
- e) Trazado donde la erosión debida al viento, al agua o actividad vehicular pueda afectar el nivel (pueden utilizarse escolleras, pavimento o cualquier medio de protección en lugar de la tapada adicional).
- f) Trazados en calles sobre las cuales exista la posibilidad de futuros trabajos.
- g) Locaciones donde el calor, el congelamiento y la sequía del suelo pueda afectar el ducto.

### **2.3 Instalación en suelos inestables o de relleno**

a) Debe prestarse especial atención al instalar tuberías sobre zonas de tierra de relleno donde éste se puede descomponer. Las acciones de mitigación incluyen el soporte adicional de la tubería adicional con medidas tales como losas o encamisados.

b) Debe prestarse especial atención al cruce sobre minas subterráneas o perforaciones frecuentes que también pueden socavar o quitar sustento a la tubería. Las medidas de mitigación incluyen mayores espesores, losas, puentes, etc.

c) Las áreas sujetas a la extracción de sal o minería deben estudiarse con especial atención y pueden requerir una o más de las soluciones anteriores.

## **3 - SEÑALIZACIÓN**

Además de la señalización requerida en la Sección 707, debe analizarse lo siguiente:

### **3.1 Generalidades**

a) Instalar señalización de línea cuando una línea de transmisión o distribución cruza o se halla en cercanías de un área donde, a juicio del operador, el potencial de futuras excavaciones o daño es probable. Entre los casos típicos se incluyen los siguientes:

1. Zonas de drenaje (tales como cursos de agua proclives a inundaciones).
2. Zanjas y canales de irrigación sujetos a excavaciones periódicas para su limpieza o profundización.
3. Zanjas de drenaje sujetas a nivelación periódica, incluyendo las del costado de los caminos.
4. Zonas agrícolas en las cuales se emplean roturadores y arado profundo.
5. Zonas activas de perforación o mineras.
6. Vías de agua o masas de agua sujetas a actividades de dragado o navegación de transporte.
7. Áreas Industriales donde es habitual la excavación o movimientos de tierra con equipamiento pesado.

b) Si varias líneas de transmisión o distribución se encuentran ubicadas en la misma servidumbre o en la misma área, cada operador debe señalar claramente sus instalaciones de forma de eliminar confusiones.

c) En caso de no poder colocar la señalización sobre el gasoducto debido a la falta de soportes, obstrucciones, etc., puede instalarse el señalizador en las cercanías del ducto incluyendo la frase “en las cercanías”, o “en la proximidad”, pero no se deben incluir distancias exactas.

### **3.2 Líneas de Transmisión**

a) Instalar señalizadores a lo largo de la servidumbre donde sea práctico y este permitido por quien ejerce el control del uso de la superficie. Las posibles ubicaciones incluyen:

1. Alambrados, cercos, etc.
2. Lugares en ángulo donde el ducto cambia de dirección.
3. Cruces con cursos de agua permanentes o temporales (incluyendo puentes).
4. Donde sea necesario observar los marcadores en ambas direcciones (aguas arriba y aguas abajo).
5. Donde sea necesario ubicar la cañería para actividades de inspección y/o mantenimiento.
6. Derivaciones.

b) Otros métodos que indiquen la presencia de la línea (tales como carteles y placas indicadores, señales u otros dispositivos instalados a cada lado de las veredas, calles, fachadas de edificios o cualquier otro lugar adecuado) donde el uso de señalizadores convencionales no sea factible.

c) Señalizadores temporarios en zonas conocidas de actividades pesadas de construcción, (particularmente a los costados de autopistas, minas a cielo abierto y excavaciones mayores) mientras el período de construcción está en proceso.

### **3.3 Líneas de Distribución**

a) Cuando los señalizadores no sean prácticos en redes de distribución, indicar la presencia de la línea donde haya problemas especiales. Ver apartado 3.2 b) para método alternativo de señalización.



b) Señalizadores temporarios en zonas de actividad de construcción mientras el período de construcción está en proceso.

### **3.4 Gasoductos Submarinos**

El uso de boyas, postes, marcadores de PVC u otras formas adecuadas de marcación para tuberías submarinas. El tipo de marcador elegido debe ser definido en base a la profundidad del agua, los tipos de embarcaciones navegando normalmente por la zona y otras características del cuerpo de agua.

## **4 - ACTIVIDADES MINERAS**

a) El operador debe considerar los efectos de las actividades mineras en las adyacencias de las líneas de transmisión y distribución. El hundimiento del suelo y la sobrecarga de tierra pueden provocar fuertes tensiones en las tuberías.

b) La minería de carbón del tipo de producción de pared larga es de especial interés para los operadores de ductos. Este procedimiento de operación consiste en la extracción completa de una veta de carbón subterránea. El techo de las minas colapsa y el colapso propaga hacia la superficie.

c) Los operadores con ductos en las zonas de actividad minera deben considerar las siguientes acciones:

1) Tomar contacto con el operador de la mina para obtener información sobre la profundidad de carbón, la altura de minas, el ancho del cordón, la ubicación y el ángulo en el que la actividad pasa por debajo del ducto, el cronograma estimado de las actividades mineras, y los perfiles de hundimientos de otras minas de la zona.

2) Revisar las propiedades del material de los tubos, válvulas y accesorios, tales como la especificación, grado, espesor de pared, TFME, tenacidad y características de la junta.

3) Realizar cálculos de hundimientos para predecir el efecto sobre el ducto. Un método de predicción de hundimientos fue desarrollado por la National Coal Board (NCB) de USA y se ha reportado en el "Subsidence Engineers Handbook."

4) Reducir la presión de operación, o remover el ducto de servicio, si se justifica por los niveles de tensión previstos.

5) Monitorear hundimientos y niveles de tensión. Una referencia para el seguimiento de hundimientos es el reporte PRCI L51574, "Non-Conventional Means for Monitoring Pipelines in Areas of Soil Subsidence or Soil Movement".

## **5 - REGISTROS**

Debe registrarse la ubicación de las instalaciones en el plano en forma precisa. Es responsabilidad del operador que la información contenida se encuentre actualizada.

## **6 - PRECAUCIONES DURANTE LAS OPERACIONES DE PERFORACIÓN DIRIGIDA**

Ver Apéndice G-19 del Material de Guía.

## **7 - DAÑO VEHICULAR**

Cuando se determina una distancia de seguridad entre un ducto aéreo y una zona de tráfico vehicular, se deben tener las siguientes consideraciones:

- a) Tipo de ruta (provincial, nacional, autopista, etc.).
- b) Tipo de camino (residencial, comercial, industrial).
- c) Tipo de actividad al costado de la ruta.
- d) Límite de velocidad.
- e) Dirección del tráfico.
- f) Terreno.
- g) Barreras naturales u otras.
- h) Condiciones del camino relacionadas al clima (hielo, nieve, remoción de nieve).

## **8 - OTROS**

Debe analizarse lo siguiente:

- a) Precauciones especiales para proteger líneas de control enterradas (Véase el Material de Guía de la Sección 199).

- b) El empleo de envoltura o revestimiento coloreados en la cañería para que el contenido de un caño sea completamente evidente. Este coloreado debe concordar con las normas pertinentes cuando sea apropiado.
- c) La necesidad de espacio adicional para evitar daños a la tubería de gas debido al calentamiento o fallos en la línea de alimentación, cuando una tubería de plástico está instalada en una zanja común con líneas eléctricas.
- d) El uso de cinta de advertencia, alambre de ubicación u otros medios adecuados de advertencia, cuando un estudio indica la probabilidad de excavación futura o clasificación en un área.
- e) Se deben tomar precauciones tales como guardias permanente, cámaras de video de vigilancia, candados o incluso evaluar la ubicación de la instalación en forma subterránea, cuando se encuentren instalaciones sobre la superficie que sean pasibles de vandalismo.
- f) En respuesta a las solicitudes de información por parte de terceros (diseñadores y planificadores) sobre la ubicación de las instalaciones enterradas se pueden incluir los siguientes:
  - 1) Proveer mapas.
  - 2) Fomentar reuniones.
  - 3) Localización de las instalaciones en el campo. Ver Material de Guía de la Sección 614.

## **APÉNDICE G-15A DEL MATERIAL DE GUÍA**

(Ver Material de Guía de las Secciones 319 y 361)

### **PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA (PHD) PARA DUCTOS DE ACERO**

Nota: El apéndice G-15B del Material de Guía es para perforación horizontal dirigida de ductos de plástico.

#### **1 - ALCANCE**

Este Material de Guía proporciona información para la planificación, diseño e instalación de ductos de transmisión y distribución de acero utilizando perforación horizontal dirigida (PHD). Es de carácter general y contiene referencias a las prácticas recomendadas o normativas aplicables. No están incluidos en esta guía cálculos de tensiones y otros datos técnicos específicos.

