

NAG-140

- Año 2016 -

**Sistemas de tuberías
plásticas de polietileno
(PE) para el suministro de
combustibles gaseosos**

**Parte 2
Tubos**



ENARGAS
ENTE NACIONAL REGULADOR DEL GAS

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| <i>Prólogo</i> | 3 |
| <i>Introducción</i> | 4 |
| 1 Objeto y alcance | 4 |
| 2 Referencias | 5 |
| 3 Definiciones, símbolos y abreviaturas | 6 |
| 4 Material | 6 |
| 4.1 Compuesto de PE | 6 |
| 5 Características generales | 7 |
| 5.1 Archivos técnicos | 7 |
| 5.2 Apariencia | 7 |
| 5.3 Color | 7 |
| 6 Características geométricas | 7 |
| 6.1 Medición de las dimensiones | 7 |
| 6.2 Diámetros exteriores medios, ovalización y sus tolerancias | 7 |
| 6.3 Espesores de pared y tolerancias relacionadas | 9 |
| 6.4 Retracción circunferencial | 11 |
| 7 Características mecánicas | 11 |
| 7.1 Acondicionamiento | 11 |
| 7.2 Requisitos | 11 |
| 8 Características físicas | 14 |
| 8.1 Acondicionamiento | 14 |
| 8.2 Requisitos | 14 |
| 9 Requisitos funcionales | 15 |
| 10 Marcado | 16 |
| 10.1 General | 16 |
| 10.2 Marcado mínimo requerido | 16 |
| 11 Condiciones de almacenamiento y despacho | 17 |
| Anexo A (Informativo) Técnicas de pinzado | 18 |
| A.1 Introducción | 18 |
| A.2 Definiciones | 18 |
| A.3 Método de ensayo | 18 |
| Anexo B Revalidación de tubos de PE | 19 |

Instrucciones para completar el formulario de observaciones _____ **23**

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 en materia de seguridad, normas y procedimientos técnicos a los que deben ajustarse todos los sujetos de esta Ley.

Asimismo, el Artículo 86 expresa que las normas técnicas contenidas en el clasificador de normas técnicas de GAS DEL ESTADO SOCIEDAD DEL ESTADO (revisión 1991) y sus disposiciones complementarias, mantendrán plena vigencia hasta que el Ente apruebe nuevas normas técnicas, en reemplazo de las vigentes, de conformidad con las facultades que le otorga el Artículo 52, inciso b) de la mencionada Ley.

En tal sentido, esta norma NAG-140 Año 2016 reemplaza y anula a las normas NAG-129 (ex GE-N1-129), NAG-130 (ex GE-N1-130), NAG-131 (ex GE-N1-131), NAG-133 (ex GE-N1-133), NAG-134 (ex GE-N1-134) y NAG-136 (ex GE-N1-136), normas dictadas oportunamente por la ex GAS DEL ESTADO SOCIEDAD DEL ESTADO sobre redes para la distribución hasta 4 bar de gases de petróleo y manufacturado, de polietileno, teniendo en cuenta los nuevos sujetos de la ley, las Resoluciones que el ENARGAS aprobó en la materia y el avance tecnológico.

Esta norma ha sido elaborada por una Comisión integrada por personal técnico del Ente Nacional Regulador del Gas, Organismos de Certificación Acreditados, Compañías Distribuidoras de Gas, y Fabricantes de componentes aprobados, contenidos en la presente norma.

La NAG-140 consta de las siguientes partes, bajo el título general de “Sistema de tuberías plásticas de polietileno (PE) para el suministro de combustibles gaseosos”.

Parte 1. Generalidades. Materia prima.

Parte 2. Tubos.

Parte 3. Accesorios.

Parte 4. Válvulas.

Parte 5. Capacidad de integración de los componentes del sistema.

Parte 6: Requisitos mínimos para la instalación.

Parte 7. Evaluación de la conformidad.

Toda sugerencia de revisión se puede enviar al ENARGAS completando el formulario que se encuentra al final de la norma.

INTRODUCCIÓN

La presente norma de la cual ésta es la segunda parte, especifica los requisitos para un sistema de tuberías y sus componentes fabricados con polietileno (PE) para ser utilizados en el suministro de combustibles gaseosos.

Los requisitos y métodos de ensayo de los componentes del sistema de tuberías, se especifican en las Partes 1, 3 y 4 de esta norma. Las características de aptitud para el uso están cubiertas en la Parte 5. La Parte 6 establece los requisitos mínimos para la instalación. La Parte 7 proporciona una guía para la evaluación de la conformidad.

1 OBJETO Y ALCANCE

Esta Parte 2 especifica los aspectos generales de los tubos fabricados de PE para sistemas de tuberías destinadas al suministro de combustibles gaseosos.

También especifica los parámetros para los métodos de ensayo referidos en esta norma.

Junto con las otras partes de la NAG-140 es aplicable a tubos de PE, sus uniones y las uniones con componentes de PE y otros materiales, destinados a la utilización bajo las siguientes condiciones:

- Redes de distribución, cuya máxima presión de operación (MOP) sea ≤ 4 bar, construidas con PE 80 o PE 100.
- Ramales y redes distribución en parques industriales cuya máxima presión de operación (MOP) sea ≤ 10 bar, construidos con PE 100.
- Temperatura de operación comprendida entre $- 20$ °C y $+ 40$ °C.

En la siguiente tabla se establecen los límites de MOP para las redes de distribución y ramales construidas con PE 80 y PE 100, que operen entre 0 °C y 40 °C, en función de la temperatura de operación, del SDR y la designación (MRS) del PE.

Presión máxima de operación (MOP) para tuberías de PE 80 y PE 100

| Temperatura | PE 80 | | PE 100 | |
|-------------|--------|----------|--------|----------|
| | SDR 11 | SDR 17,6 | SDR 11 | SDR 17,6 |
| 0°C a 10°C | 4 bar | 1,5 bar | 9 bar | 5,4 bar |
| 20 °C | | | 10 bar | 6 bar |
| 30 °C | | | 9 bar | 5 bar |
| 40 °C | | | 7 bar | 4,5 bar |

Para tuberías construidas con PE100 que deban operar a temperaturas intermedias se permite la interpolación lineal.

Para tuberías construidas en PE80 o PE100 que deba operar a temperaturas inferiores a 0 °C, la relación entre la presión crítica de propagación rápida de fisuras (P_{RCP}) y la máxima presión de operación (MOP) debe cumplir la relación:

$$1,5 \leq \frac{P_{RCP}}{MOP}$$

La máxima presión de operación (MOP) se calculada usando la siguiente ecuación:

$$MOP = \frac{20MRS}{C(SDR-1)}$$

2 REFERENCIAS

Esta norma incorpora por referencias fechadas o no fechadas disposiciones de otras publicaciones. Estas referencias normativas están citadas en los lugares apropiados en el texto y las publicaciones están citadas a continuación. Las enmiendas o revisiones de referencias fechadas, solo serán aplicables cuando se incorporen a esta norma por medio de una revisión o actualización. Para referencias no fechadas, es aplicable la última edición publicada.

EN 12106 - Plastics piping systems - Polyethylene (PE) pipes - Test method for the resistance to internal pressure after application of squeeze-off (Sistemas de canalización en materiales plásticos. Tubos de polietileno (PE). Método de ensayo de resistencia a la presión interna después del aplastamiento).

EN 728 - Plastics piping and ducting systems. Polyolefin pipes and fittings. Determination of oxidation induction time (Sistemas de canalización y conducción en materiales plásticos. Tubos y accesorios de poliolefina. Determinación del tiempo de inducción a la oxidación).

EN ISO 1133 - Plastics - Determination of the melt mass-flow rate (MFR) and the melt volume-flow rate (MVR) of thermoplastics (Plásticos - Determinación del índice de fluidez de materiales termoplásticos en masa (IFM) y en volumen (IFV)) [ISO 1133:1997].