#### **2 - INTRODUCCIÓN**

##### **2.1 Información básica y general**

La técnica de perforación horizontal dirigida (PHD) se ha convertido en el método preferido de muchos operadores de ductos para el cruce de los ríos principales, carreteras y otros obstáculos durante la construcción. Los beneficios derivados de la PHD incluyen la no necesidad de apertura de una zanja, un menor impacto ambiental, mínima interferencia a las actividades de la superficie, y la protección de la línea luego de la instalación.

##### **2.2 Descripción de la técnica**

El método utiliza normalmente tres etapas: La primera es la ejecución de una perforación guía, denominada piloto, con un vástago de diámetro pequeño que se ajusta a una geometría de cruce. La segunda etapa es la ampliación del diámetro de la perforación piloto, mediante el empleo de escariadores, hasta alcanzar el diámetro final de perforación. Usualmente se utilizan fluidos de perforación para transportar despojos, enfriar la cabeza de perforación y ayudar a mantener el agujero durante la perforación. La tercera etapa es la instalación del ducto (previamente construido y probado) en el interior de la perforación realizada.

### **3 - PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO**

#### **3.1 Servidumbre**

Para asegurarse que el espacio de trabajo y el acceso sean adecuados, se debe considerar lo siguiente.

- a) las áreas de trabajo necesarias para la plataforma (lado de perforación) y las cañerías (fabricación de tuberías y ensayos).
- b) Ingreso y egreso al sitio.
- c) Análisis de los títulos de propiedad para determinar los usos previos de la tierra.

#### **3.2 Los criterios de diseño**

Las consideraciones esenciales de planificación son las siguientes.

- a) Desarrollar un perfil preciso de sección transversal del sitio propuesto para determinar la elevación más baja de la tubería a instalar. El perfil debe extenderse por lo menos 100 m más allá del sitio previsto de ingreso y egreso del subsuelo.
- b) Determinar el tipo de subsuelo que se encontrara en la instalación. Si no hay suficiente información sobre el suelo disponible, se recomienda realizar perforaciones o estudios sísmicos. Si se encuentran piedras o rocas en los sondeos es posible que se requieran sondeos adicionales. Se deben ejecutar un mínimo de dos excavaciones a cada lado del cruce.
- c) Realizar un estudio hidrográfico para determinar el perfil inferior de los cruces de cursos de agua.
- d) Estudio de obstáculos e interferencias.

#### **3.3 Consideraciones ambientales**

Los aspectos a considerar en relación con el medio ambiente son los siguientes.

- a) Permisos de trabajo de las autoridades jurisdiccionales.
- b) Contención, clasificación y disposición de lodos de perforación y fluidos.
- c) Humedales y el escurrimiento de aguas pluviales.

### **3.4 Consideraciones de alineación**

Un paso importante en la planificación de la operación de PHD es utilizar la información de los pasos anteriores, incluyendo el perfil transversal y la información geotécnica, para determinar la posición óptima de alineamiento y colocación. Una colocación óptima proporciona la cobertura mínima requerida en un suelo medio ideal. Es importante que la colocación sea en línea recta (horizontal) y con una curvatura suave (vertical).

### **3.5 Limitaciones y obstáculos**

Las obstrucciones que deben ser consideradas incluyen las siguientes:

- a) Influencias magnéticas dentro de 25 m de la trayectoria de perforación propuesta.
- b) Instalaciones enterradas o abandonadas.
- c) Instalaciones de otros servicios públicos.
- d) Las tuberías subterráneas o sobre tierra.
- e) Obstáculos elevados en el sitio de perforación o de las zonas de salida.
- f) Las características geotécnicas del suelo.

## **4 - INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS**

### **4.1 Planificación de la investigación de suelos**

Consideraciones en la planificación de una investigación y análisis del suelo:

- a) El examen preliminar de los registros geológicos y mapas topográficos existentes.
- b) El número y la ubicación de las perforaciones de prueba.
- c) La profundidad de las perforaciones de prueba.

### **4.2 Informe Geotécnico**

Un informe geotécnico debe incluir como mínimo los siguientes resultados:

- a) Clasificación de suelos- Referencia ASTM D2487.
- b) Ensayo de penetración estándar (SPT) - Referencia norma ASTM D1586.

c) Muestra mediante la técnica de Tubo de pared fina. Referencia norma ASTM D 1587.

d) Análisis de la granulometría.

e) Información de las rocas encontradas.

## **5 - CRITERIOS DE DISEÑO DE CAÑERÍA**

### **5.1 Diseño de cargas y espesor de la pared del tubo**

Las presiones de diseño, de acuerdo con los códigos y regulaciones aplicables, son las utilizadas para definir el espesor de pared requerido y la MTFE de la cañería.

### **5.2 Cálculos de Tensiones**

a) Los esfuerzos locales y combinados se calculan durante la construcción y en función de las condiciones de servicio, y luego se comparan con los límites de tensión admisible especificados en las normas de diseño de tuberías.

b) Las tensiones significativas se deben a las siguientes causas:

1) Separación de los soportes durante la fabricación y pruebas.

2) Curvas pronunciadas.

3) Durante la instalación.

i. Las curvaturas

ii. la presión externa.

A) La fuerza de tracción de la cañería que debe incluir el peso de la tubería y el peso del agua (cuando es utilizado para mantener el tubo de flotación), la fuerza de fricción de tracción sobre el sistema de soporte y la fuerza de fricción generada entre el tubo y el fluido de perforación.

B) La fuerza de instalación, es decir, la fuerza requerida para tirar de la tubería a través del orificio. Esta es necesaria para definir la capacidad del equipo de tracción.

### **5.3 Consideraciones a la corrosión**

Se recomiendan las siguientes propiedades mínimas para el revestimiento en instalaciones de PHD.

a) Barrera de Abrasión: Recubrimiento de alta resistencia o similar al utilizado en suelos rocosos o muy abrasivos, seleccionado de acuerdo con las características abrasivas del suelo, la longitud de la PHD y diámetro de la tubería.

b) Recubrimiento de la tubería: Se recomienda un espesor mínimo de 355 a 558  $\mu$  (14-22 milésimas de pulgada) de pintura epoxi u otro con propiedades equivalentes, capaz de evitar ser atravesadas completamente por partes del suelo durante la instalación.

c) Recubrimiento de las uniones de la tubería: Un espesor mínimo de película seca de 508 a 558  $\mu$  (20-22 milésimas de pulgada) de pintura epoxi u otro con propiedades equivalentes, apto para soportar la abrasión y arranque durante la instalación.

d) Para cada caso se deben utilizar los revestimientos contemplados en la NAG-108.

### **5.4 Las pruebas no destructivas**

Se debe considerar realizar pruebas no destructivas de todas las soldaduras circunferenciales.

### **5.5 Pruebas de presión en tuberías**

Se recomienda realizar dos pruebas de resistencia y hermeticidad: una prueba de pre-instalación y una prueba posterior a la instalación. La prueba de pre-instalación tiene por objetivo detectar cualquier defecto de material o de fabricación, mientras que la tubería no está instalada y es más fácil y menos costoso reparar. La prueba posterior a la instalación es para confirmar que la tubería instalada es apta para el servicio.

## **6 - MONITOREO DURANTE INSTALACIÓN**

### **6.1 Instrumentación**

a) Se puede utilizar algún sistema de vigilancia desde la superficie para rastrear la ubicación de la sonda durante la perforación del agujero piloto. El instalador debe asegurarse de que dicha vigilancia controla la precisión de la trayectoria de perforación y permite las correcciones necesarias.



b) Se debe utilizar algún tipo de medición para controlar la fuerza de tracción.

## **6.2 Inspección de la Construcción**

a) Se debe revisar que durante las operaciones de instalación, la cañería se encuentra adecuadamente soportada.

b) El revestimiento de la cañería y de las soldaduras deben ser inspeccionados mediante un detector de averías antes de entrar al agujero.

c) Se debe verificar la contención y eliminación de lodos y fluidos de perforación para garantizar el cumplimiento de los requisitos aplicables.

d) Otras consideraciones son las siguientes.

1) Manipulación de las cañerías durante las operaciones de encadenado, soldadura y tracción.

2) Los procedimientos de ensayo.

3) La correcta aplicación de los revestimientos en las soldaduras.

4) Las reparaciones del revestimiento.

5) El perfil final de construcción (Conforme a Obra) para compararlo con el de proyecto.

6) Seguridad del lugar de construcción.