EN ISO 1167:2006 - Thermoplastics pipes, fittings and assemblies for the conveyance of fluids. Determination of the resistance to internal pressure. Part 1: General method - Part 2: Preparation of pipe test pieces (Tubos, accesorios y uniones en materiales termoplásticos para la conducción de fluidos. Determinación de la resistencia a la presión interna - Parte 1: Método general - Parte 2: Preparación de las probetas de las tuberías).

EN ISO 13477:2008 - Thermoplastics pipes for conveyance of fluids. Determination of resistance to rapid crack propagation (RCP) – Small-scale steady-state test (S4 test) (ISO 13477:2008) (Tubos termoplásticos para el transporte de fluidos. Determinación de la resistencia a la propagación rápida de fisuras (RCP). Ensayo a escala reducida (S4) [ISO 13477:2008].

EN ISO 13478 - Tubos termoplásticos para el transporte de fluidos. Determinación de la resistencia a la propagación rápida de fisuras (RCP). Ensayo a escala real (FST).

EN ISO 13479 - Tubos de poliolefinas para el transporte de fluidos. Determinación de la resistencia a la propagación de la fisura. Método de ensayo de la propagación lenta de la fisura de un tubo con entalla (ensayo de entalla).

EN ISO 16871 - Plastics piping and ducting systems. Plastics pipes and fittings. Method for exposure to direct (natural) weathering (ISO 16871:2003) (Sistemas de canalización y conducción en materiales plásticos. Tubos y accesorios en materiales plásticos. Método de exposición directa a la intemperie) [ISO 16871:2003].

EN ISO 2505 - Thermoplastics pipes. Longitudinal reversion. Test method and parameters (ISO 2505:2005) (Tubos de material termoplástico - Retracción longitudinal. Métodos de ensayo y parámetros) [ISO 2505:2005].

EN ISO 3126:2005 - Plastics piping systems. Plastics components. Determination of dimensions (ISO 3126:2005) (Sistemas de canalización en materiales plásticos. Componentes de canalización en materiales plásticos. Determinación de las dimensiones [ISO 3126:2005].

EN ISO 6259-1 - Thermoplastics pipes. Determination of tensile properties. Part 1: General test method (ISO 6259-1:1997) (Tubos de materiales termoplásticos. Determinación de las propiedades de tracción. Parte 1: Método general de ensayo) [ISO 6259-1:1997]

IRAM-DEF D 1054. Pinturas. Carta de colores para pinturas de acabado brillante y mate.

ISO 11413:1996 Plastics pipes and fittings - Preparation of test piece assemblies between a polyethylene (PE) pipe and an electrofusion fitting.

ISO 11922-1 - Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids. Dimensions and tolerances - Part 1: Metric series (Tubos termoplásticos para el transporte de fluidos. Dimensiones y tolerancias. Parte 1: Series métricas).

ISO 13480 - Polyethylene pipes. Resistance to slow crack growth - Cone test method (Tubos de polietileno. Resistencia a la fisuración lenta. Método de ensayo del cono).

ISO 13954:1997 Plastics pipes and fittings - Peel decohesion test for polyethylene (PE) electrofusion assemblies of nominal outside diameter greater than or equal to 90 mm.

ISO 4065 - Thermoplastics pipes - Universal wall thickness table (Tubos de materiales termoplásticos - Tabla universal de espesores de pared).

ISO 6259-3 - Thermoplastics pipes. Determination of tensile properties - Part 3: Polyolefin pipes (Tubos de materiales termoplásticos. Determinación de las propiedades de tracción. Parte 3: Tubos de poliolefinas).

3 DEFINICIONES, SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

Para los propósitos de esta norma, las definiciones, símbolos y abreviaturas aplicadas son las dadas en la Parte 1 de esta norma.

4 MATERIAL

4.1 Compuesto de PE

Los tubos deben ser fabricados de material virgen, de material reprocesado propio de idéntico compuesto o de una combinación de ambos.

El compuesto de PE que se utiliza para los tubos debe cumplir con la Parte 1 de esta norma.

5 CARACTERÍSTICAS GENERALES

5.1 Archivos técnicos

El fabricante de los tubos debe mantener la disponibilidad de un archivo técnico con toda la información correspondiente para demostrar la conformidad de los tubos a esta especificación. Debe incluir todos los resultados de los ensayos de tipo, de acuerdo con la Parte 7 de esta norma.

5.2 Apariencia

Las superficies interna y externa de los tubos deben ser, a simple vista, homogéneas, limpias y libres de grietas, cavidades u otros defectos superficiales que impidan la conformidad con esta norma.

Los extremos de los tubos deben estar cortados en forma prolija y perpendicularmente al eje del tubo.

5.3 Color

El color para el compuesto PE80 debe ser amarillo según la clasificación IRAM-DEF D 1054, comprendido entre: 05.1.010, 05.1.020, 05.1.021 ó 05.3.020.

El color para el compuesto PE100 debe ser amarillo-anaranjado según la clasificación IRAM-DEF D 1054, comprendido entre: 05.1.040, 05.1.050, 05.1.060 ó 05.3.040.

6 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

6.1 Medición de las dimensiones

Las dimensiones deben ser medidas de acuerdo con la norma EN ISO 3126 a $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, después de acondicionarse durante 4 h como mínimo. La medición no debe realizarse antes de que hayan transcurrido 24 h desde su fabricación.

6.2 Diámetros exteriores medios, ovalización y sus tolerancias

Los diámetros exteriores medios de los tubos, d_{em} , deben cumplir lo establecido en la tabla 1.

Deben utilizarse tubos con tolerancias de grado A de la norma ISO 11922-1, pero si se necesitan tolerancias más estrechas, debe aplicarse la tolerancia grado B dada en la tabla 1.

La ovalización máxima de los tubos rectos debe cumplir lo establecido en la tabla 1. Para tubos en rollos o bobinas, la ovalización máxima debe ser especificada por mutuo acuerdo entre el fabricante y el usuario final.

Tabla 1 - Diámetros exteriores medios y ovalización (medidas en mm)

| Medida nominal ^{a)} DN/OD | Diámetro exterior nominal d_n | Diámetro exterior medio | | | Ovalización máxima para tubos rectos ^{b c} |
|---|--|-------------------------|----------------------|----------------------|---|
| | | $d_{em,min}$ | $d_{em,max}$ | | |
| | | | Grado A ^d | Grado B ^d | |
| 16 | 16 | 16,0 | - | 16,3 | 1,2 |
| 20 | 20 | 20,0 | - | 20,3 | 1,2 |
| 25 | 25 | 25,0 | - | 25,3 | 1,2 |
| 32 | 32 | 32,0 | - | 32,3 | 1,3 |
| 40 | 40 | 40,0 | - | 40,4 | 1,4 |
| 50 | 50 | 50,0 | - | 50,4 | 1,4 |
| 63 | 63 | 63,0 | - | 63,4 | 1,5 |
| 75 | 75 | 75,0 | - | 75,5 | 1,6 |
| 90 | 90 | 90,0 | - | 90,6 | 1,8 |
| 110 | 110 | 110,0 | - | 110,7 | 2,2 |
| 125 | 125 | 125,0 | - | 125,8 | 2,5 |
| 140 | 140 | 140,0 | - | 140,9 | 2,8 |
| 160 | 160 | 160,0 | - | 161,0 | 3,2 |
| 180 | 180 | 180,0 | - | 181,1 | 3,6 |
| 200 | 200 | 200,0 | - | 201,2 | 4,0 |
| 225 | 225 | 225,0 | - | 226,4 | 4,5 |
| 250 | 250 | 250,0 | - | 251,5 | 5,0 |
| 280 | 280 | 280,0 | 282,6 | 281,7 | 9,8 |
| 315 | 315 | 315,0 | 317,9 | 316,9 | 11,1 |
| 355 | 355 | 355,0 | 358,2 | 357,2 | 12,5 |
| 400 | 400 | 400,0 | 403,6 | 402,4 | 14,0 |
| 450 | 450 | 450,0 | 454,1 | 452,7 | 15,6 |
| 500 | 500 | 500,0 | 504,5 | 503,0 | 17,5 |
| 560 | 560 | 560,0 | 565,0 | 563,4 | 19,6 |
| 630 | 630 | 630,0 | 635,7 | 633,8 | 22,1 |