## **7 - CONSIDERACIONES DE PREVENCIÓN DE DAÑOS**

Ver Material de Guía en Apéndice G-19

## **8 - REFERENCIAS**

a) ASTM D1586, "Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils."

b) ASTM D2487, "Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)."

c) "Guidelines for a Successful Directional Crossing Bid Package." Published by Directional Crossing Contractors Association, 1995.

d) "Horizontal Directional Drilling Good Practices Guidelines" – 2008 (3rd Edition) – North American Society for Trenchless Technology (NASTT).

## **APÉNDICE G-15B DEL MATERIAL DE GUÍA**

(Ver Material de Guía de las Secciones 319 y 321)

### **PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA (PHD) PARA DUCTOS DE PLÁSTICO**

Nota: El apéndice G-15A del Material de Guía es para perforación horizontal dirigida de ductos de Acero.

#### **1 - ALCANCE**

Este Material de Guía proporciona información para la planificación, diseño e instalación de ductos de plástico utilizando perforación horizontal dirigida (PHD). Es de carácter general y contiene referencias a las prácticas recomendadas o normativas aplicables. No están incluidos en esta guía cálculos de tensiones y otros datos técnicos específicos.

#### **2 - INTRODUCCIÓN**

La técnica de perforación horizontal dirigida (PHD) se ha convertido en el método preferido de muchos operadores de ductos para el cruce de los ríos principales, carreteras y otros obstáculos durante la construcción. Los beneficios derivados de la PHD incluyen la no necesidad de apertura de una zanja, un menor impacto ambiental, mínima interferencia a las actividades de la superficie, y la protección de la tubería luego de la instalación.

#### **3 - PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Los proyectos de PHD por lo general comienzan con un estudio de factibilidad que debe incluir una investigación de la superficie y del subsuelo del sitio del proyecto propuesto. El diseñador, ingeniero geotécnico, u otra persona con experiencia es el responsable de la planificación y selección de la ruta de perforación propuesta, la elección del material adecuado y de proporcionar esa información al operador o contratista.

Las siguientes actividades pueden estar incluidas en el proceso:

- a) Descripción del proyecto.
- b) Investigación del sitio de perforación.
- c) Inspecciones de la superficie.
- d) Estudio del subsuelo.
- e) Adquisición del derecho de paso.

- f) Diseño de la ruta de perforación con especial atención al radio mínimo de curvatura para evitar sobrecargas de tubos de plástico.
- g) Selección del espesor de pared.
- h) Especificaciones del Plan.

#### **4 - INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PLÁSTICO MEDIANTE PHD**

Se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

- a) Se debe fusionar la longitud necesaria de tubo de plástico para la totalidad del proceso de tracción y se debe considerar la realización de una prueba de hermeticidad previa a su instalación.
- b) Antes de iniciar la instalación de la tubería en la perforación, se deben cubrir sus extremos de forma que no ingresen contaminantes durante el proceso de tracción.
- c) Se debe asegurar que el cabezal esté unido al extremo delantero de la herramienta de perforación para ampliar el diámetro del tunel piloto durante el proceso de retirada.
- d) Se debe asegurar que se mantiene suficiente espacio libre entre la trayectoria de perforación y las instalaciones o estructuras subterráneas durante todas las fases del proceso de perforación y fresado, así como durante el proceso de retirada.
- e) Si se utiliza tubería de polietileno se debe cumplir con lo establecido en la NAG-140.

#### **5- INSTALACIÓN DEL DISPOSITIVO DE ROTURA O ACOPLAMIENTO DÉBIL**

- a) Si la carga de tracción tiene el potencial para superar la carga de tracción permisible, se debe utilizar un dispositivo de rotura o dispositivo de acoplamiento débil en el extremo delantero del tubo de plástico para proteger la tubería de cargas excesivas. La resistencia a rotura del dispositivo de acoplamiento débil, debe ser regulada de manera de asegurar que la carga de tracción permisible de la tubería no puede ser superada.
- b) La carga de tracción permisible utilizada para la determinación del dispositivo de acoplamiento débil de la tubería de plástico puede determinarse a partir de la norma ASTM F1804.

c) El dispositivo de acoplamiento débil debe colocarse entre el cabezal escariador y el extremo del tubo. Un extremo está unido al principio de la tubería que se está traccionando y el otro extremo está unido mecánicamente a la pieza giratoria.

## **6 - MANIPULACIÓN E INSPECCIÓN DE LAS TUBERÍAS DE PLÁSTICO ASOCIADO CON EL PROCESO PHD**

### **6.1 Prevención de daños**

a) Para evitar daños en el tubo durante el proceso de tracción, se recomienda utilizar rodillos u otros dispositivos que faciliten el desplazamiento y protejan el tubo de superficies punzantes

b) Durante la tracción asegurar que se mantenga una distancia prudente entre la ruta de instalación de la cañería y las otras instalaciones subterráneas.

c) Ver Apéndice G-19 del Material de Guía.

### **6.2 Inspección de los daños**

a) Después que la tracción se haya completado, se deben tirar aproximadamente 3 m adicionales de tubo a través de la perforación de entrada para examinar la tubería de posibles rasguños o arañazos.

b) Si se observa algún daño mayor que 10% del espesor de pared de la tubería, se debe continuar el proceso de tracción hasta que no haya evidencia de tubo dañado en un largo de 3 m.

c) Si hay pruebas de continuidad de la tubería dañada, se debe considerar la posibilidad de volver a perforar con un cabezal de mayor diámetro o modificar la trayectoria del cruce.

### **6.3 La limpieza interna de la tubería**

La inspección de obra puede requerir que el tubo se limpie interiormente por medios adecuados si detecta o existe evidencia de ingreso de contaminantes.

### **6.4 Las tensiones de recuperación y relajación**

a) Durante el proceso de tracción, la tubería se somete a fuerzas axiales que resultan en un estiramiento axial debido las fuerzas de fricción de la tubería con el suelo.

b) Se debe tirar un 3% adicional de la longitud total de la tubería para permitir la relajación de las tensiones.

c) Antes de cualquier conexión de la tubería o de ejecutar pruebas de presión, se debe permitir que la tubería se recupere de los esfuerzos de tracción y/o tensiones térmicas durante un período de tiempo igual o mayor que el doble del tiempo de tracción o 24 h, lo que sea menor.

### **6.5 Documentación mínima a archivar**

Se deben confeccionar planos conforme a obra conteniendo la profundidad de perforación a intervalos de 15 m, además de inicio y fin de pavimento o margen de cruce de agua, la línea central de rutas y caminos o la ubicación de los cruces de agua.

## **7 – TUBOS DE PLÁSTICO UTILIZADOS PARA PHD**

### **7.1 Relación de Dimensión Estándar Ratio / Dimensión (SDR/DR).**

Para la selección de SDR/DR, se debe tener en cuenta los siguientes factores.

a) Capacidad de flujo.

b) Presión interna.

c) Cargas externas.

1) Suelos.

2) Las aguas subterráneas.

3) Cargas adicionales durante la vida útil de la tubería.

d) Cargas de tracción.

### **7.2 Materiales de tuberías de plástico.**

a) Considere el uso de un SDR menor si la tubería puede estar sujeta a arañazos, y para una mayor resistencia a la tracción.

b) Cuando la tubería de plástico puede ser dañada por rocas u otros desechos durante el procedimiento de perforación dirigida, considere el uso de otros compuestos de plástico más resistentes a los rasguños y daños. Estos daños pueden conducir a fallas prematuras.

## **8 - REFERENCIAS**

- a) AGA XR0104, "Plastic Pipe Manual for Gas Service."
- b) ASTM F1804, "Standard Practice for Determining Allowable Tensile Load for Polyethylene (PE) Gas Pipe During Pull-in Installation."
- c) ASTM F1962, "Standard Guide for Use of Maxi-Horizontal Directional Drilling for Placement of Polyethylene Pipe or Conduit Under Obstacles, Including River Crossings."
- d) PPI Handbook of Polyethylene Pipe, Capitulo 12, "Horizontal Directional Drilling."
- e) "Guidelines for a Successful Directional Crossing Bid Package," Directional Crossing Contractors Association, 1995.
- f) "Horizontal Directional Drilling Good Practices Guidelines" – 2008 (3rd Edition), NASTT Publications.

## **APÉNDICE G-16 DEL MATERIAL DE GUÍA**

(Ver Material de Guía de las Secciones 317 y 614)

### **GUÍA PARA PREVENCIÓN DE DAÑOS EN INFRAESTRUCTURAS POR OPERACIONES DE VOLADURA**

#### **1 - ALCANCE**

Esta guía provee criterios para planificar y adoptar precauciones cuando se hacen operaciones de voladura en la proximidad de una cañería de gas y sus instalaciones.