^a Las medidas nominales de producción estándar en la República Argentina son las marcadas en negrita.
^b La medición de la ovalización debe realizarse en el lugar de fabricación.
^c Si son necesarios otros valores a los dados en esta tabla, se deben acordar entre el fabricante y el usuario final.
^d De acuerdo con ISO 11922-1..

6.3 Espesores de pared y tolerancias relacionadas

6.3.1 Espesores de pared mínimos

El espesor de pared mínimo, $e_{\text{mín}}$, de los tubos con SDR 17,6 y SDR 11 estará conforme a la tabla 2.

Tabla 2 - Espesores de pared mínimos en cualquier punto para tubos de SDR 17.6 y SDR 11 (medidas en mm)

| Tamaño Nominal DN/OD | Espesor de pared mínimo, $e_{\text{mín}}$ ^a | |
|-------------------------|--|------------------|
| | SDR 17.6 | SDR 11 |
| 16 | 2,3 ^b | 2,3 ^b |
| 20 | 2,3 ^b | 2,3 ^b |
| 25 | 2,3 ^b | 2,3 |
| 32 | 2,3 ^b | 3,0 |
| 40 | 2,3 | 3,7 |
| 50 | 2,9 | 4,6 |
| 63 | 3,6 | 5,8 |
| 75 | 4,3 | 6,8 |
| 90 | 5,2 | 8,2 |
| 110 | 6,3 | 10,0 |
| 125 | 7,1 | 11,4 |
| 140 | 8,0 | 12,7 |
| 160 | 9,1 | 14,6 |
| 180 | 10,3 | 16,4 |
| 200 | 11,4 | 18,2 |
| 225 | 12,8 | 20,5 |
| 250 | 14,2 | 22,7 |
| 280 | 15,9 | 25,4 |
| 315 | 17,9 | 28,6 |
| 355 | 20,2 | 32,3 |
| 400 | 22,8 | 36,4 |
| 450 | 25,6 | 40,9 |
| 500 | 28,4 | 45,5 |
| 560 | 31,9 | 50,9 |
| 630 | 35,8 | 57,3 |

^a $e_{\text{mín}} = e_n$

^b Los valores calculados de $e_{\text{mín}}$ han sido redondeados a 2,3 mm.

6.3.2 Tolerancias en el espesor de pared

La tolerancia del espesor de pared nominal en cualquier punto debe cumplir con lo establecido en la tabla 3, que se deriva del grado V de la norma ISO 11922-1.

Tabla 3 - Tolerancias para los espesores de pared (medidas en mm)