Esta guía es general y contiene algunos procedimientos recomendados. No está incluida información técnica específica sobre el efecto de cargas de voladura varias sobre las instalaciones de gas involucradas.

Una referencia útil es la publicación del A.G.A. "Efecto sobre la cañería de detonaciones de explosivos enterrados".

#### **2 - PROCEDIMIENTOS PREVIOS A LAS OPERACIONES DE VOLADURA**

##### **2.1 Planeamiento previo**

a) El operador debe identificar y conocer al personal de las autoridades oficiales dentro de su área que emiten los permisos de voladura y tienen jurisdicción sobre los voladores (responsables de la voladura) y sobre las operaciones de voladura.

b) Antes de que el proyecto esté listo, el operador debe:

- 1) solicitar a los originadores del proyecto, planificadores y diseñadores, incluir las instalaciones de gas sobre el plano de proyecto;
- 2) informarlos de los peligros potenciales y riesgos en que podrían incurrir a través de las operaciones de voladura;
- 3) procurar resolver los conflictos entre el diseño propuesto y las instalaciones existentes; y
- 4) proponer al proyectista responsable incluir en las especificaciones de proyecto, previsiones sobre el cumplimiento con las leyes, códigos, reglas y regulaciones de la autoridad que tenga jurisdicción.

c) Deben hacerse previsiones durante las operaciones de voladura para asegurar la protección temporaria y sustentar las instalaciones bajo tierra, tanto como sea necesario.

d) Deben establecerse líneas de comunicación entre el operador y los representantes apropiados del proyecto.

e) El operador debe revisar su plan de emergencia (ver Sección 615) para asegurarse de que éste controla adecuadamente cualquier emergencia que pudiera esperarse razonablemente que surja del proyecto.

## **2.2 Encuentros previos a la voladura**

a) El operador debe alentar reuniones previas a la voladura si tiene razón para creer que las voladuras sean realizadas.

b) El operador debe concurrir a todas las reuniones previas a la voladura donde éstas pueden afectar sus instalaciones.

c) El operador debe confeccionar u obtener un registro adecuado de los ítems discutidos que afecten directamente la operación y la seguridad de sus instalaciones.

d) En lo concerniente a las reuniones del operador previas a la voladura, se debe incluir lo siguiente:

1) Una revisión exhaustiva de los planos y especificaciones.

2) Cronograma y plazos de voladuras y construcción.

3) Respecto de las comunicaciones ver apartado 2.1 d).

4) Prepararse para tantas reuniones adicionales sobre el tema como sea necesario.

5) El método y la manera por la cual el operador señala la ubicación de sus instalaciones.

6) Control de las operaciones de voladura, incluyendo lo siguiente:

i) Responsabilidades.

ii) Inspecciones.

iii) Criterios de aprobación.

iv) Áreas de voladura.

v) Clase de voladura.

vi) Tamaño y tipo de carga.



- vii) Profundidad de la carga y distancia a la instalación de la cañería.
  - viii) Tomar cuenta del tiempo de atraso y la duración de las secuencias.
  - ix) Medio de detonación de la carga.
  - x) Configuración geométrica de la perforación del explosivo y secuencia de la detonación.
  - xi) Materiales de protección a ser usados (tales como mantas y escudos).
  - xii) Condiciones del terreno.
  - xiii) Entorno geológico.
  - xiv) Necesidad de pruebas preliminares (tales como sismográficas).
  - xv) Profundidad de la cañería.
  - xvi) Diámetro del caño, espesor de pared, especificaciones y condiciones conocidas.
  - xvii) Si la cañería permanece en servicio durante la voladura, los niveles de tensión y presión de operación.
  - xviii) Si la cañería permanece en servicio durante la voladura.
- 7) Procedimientos de reacondicionamiento.
- 8) Precauciones para minimizar los peligros potenciales durante la voladura y las operaciones de reacondicionamiento.

### **2.3 Tareas preliminares del operador**

Antes de las operaciones de voladura, el operador debe hacer lo siguiente:

- a) Realizar una investigación de pérdidas de la cañería dentro del área (ver Material de Guía - Apéndice G-11 o G-11 A, según corresponda).
- b) Ubicar las instalaciones de gas.
- c) Realizar una revisión de campo de los trabajos de proyecto e instalaciones de gas existentes, con el personal a cargo de la operación de voladura, para determinar qué precauciones deben ser tomadas para

proteger las instalaciones. La revisión de campo debe incluir información importante de las instalaciones, tales como:

1. Tipo, material, condición y diámetro de las cañerías.
2. Presión del sistema.
3. Profundidad aproximada de las instalaciones.
4. Distancia de las instalaciones a las estructuras sobre el terreno.
5. Identificación de instalaciones críticas.
6. Conocimiento de las condiciones anormales de operación a las que estuvo sometida la cañería.

d) Considerar fotografiar o filmar las instalaciones como forma de documentación de su estado.

e) Tomar precauciones especiales en el caso que pudieran existir caídas de desechos u otras cargas dinámicas, especialmente si pueden verse afectadas cañerías de fundición de hierro. Para ello se pueden utilizar mantas, cercas de madera, etc.

### **3 - PROCEDIMIENTOS DURANTE LAS OPERACIONES DE VOLADURA**

#### **3.1 Prevenciones para emergencias.**

El personal del operador en el sitio debe tener:

- a) La capacidad de poner en práctica el plan de emergencia.
- b) Conocimiento de las instalaciones dentro del área y su ubicación.
- c) Medios de comunicación en el lugar de trabajo para contactarse con otro personal del operador.
- d) Verificado que las válvulas aplicables están operativas.

#### **3.2 Relación con el responsable de la voladura.**

El operador debe designar un representante, quien debe mantener estrecho contacto con el responsable de la voladura durante las operaciones, por los propósitos siguientes:

- a) Asegurar la seguridad del personal involucrado perteneciente al operador, durante las operaciones de voladura.

- b) Informar al responsable de la voladura de cualquier problema que pueda desarrollarse afectando las instalaciones de gas.
- c) Coordinar cualquier movimiento del personal del operador dentro y fuera de la zona de voladura.
- d) Verificar cuándo las operaciones de voladura han sido completadas.

### **3.3 Investigación de pérdidas durante las operaciones de voladura.**

- a) Personal del operador debe realizar una investigación de pérdidas al final de cada secuencia de voladura, a lo largo de una distancia considerada adecuada, para asegurarse de la integridad de las instalaciones.
- b) Sí se produjo un daño por la voladura, el personal del operador debe tomar las acciones que correspondan, incluyendo la notificación al responsable de la voladura, e implementar su plan de emergencia si fuera necesario.
- c) Las investigaciones de pérdidas no deben realizarse hasta que el responsable de la voladura determine que no hay ningún peligro para el personal en la zona de la voladura debido a ésta.

## **4 - PROCEDIMIENTOS PARA DESPUÉS DE LAS OPERACIONES DE VOLADURA**

### **4.1 Inspecciones e investigaciones por parte del operador.**

Después de que las operaciones de voladura han sido completadas, el operador debe hacer lo siguiente:

- a) Inmediatamente después de completarse las operaciones de voladura y de reacondicionarse toda el área a sus condiciones normales, debe realizar una investigación adecuada en busca de pérdidas.
- b) Inspeccionar y controlar todas las instalaciones y sus pertenencias para confirmar condiciones seguras de operación.
- c) Archivar todos los registros de inspecciones e investigaciones.

### **4.2 Reacondicionamiento.**

- a) El relleno debe ser reacondicionado para proveer adecuada capacidad portante y cobertura.

- b) El operador debe continuar su vigilancia por un período razonable de tiempo, tratando de descubrir asentamientos en rellenos de excavaciones y daños causados por otras actividades de construcción relacionadas.

## APÉNDICE G-17 DEL MATERIAL DE GUÍA

(Ver Material de Guía en la Sección 13)

### REQUISITOS EXPLÍCITOS PARA INSPECCIONES, PRUEBAS, PROCEDIMIENTOS ESCRITOS, REGISTROS Y MEDIDAS SIMILARES

La tabla 13i es una lista que establece explícitamente los requisitos para inspecciones, pruebas, procedimientos escritos, registros y medidas similares por parte del operador y las acciones a desarrollar.

Esta tabla está pensada como una ayuda y no exime de responsabilidad al operador en lo concerniente a los requisitos completos de la Norma, si fuera requerido, demandado, prudente, o práctico.

**TABLA 13 i**

SECCIÓN	MATERIA	ACCIONES A DESARROLLAR
13	Generalidades	Planes, programas, procedimientos, inspección, pruebas
14 a) c)	Conversión para servicio de gas	Procedimientos escritos, inspección, prueba, registro
55 c)	Caños de acero	Examen visual
153	Componentes fabricados por soldadura	Ensayo
177	Disposiciones adicionales para recipientes tipo botella	Ensayo
223	Soldadura, generalidades	Procedimientos escritos
225	Calificación de procedimientos de soldadura	Procedimientos, prueba
227	Calificación de soldadores	Prueba
229 c)	Limitaciones para los soldadores	Prueba
241	Inspección y prueba de soldaduras	Inspección, prueba
243	Ensayos no destructivos	Procedimientos escritos, ensayos, registros
245 b)	Reparación o remoción de defectos	Inspección
273	Uniones de materiales que no emplean soldadura	Procedimientos escritos, inspección
283	Tuberías plásticas: calificación de procedimientos de unión	Procedimientos escritos, prueba
285	Tuberías plásticas: calificación de personal que realiza uniones	Examen
303	Cumplimiento con las especificaciones o normas	Especificación escrita, Programa de aseguramiento de la calidad
305	Inspección; generalidades	Inspección
307	Inspección de materiales	Inspección visual
359 b)	Instalación de medidores para clientes	Prueba
453	Control de la corrosión; generalidades	Procedimientos
455 b)	Control de la corrosión externa	Ensayo (opcional)
457	Control de la corrosión externa	Prueba
459	Control de la corrosión externa	Examen
465	Control de la corrosión externa; monitoreo	Ensayo (control), inspección. reevaluación

SECCIÓN	MATERIA	ACCIONES A DESARROLLAR
467	Control de la corrosión externa; aislación eléctrica	Inspección y prueba
473	Corrientes de interferencia	Programa
475	Control de la corrosión interna; generalidades	Investigación, inspección
477	Control de la corrosión interna; monitoreo	Inspección (control)
479	Control de la corrosión atmosférica	Ensayo (opcional)
481	Control de la corrosión atmosférica, monitoreo	Reevaluar
491	Registros de control de corrosión	Registros (planos)
503	Requisitos de prueba; generalidades	Prueba
505	Prueba de resistencia; líneas al 30% o más de la TFME	Prueba
507	Requisitos de prueba; líneas de menos del 30% de la TFME	Procedimiento de prueba. Prueba de detección de fugas
509	Requisitos de prueba; líneas a 4 bar o menos	Prueba de detección de fugas
511	Requisitos de prueba; líneas de servicio	Prueba de detección de fugas, Prueba
513	Requisitos de prueba; tuberías plásticas	Prueba
517	Requisitos de prueba; registros	Registros
553	Incremento del rango de presión; requisitos generales	Registros, plan escrito, inspección para detección de fugas
555	Incremento del rango de presión; tensión circunferencial 30% o más de la TFME	Revisión. prueba (opcional)
603	Previsiones generales (operaciones)	Plan escrito, registros
605	Lo esencial en planes de operación y mantenimiento	Programa de inspecciones
609	Cambio en la clase de trazado; estudio requerido	Estudio
611	Cambio en la clase de trazado; confirmación o revisión	Prueba (opcional)
613	Vigilancia continua	Procedimientos
614	Prevención de daños	Programa escrito
615	Planes de emergencia	Procedimientos escritos, programa
617	Investigación de fallas	Procedimientos
625	Odorización	Muestreo

SECCIÓN	MATERIA	ACCIONES A DESARROLLAR
705	Líneas de transmisión; recorrido	Programa
706	Líneas de transmisión; inspección de fugas	Inspección para detección de fugas
709	Líneas de transmisión, archivo de información	Registros
719	Líneas de transmisión; prueba de reparaciones	Prueba
723	Sistema de distribución; inspección para detección de fugas	Inspección para detección de fugas
725	Rehabilitación de líneas de servicio	Prueba
729	Procedimientos para unidades compresoras de gas	Procedimientos
731	Estaciones compresoras; inspección y prueba, dispositivo de alivio	Inspección, prueba
733	Aislación del equipo de estaciones compresoras para mantenimiento	Procedimientos
737	Recipientes tipo caño y tipo botella	Plan, inspección, muestras, prueba
739	Estaciones limitadoras y reguladores de presión; inspección y prueba	Inspección, prueba
741	Telemetría o registradores de presión	Inspección
743	Ensayo de dispositivos de alivio	Prueba o cálculo
745	Mantenimiento de válvulas; transmisión	Inspección
747	Mantenimiento de válvulas; distribución	Control, mantenimiento
749	Mantenimiento de cámaras	Inspección

## **APÉNDICE G-19 DEL MATERIAL DE GUÍA**

(Ver Material de Guía de las Secciones 319, 321, 361, 614 y los Apéndices G-13 y G-15A y G-15B del Material de Guía)

### **CONSIDERACIONES RELATIVAS PARA LA PREVENCIÓN DE DAÑOS EN LA PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA U OTRAS TECNOLOGÍAS DE INSTALACIÓN SIN APERTURA DE ZANJA**

#### **1 - ALCANCE**

La Perforación Horizontal Dirigida (PHD) u otras tecnologías similares pueden causar daños a instalaciones subterráneas existentes. Las consideraciones aquí presentadas se aplican a la tecnología de perforación horizontal dirigida u otras tecnologías de instalación sin apertura de zanja realizadas por un operador o tercero en las cercanías de instalaciones del Sistema de Transporte o Distribución de Gas Natural. Éstas proporcionan:

- a) Criterios de planificación y precauciones necesarias.
- b) Procedimientos recomendados.

#### **2 - PREVENCIÓN DE DAÑOS EN LA INSTALACIÓN DE PLANTAS**

Al instalar cañerías de gas por perforación horizontal dirigida u otra tecnología de instalación sin apertura de zanja deben tomarse precauciones entre las cuales figuran:

- a) Utilizar sistemas de notificación para localizar y marcar las instalaciones en el área y solicitar que los propietarios de instalaciones en el área identifiquen la ubicación de sus instalaciones subterráneas.
- b) Asegurarse de que todos los operadores contactados que tienen instalaciones en el área hayan marcado sus instalaciones previo al inicio de los trabajos.
- c) Exponer, previo al inicio del trabajo y mediante excavación manual, las instalaciones subterráneas para las cuales no se pudo determinar su profundidad fehacientemente.
- d) Examinar detalladamente los sistemas de alcantarillado y cloacas en el área, que son especialmente susceptibles al daño durante los trabajos debido a que:

- 1) Las líneas son a menudo no metálicas, y difíciles de localizar.



- 2) Las partes laterales del sistema de alcantarillado suelen estar ocultas o ser inexistentes.
- 3) El daño provocado por una máquina de perforación dirigida puede no ser aparente en un sistema de alcantarillado, especialmente uno con flujo por gravedad.
- e) Notificar a residencias y comercios aledaños a la zona respecto del trabajo inminente.
- f) Comprobar las regulaciones locales respecto de las distancias de separación mínima entre sistema de ductos y otras instalaciones.
- g) Realizar acuerdos con las autoridades locales de control de tráfico según sea necesario.
- h) Asegurar la adecuada distancia entre el equipo de construcción y las instalaciones aéreas de electricidad, telefonía y cableado.
- i) Tomar las precauciones recomendadas por los fabricantes de equipos de tecnología sin apertura de zanja antes de la construcción.
- j) Cumplir con todos los requisitos nacionales, provinciales y municipales para la prevención de daños en la vía pública.

### **3 - PROTECCIÓN DE INSTALACIONES DE GAS EXISTENTES**

Cuando un operador o un tercero planea excavar en la cercanía de una instalación de gas existente mediante perforación dirigida u otra tecnología similar, el operador debe considerar lo siguiente:

- a) Si la perforación se realiza cerca de una instalación existente o de una zona de seguridad (según lo establecido por el operador o algún organismo regulador), excavar manualmente su ubicación para garantizar la distancia adecuada entre las instalaciones existentes y futuras.
- b) Si la perforación se ejecuta en paralelo a una instalación existente, exponer esa instalación a intervalos regulares o utilizar tecnología de localización para garantizar una distancia adecuada entre la perforación y las instalaciones existentes. Esta recomendación incluye la perforación del agujero piloto y su escariado. El cálculo de la distancia de separación debe realizarse contabilizando el diámetro mayor del escariado en la perforación.
- c) Las perforaciones de exposición a intervalos regulares utilizadas para garantizar las distancias adecuadas a instalaciones existentes deben

realizarse durante todo el proceso de perforación. Los factores para definir intervalos son los siguientes:

- 1) Cercanía de la ruta de perforación a instalaciones de gas existentes.
  - 2) Tipo de instalaciones existentes y futuras.
  - 3) Tipo de suelo.
  - 4) Tamaño y control de la perforación.
- d) Localizar las instalaciones existentes y la cañería recién instalada para asegurar que la última esté en la ubicación deseada.
- e) Si se exponen instalaciones metálicas, consultar el Material de Guía de la Sección 459.
- f) Realizar una inspección de fugas en todas las instalaciones que pudieron verse afectadas por la nueva instalación.