| Espesor de pared nominal e_n^a | | Tolerancia positiva t_y^b | Espesor nominal e_n^a | | Tolerancia positiva t_y^b |
|-------------------------------------|------------------------|-----------------------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| Mayor a (>) | Menor o igual a (≤) | | Mayor a (>) | Menor o igual a (≤) | |
| 2,0 | 3,0 | 0,4 | 30,0 | 31,0 | 3,2 |
| 3,0 | 4,0 | 0,5 | 31,0 | 32,0 | 3,3 |
| 4,0 | 5,0 | 0,6 | 32,0 | 33,0 | 3,4 |
| 5,0 | 6,0 | 0,7 | 33,0 | 34,0 | 3,5 |
| 6,0 | 7,0 | 0,8 | 34,0 | 35,0 | 3,6 |
| 7,0 | 8,0 | 0,9 | 35,0 | 36,0 | 3,7 |
| 8,0 | 9,0 | 1,0 | 36,0 | 37,0 | 3,8 |
| 9,0 | 10,0 | 1,1 | 37,0 | 38,0 | 3,9 |
| 10,0 | 11,0 | 1,2 | 38,0 | 39,0 | 4,0 |
| 11,0 | 12,0 | 1,3 | 39,0 | 40,0 | 4,1 |
| 12,0 | 13,0 | 1,4 | 40,0 | 41,0 | 4,2 |
| 13,0 | 14,0 | 1,5 | 41,0 | 42,0 | 4,3 |
| 14,0 | 15,0 | 1,6 | 42,0 | 43,0 | 4,4 |
| 15,0 | 16,0 | 1,7 | 43,0 | 44,0 | 4,5 |
| 16,0 | 17,0 | 1,8 | 44,0 | 45,0 | 4,6 |
| 17,0 | 18,0 | 1,9 | 45,0 | 46,0 | 4,7 |
| 18,0 | 19,0 | 2,0 | 46,0 | 47,0 | 4,8 |
| 19,0 | 20,0 | 2,1 | 47,0 | 48,0 | 4,9 |
| 20,0 | 21,0 | 2,2 | 48,0 | 49,0 | 5,0 |
| 21,0 | 22,0 | 2,3 | 49,0 | 50,0 | 5,1 |
| 22,0 | 23,0 | 2,4 | 50,0 | 51,0 | 5,2 |
| 23,0 | 24,0 | 2,5 | 51,0 | 52,0 | 5,3 |
| 24,0 | 25,0 | 2,6 | 52,0 | 53,0 | 5,4 |
| 25,0 | 26,0 | 2,7 | 53,0 | 54,0 | 5,5 |
| 26,0 | 27,0 | 2,8 | 54,0 | 55,0 | 5,6 |
| 27,0 | 28,0 | 2,9 | 55,0 | 56,0 | 5,7 |
| 28,0 | 29,0 | 3,0 | 56,0 | 57,0 | 5,8 |
| 29,0 | 30,0 | 3,1 | 57,0 | 58,0 | 5,9 |

^a Véase la tabla 2.

^b La tolerancia está expresada de la forma $\begin{matrix} +t_y \\ 0 \end{matrix}$ mm

6.4 Retracción circunferencial

Para tubos con d_n igual o superior a 250 mm la retracción circunferencial se debe determinar con probetas de ensayo de longitud $3 d_n$ luego de acondicionarlas en agua a $80\text{ }^\circ\text{C}$ de acuerdo con EN ISO 1167-2. Con la probeta de ensayo a $23\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ se deben realizar mediciones circunferenciales para establecer d_{em} . La diferencia entre las mediciones de d_{em} hechas a una distancia de $1,0 d_n$ y $0,1 d_n$ respectivamente del extremo de la probeta, no debe ser mayor que el intervalo de tolerancia (grado B) de d_{em} especificado en la tabla 1.

7 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

7.1 Acondicionamiento

A menos que se especifique de otro modo en el método de ensayo aplicable, las probetas deben acondicionarse a $23\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$, antes de ensayarlas de acuerdo con la tabla 4.

7.2 Requisitos

Cuando el tubo se ensaya de acuerdo con los métodos especificados en la tabla 4, utilizando los parámetros indicados, el tubo debe tener características mecánicas conformes con los requisitos dados en la misma tabla.