## **APÉNDICE G-20 DEL MATERIAL DE GUÍA**

(Ver material de guía de la Sección 325)

### **INFORME DE EVALUACIÓN DE SEGURIDAD**

El Informe de Evaluación de Seguridad es un informe preparado por el operador de una Línea de Transmisión y es un elemento clave para identificar, prevenir, controlar y mitigar los riesgos de accidentes que podrían tener consecuencias sobre terceros ubicados en las cercanías de la línea. Las evaluaciones de seguridad deben demostrar que el ducto se diseña, construye, opera y mantiene de forma de minimizar el riesgo al público en general.

El Informe de Evaluación de Seguridad debe ser aprobado y suscripto por los responsables Técnicos y de Seguridad autorizados por el operador del ducto.

La figura G-20-A presenta un esquema base de evaluación de riesgos:

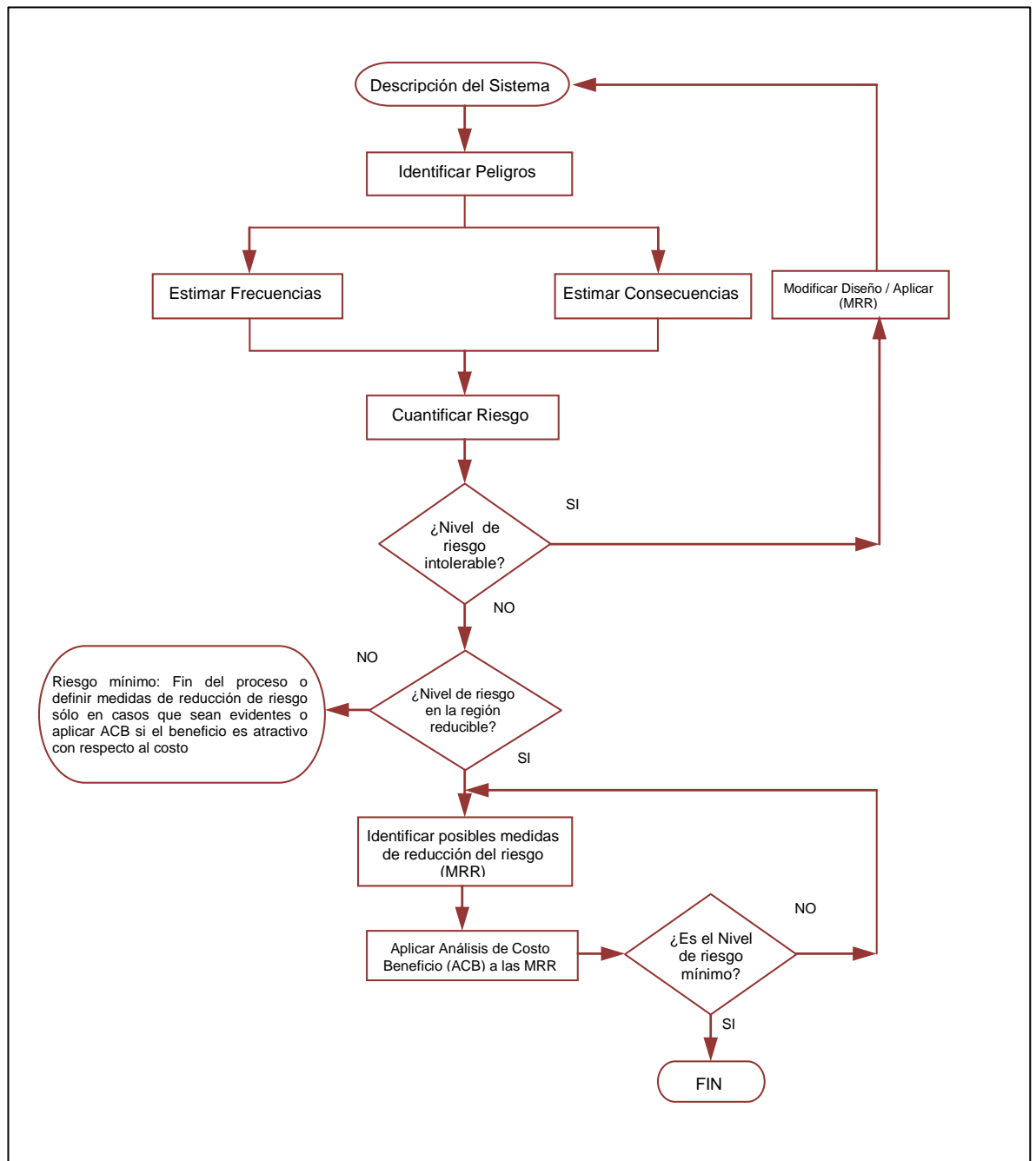


Figura G-20-A

El informe debe contener suficiente detalle de forma que permita:

- Sustentar la toma de decisiones que permitan disminuir el nivel de riesgo de las instalaciones a través de medidas de mitigación y control.
- Identificar todas las causas primarias y secundarias que pueden causar una falla de la línea.
- Cuantificar y evaluar los riesgos derivados de estas causas.
- Comparar los niveles de riesgos del ducto con los criterios de tolerancia de riesgo individual y social definidos por la empresa operadora, los cuales como mínimo deben cumplir con el criterio ALARP.
- Evaluar las distancias de seguridad a lo largo de la traza.
- Preparar planes de emergencia y contingencias.

Para cumplir con los puntos anteriores se deben ejecutar las siguientes acciones y cálculos:

#### **a) Definir el alcance y recopilar los datos**

Se debe definir el alcance del informe y recopilar los datos del ducto y su locación, de las actividades de mantenimiento e inspección, población en los alrededores, etc.

El alcance de la evaluación debe ser definido y formulado para proporcionar la base del informe de seguridad. El alcance debe incluir, como mínimo:

- Razones para llevar a cabo la evaluación y objetivos específicos del caso.
- Características del ducto a ser evaluado.
- Características del entorno; por ejemplo, actividades y poblaciones cerca del ducto.
- Identificación de las medidas que pueden ser prácticas y eficaces para eliminar o mitigar los efectos adversos sobre seguridad pública.
- Descripción de las hipótesis y limitaciones que rigen la evaluación.

#### **b) Identificar las causas de falla o peligros**

En el sitio donde el CIP contenga viviendas se deben identificar las causas de falla o peligros.

La falla de la línea puede tener varias causas:

- Interferencia externa.

- Corrosión (interna y externa, incluido SCC, corrosión inducida por corriente alterna o continua, etc.).
- Defectos en la construcción de la línea o en los materiales utilizados.
- Movimientos del suelo.
- Otras causas como fatiga, errores operacionales, etc.

### **c) Evaluación inicial de los peligros identificados**

Basándose en la probabilidad de su aparición y estimación de las posibles consecuencias, este paso de la evaluación debe resultar en uno de los siguientes cursos de acción para cada uno de los riesgos identificados:

- Eliminación o reducción de la evaluación porque la probabilidad de ocurrencias o consecuencias del riesgo es insignificante.
- Medidas recomendadas para eliminar o reducir el riesgo a un nivel tolerable.
- Apreciación del riesgo.

Los modos de falla que deben ser considerados en el análisis incluyen la ruptura de la línea, así como también las fugas que se producen en la misma.

### **d) Predicción de la probabilidad de falla**

Se debe predecir la probabilidad de falla de cada una de las causas identificadas como creíbles, mediante la selección de frecuencias a partir de bases de datos pertinentes o la aplicación de otras herramientas como por ejemplo Análisis de Efectos y Modos de Falla (Failure Modes and Effects Analysis: FMEA), Análisis de Árbol de Falla (Fault Tree Analysis: FTA) o Análisis de Árbol de Eventos (Event Tree Analysis: ETA) entre otros.

La predicción de la probabilidad de falla debe producir una medida del nivel de efecto en seguridad pública de cada peligro en particular. Las estimaciones deben ser expresadas cuantitativamente. El efecto sobre la seguridad pública de todos los peligros identificados como relevantes en la fase de identificación deben ser examinados y deben determinarse los beneficios de las medidas de mitigación identificadas para reducir estos efectos.

### **e) Predicción de consecuencias**

Se deben predecir las consecuencias para las distintas posibles fallas. Ésta debe ser llevada a cabo mediante programas computarizados utilizando una

metodología de cálculo apropiada que contemple modelos matemáticos para estimar el área afectada por los peligros potenciales definidos previamente.

Los escenarios aplicables deben ser definidos y clasificados bajo los siguientes:

- Fugas.
- Incendios.
- Explosiones de nubes de vapor.

Para luego analizar:

- Tipo, tasas, duración y otros parámetros de descarga.
- Probabilidad de ignición.
- Cálculo de la radiación térmica emitida por fuego.
- Cuantificación de los efectos que genera, a la población de los alrededores y a las construcciones, la radiación térmica emitida.

A continuación se presenta la información mínima requerida para la determinación de las zonas o áreas que pueden estar potencialmente expuestas a condiciones peligrosas:

- Composición, temperatura, y presión del fluido antes del escape.
- Propiedades físicas, químicas y termodinámicas de los componentes del gas.
- Ubicación y orientación del escape.
- Flujo normal de operación.
- Tiempo de cierre de válvulas.
- Condiciones ambientales (velocidad del viento, estabilidad atmosférica, humedad relativa, temperatura del aire/suelo).
- Características del terreno, así como del área circundante.

### **Cuantificación de la magnitud de la fuga**

Los diámetros de orificios de fuga afectan fuertemente los resultados de las consecuencias finales, es por ello que se debe establecer un tamaño de fuga que representen casos o fugas menores, mayores y rupturas.

Debido a la infinidad de diámetros de defectos sobre las tuberías se hace necesario hacer una simplificación que permita llegar a un resultado conciso que presente la exactitud suficiente que permita la toma de decisiones.

La clasificación a utilizar es la siguiente:

- Fuga menor:  
Orificios de 6,25 hasta 25 mm de diámetro (1/4" - 1") asociadas a fugas a través de pequeñas pinchaduras, corrosión y otros.
- Fuga mayor:  
Orificios de 25 hasta 50 mm de diámetro (1" - 2") asociada a perforación de tuberías, defectos de fabricación y otros.
- Ruptura:  
Orificios de 50,8 mm (2") hasta el seccionamiento total del ducto.

#### **f) Estimación de daño**

Los modelos de estimación de consecuencias se basan en el principio general de que la severidad de una consecuencia es función de la distancia a la fuente de descarga.

La consecuencia es también dependiente del objeto del estudio, si el propósito es evaluar efectos sobre el ser humano, las consecuencias pueden ser expresadas como fatalidades o lesiones, mientras que si el objeto es evaluar daño a las propiedades tales como estructuras y edificios, las consecuencias pueden ser pérdidas económicas.

Para estimar riesgos, se debe usar una unidad común de medida de consecuencias para cada tipo de efectos (muerte, lesión o pérdida monetaria). La dificultad en comparar diferentes tipos de efectos, ha conducido al uso de las fatalidades (muertes) como el criterio de comparación predominante.

Un método para evaluar la consecuencia de una resultante de un accidente es el modelo de efecto directo el cual predice efectos sobre personas o estructuras basados en criterios predeterminados (por ejemplo, si un individuo es expuesto a una determinada situación entonces se supone la muerte del mismo).

#### **Efectos de radiación térmica**

Los modelos de efectos de radiación térmica son bastante simples y están sólidamente basados en trabajos experimentales sobre seres humanos, animales y estructuras. Su principal debilidad surge cuando la duración de la exposición no es considerada. Los criterios de daños para radiación sobre seres humanos consideran los efectos sobre piel descubierta.



Los criterios de daños más comúnmente utilizados se muestran en la siguiente tabla.

Intensidad de radiación (kW/m <sup>2</sup> )	Efecto observado
1,39	La piel humana puede estar expuesta por un período largo de tiempo sin producirse efectos adversos serios. Buettner [1951]
5,00	Quemaduras de segundo grado en la piel después de una exposición de 30 segundos. Stoll and Greene [1959]
9,5	Umbral de dolor alcanzable en 6 segundos; quemaduras de segundo grado después de 20 segundos.
11,0	Quemaduras de segundo grado en la piel después de una exposición de 10 segundos. Stoll and Greene [1959]
12	Fusión de plásticos. Gelderblom [1980]
13,5	Energía mínima requerida para dañar materiales de bajo punto de fusión (aluminio, soldadura, etc.) Este valor es el criterio usado para separar tanques de techo cónico.
18	Degradación del aislamiento de cables eléctricos. EPRI [1979]
21,1	No causará la ignición espontánea de la madera, a pesar del tiempo de exposición. Koohyar [1967]
22,1	Límite de exposición segura de los recipientes horizontales para almacenamiento de GLP, que no cuenten con protección térmica. Martinsen, Johnson, and Millsap [1989]
31,5	Las estructuras hechas de madera arderán espontáneamente después de una exposición de 15 a 20 minutos. U.S. Department of Housing and Urban Development (HUD)
37,5	Daño a los equipos de proceso. BS 5980 [1990]

### Efectos de explosiones

Las explosiones de gases inflamables, generan un frente de llama que se mueve a través de la nube desde la fuente de ignición, provocando una onda de choque, o frente de presión. Después que el material combustible es consumido, aunque el frente de llama cesa, la onda de presión continúa su movimiento hacia afuera. Una onda expansiva está conformada por la onda de presión y el viento, siendo la onda de presión la que causa el mayor daño. El daño está basado en una sobrepresión pico resultante del impacto de la onda expansiva sobre una estructura, siendo también función de la tasa de incremento de presión y de la duración de la onda.

A continuación se muestran los daños estimados por sobrepresión.

Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Presión (lb/pulg <sup>2</sup> man)	Daños
0,0021	0,03	Rotura ocasional de los vidrios de ventanas grandes sometidas a tensión.
0,0028	0,04	Nivel de ruido alto (143 dB), falla de vidrios por golpe sónico.
0,0070	0,1	Rotura de ventanas pequeñas, sometidas a tensión.
0,0105	0,15	Presión típica para rotura de vidrios.
0,0211	0,3	"Distancia segura"(probabilidad de 0.95 de que no habrá daños serios por debajo de este valor)
0,0281	0,4	Límite de daños estructurales menores.
0,0352	0,5	Ventanas pequeñas y grandes generalmente destrozadas, daño ocasional a marcos de ventanas.
0,0492	0,7	Daño menor a estructuras de viviendas.
0,0527	0,75	Rotura de ventanas pequeñas que no estén sometidas a tensión.
0,0703	1,0	Demolición parcial de estructuras convencionales, haciéndolas inhabitables.
0,0844	1,2	Láminas de asbestos, acero o aluminio corrugados fallan y se doblan. Panales de madera (de construcción de casas) destrozados.
0,0914	1,3	Marcos de acero de edificaciones ligeramente distorsionados.
0,1406	2,0	Colapso parcial de paredes y techos.
0,1617	2,3	Paredes de concreto, no reforzados, destrozados.
0,1617	2,3	Límite inferior de daño estructural serio.
0,1758	2,5	50% de destrucción de los ladrillos de una casa.
0,2109	3,0	Edificaciones, con marcos de acero, deformada y arrancada de sus bases.
0,2390	3,4	Rotura de tanques de almacenamiento de crudo.
0,2812	4,0	Cemento roto de edificaciones industriales ligeras.
0,3515	5,0	Postes de madera arrancados (ej. postes de electricidad)

Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Presión (lb/pulg <sup>2</sup> man)	Daños
0,4007	5,7	Destrucción total de las viviendas.
0,4921	7,0	Vagones de tren cargados, volteados.
0,49-0,56	7,0 - 8,0	Daños y fallas por flexión en paneles de ladrillo con espesor de 8" a 12"
0,7031	10,0	Probable destrucción total de edificaciones. Desplazamiento y danos serios a máquinas y herramientas pesadas.
0,8437	12,0	Valor umbral para daño pulmonar.
1,05-2,46	15,0-35,0	Rotura del tímpano en el 50% de la población.
1,7577	25,0	Daño pulmonar severo.
19,9-21,1	283 - 300	Límite de abertura de cráteres.

### g) Cálculo de riesgos

Las medidas de cuantificación de riesgo más utilizadas en la industria son las llamadas riesgo individual y riesgo social. Estas combinan la información de posibilidad y magnitud de las pérdidas o lesiones provenientes de un peligro. La medida del riesgo individual considera el riesgo de un ser humano que pueda estar en cualquier punto de la zona de efectos del accidente y la medida del riesgo social considera el riesgo a las poblaciones que están en tales zonas de efectos.

#### Estimación del riesgo individual

Se debe considerar el riesgo al que está expuesta una persona en la proximidad de un peligro, considerando la naturaleza de la lesión al individuo, la posibilidad de que la misma ocurra y el período de tiempo en que puede ocurrir.

El riesgo individual puede ser estimado para los individuos más expuestos, para grupos de individuos en lugares determinados o para un individuo promedio en una zona de efectos.

El riesgo individual para un nivel específico de daño se calcula tomando en consideración las siguientes variables:

- a. La frecuencia del evento.

- b. La probabilidad de que el efecto del evento llegue a la ubicación específica (esto incluye las variables climáticas y de dirección del viento, con el consiguiente cambio de dispersión).
- c. La probabilidad de que una persona esté en el lugar.
- d. La probabilidad de fatalidad dada la dosis de exposición específica.

La representación del riesgo individual son los dibujos y gráficos de contorno de riesgo y los perfiles de riesgos individuales.

### **Estimación del riesgo social**

El riesgo social es una relación entre la frecuencia y el número de personas de una población sometidas a un nivel específico de lesiones y daños debido a la ocurrencia de un accidente.

En caso de accidentes mayores con potencial para afectar a grupos de personas, el riesgo social constituye una medida del riesgo a tal grupo de personas y es expresado frecuentemente en términos de distribución de frecuencia de eventos de resultantes múltiples.

El cálculo del riesgo social requiere la misma información de frecuencia y consecuencias que el riesgo individual, pero adicionalmente requiere una definición de la población en riesgo alrededor del ducto o instalación. Esta definición puede incluir el tipo de población (por ejemplo: residencial, industrial, escolar), y la probabilidad de que las personas estén presentes y desprotegidas al momento de ocurrir el accidente.

El riesgo social para un nivel específico de daño se calcula tomando en consideración los siguientes factores:

- a. Frecuencia del evento.
- b. La probabilidad de que el evento llegue a una ubicación específica, considerando variables climáticas y la dirección del viento, con el consiguiente cambio de dispersión.
- c. La probabilidad de que una o varias personas estén en el lugar.
- d. La probabilidad de fatalidad dada la dosis de exposición específica.
- e. El número de personas afectadas por el evento.

El riesgo social se representa mediante el cálculo de Gráficos F-N que representan la frecuencia (por año) de los eventuales eventos en función del número de fatalidades que causaría. El resultado de esta representación es una serie de puntos discretos a partir de los cuales se construye la curva (FN).

#### **h) Evaluación del riesgo**

La evaluación del riesgo se realizara comparándolo con el criterio ALARP el cual establece:

Para riesgo individual:

- **REGIÓN INTOLERABLE:** Si el riesgo está en la región intolerable, el mismo no puede ser justificado. Se considera región de riesgo intolerable si el valor de riesgo individual es superior a  $1 \times 10^{-4}$ .
- **REGIÓN REDUCIBLE:** Si el riesgo está en la región reducible, el riesgo es tolerable solo si una reducción adicional del mismo es impracticable o si se requiere una acción desproporcionada en tiempo y esfuerzo respecto de la reducción alcanzada (criterio ALARP, As Low As Reasonably Practicable). Esta región está definida por valores de riesgo individual desde  $1 \times 10^{-4}$  hasta  $1 \times 10^{-6}$ .
- **REGIÓN ACEPTABLE:** Si el riesgo está en la región aceptable, el nivel del riesgo residual es considerado insignificante. Se considera región de riesgo aceptable si el valor de riesgo individual es inferior a  $1 \times 10^{-6}$ .

Para riesgo social:

En ninguno de los puntos a lo largo del gasoducto se podrá superar que accidentes que causen 100 o más muertes contengan frecuencias de  $1 \times 10^{-5}$  por año.

#### **i) Sitios para mitigar el riesgo**

Se debe llevar a cabo la identificación de sitios específicos para la toma de medidas para mitigar el riesgo.

Se debe desarrollar con el mayor detalle posible el establecimiento de las medidas de mitigación, prevención, monitoreo y control de cada uno de los riesgos. Todas las medidas de mitigación y prevención propuestas deben ser específicas, concretas, medibles y supervisarles, evitando todo tipo de generalidad.

Entre las medidas que pueden utilizarse se encuentran:

- Reubicar la traza del ducto.
- Aumentar la profundidad de tapada.
- Aumentar el espesor del caño.
- Disminuir el factor de diseño.
- Utilizar otras metodologías de protección, como losas de hormigón.
- Reducir la MAPO.
- Odorizar el gas.
- Instalar cupones.
- Aumentar la frecuencia de vigilancia.
- Aumentar la frecuencia de pasaje de Scraper Instrumentado.
- Combinación de las anteriores.
- Otras medidas fundamentadas en la normativa de referencia para el cálculo.

#### **j) Normativa de referencia para el cálculo**

Todos los cálculos relacionados a la cuantificación del riesgo y su mitigación deben responder a lo establecido por la siguiente normativa:

- Norma Europea EN 14161:2011 “Industrias del petróleo y del gas natural. Sistemas de transporte por tuberías. (ISO 13623:2009 modificada)”. Anexo A: Safety evaluation of pipelines.
- Norma IGE/TD/1 “Steel pipeline and associated installations for high pressure gas transmission”.
- Norma IGEM/TD/2 “Application of pipeline risk assessment to proposed developments in the vicinity of high pressure Natural Gas pipeline”.
- British Standard PD 8010” Code of practice for pipelines – Part 3: Steel pipelines on land – Guide to the application of pipeline risk assessment to proposed developments in the vicinity of major accident hazard pipelines containing flammables”.

## **k) Documentación**

La documentación en las evaluaciones de seguridad de ductos debe incluir, como mínimo:

- Tabla de contenidos.
- Resumen.
- Objetivos y alcance.
- Requerimientos de seguridad.
- Limitaciones, asunciones y justificación de hipótesis.
- Descripción del sistema.
- Metodología de análisis.
- Resultados de la identificación de peligros.
- Datos y sus fuentes.
- Efectos en seguridad pública.
- Discusión de resultados.
- Conclusiones.
- Referencias.

### **Cronograma de implementación**

Para la construcción de líneas de transmisión y distribución la Adenda 2 Año 2016 de la NAG-100 tendrá plena vigencia a partir del día inmediato siguiente al de la publicación de la Resolución que la aprueba.

Para aquellas líneas existentes cuyas características coincidan con lo indicado en el punto d) de la Sección 325 el operador debe realizar un Informe de Evaluación de Seguridad y aplicar las acciones de mitigación y control, priorizando las líneas con mayor densidad poblacional dentro del Círculo de Impacto Potencial, debiendo cumplir con el siguiente cronograma:

Año	Porcentaje acumulado
2	20 %
3	40 %
4	60 %
5	80 %
6	100 %

Nota: los porcentajes representan la longitud de cañería evaluada sobre la longitud total de cañerías alcanzadas por el punto d) de la Sección 325.

El cronograma citado precedentemente debe considerarse como una obligación mínima del operador, y su cumplimiento no lo exime de realizar las acciones que correspondan para asegurar que la totalidad de las líneas que opera cumplan los requerimientos normativos vigentes.



**Formulario para observaciones**

Véase el instructivo en la página siguiente.

**Observaciones propuestas a la Adenda N° 2 Año 2016  
de la NAG-100 AÑO 1993**

**Normas Argentinas mínimas de seguridad para el transporte y distribución  
de gas natural y otros gases por cañería**

**Empresa:** \_\_\_\_\_ **Rep. Técnico:** \_\_\_\_\_

**Dirección:** \_\_\_\_\_ **CP:** \_\_\_\_\_ **TE:** \_\_\_\_\_

**Página:** \_\_\_\_\_ **Apartado:** \_\_\_\_\_ **Párrafo:** \_\_\_\_\_

**Donde dice:**

**Se propone:**

**Fundamento de la Propuesta:**

**Firma:**

**Aclaración:**

**Hoja de**

**Cargo:**

### **Instrucciones para completar el formulario de observaciones**

1. Completar con letra de imprenta (manual o por algún sistema de impresión), con tinta indeleble.
2. En el espacio identificado "**Donde dice**", transcribir textualmente la versión en vigencia que se propone modificar, o sucintamente siempre que no quede posibilidad de duda o ambigüedad del texto a que se refiere.
3. En el espacio identificado "**Se propone**", indicar el texto exacto que se sugiere.
4. En el espacio identificado "**Fundamento de la Propuesta**", incluir qué posible problema, carencia, etc., resolvería o mejoraría la propuesta; completando la argumentación que se dé, o bien con la mención concreta de la bibliografía técnica en que se sustente, en lo posible adjuntando sus copias, o bien detallando la experiencia propia en que se basa.
5. Dirigir las observaciones al ENTE NACIONAL REGULADOR DEL GAS (ENARGAS) Suipacha 636, (C1008AAN) Ciudad Autónoma de Buenos Aires.