Tabla 4 - Características mecánicas

| Característica | Requisitos ⁽¹⁾ | Parámetros de ensayo | | Método de ensayo |
|---|---|---|---|--|
| | | Parámetro | Valor | |
| Resistencia hidrostática ^a (100 h a 20 °C) | Sin fallas en todas las probetas durante todo el período de ensayo | Tapas Orientación Tiempo de acondicionamiento Número de probetas ^b Tipo de ensayo Tensión circunferencial: PE 80 PE 100 Duración del ensayo Temperatura de ensayo | Tipo a) Libre Según EN ISO 1167-2 3 agua en agua 10,0 MPa 12,4 MPa ≥ 100 h. 20 °C | EN ISO 1167-2 |
| Resistencia hidrostática ^a (165 h a 80 °C) | Sin fallas en todas las probetas durante todo el período de ensayo ^c | Tapas Orientación Tiempo de acondicionamiento Número de probetas ^b Tipo de ensayo Tensión circunferencial: PE 80 PE 100 Duración del ensayo Temperatura de ensayo | Tipo a) Libre Según EN ISO 1167-2. 3 agua en agua 4,5 MPa 5,4 MPa ≥ 165 h. 80 °C | EN ISO 1167-2 |
| Resistencia hidrostática ^a (1000 h a 80 °C) | Sin fallas en todas las probetas durante todo el período del ensayo | Tapas Orientación Tiempo de acondicionamiento Número de probetas ^b Tipo de ensayo Tensión circunferencial: PE 80 PE 100 Duración del ensayo Temperatura de ensayo | Tipo a) Libre Según EN ISO 1167-2 . 3 agua en agua 4,0 MPa 5,0 MPa 1000 h. 80 °C | EN ISO 1167-2 |
| Elongación a la rotura ^d | ≥ 350 % | Velocidad de ensayo: e ≥ 13 mm. e < 13 mm. Dimensiones de la probeta: Número de probetas ^b | 25 mm./min. 100 mm./min. Según EN ISO 6259-3 ^e Según EN ISO 6259-1 | EN ISO 6259-1 ^f e ISO 6259-3 |

Tabla 4 - Características mecánicas (continuación)

| Característica | Requisitos ⁽¹⁾ | Parámetros de ensayo | | Método de ensayo |
|--|--|---|---|------------------|
| | | Parámetro | Valor | |
| Resistencia a la propagación lenta de la fisura $e < 5$ mm (ensayo del cono) | $v \leq 10$ mm/día | Número de probetas ^b | Según ISO 13480 | ISO 13480 |
| Resistencia a la propagación lenta de la fisura $e \geq 5$ mm (probeta entallada) | Sin fallas durante el período de ensayo | Temperatura de ensayo Presión interna ensayo: PE 80, SDR 11 PE 100, SDR 11 Duración ensayo Tipo de ensayo Número de probetas ^b | 80 °C 8,0 bar ^g 9,2 bar ^g 165 h. agua en agua Según EN ISO 13479 | EN ISO 13479 |
| Resistencia a la propagación rápida de la fisura (presión crítica, p_c) ^h | $p_c \geq 1,5$ MOP siendo $p_c = 3,6 p_{c,S4} + 2,6$ ⁱ | Temperatura de ensayo Número de probetas ^b | 0 °C Según ISO 13477 | ISO 13477 |

^a Característica que también puede tenerse en cuenta cuando se emplee la técnica de pinzado (véase Anexo A).

^b El número de probetas dado indica el número requerido para establecer un valor para la característica descrita en la tabla. El número de probetas requerido para el control de producción en fábrica y el control de procesos debería relacionarse en el plan de calidad de fabricante (véase la Parte 7 de esta norma).

^c Sólo deben tenerse en cuenta las fallas frágiles. Si ocurriese una falla dúctil antes de las 165 h, se permite repetir el ensayo a una tensión menor. La tensión y el tiempo mínimo de ensayo asociado se eligen de la tabla 5 o usando una recta entre los puntos tensión/tiempo dados en la tabla 5.

^d En los casos donde la falla se produzca fuera de las marcas de calibración el ensayo es aceptado si el resultado conforma los requisitos.

^e El ensayo puede darse por terminado cuando se cumpla el requisito, sin necesidad de llevar el ensayo hasta la rotura de la probeta.

^f Cuando resulte conveniente, pueden emplearse probetas mecanizadas del tipo 2 para espesores de pared ≤ 25 mm.

^g Para otros SDR se dan valores en el Anexo A de EN ISO 13479.

^h Sólo es necesario el ensayo de propagación rápida de fisuras en tubos fabricados con compuesto de polietileno designación PE 100, cuando el espesor de pared del tubo es mayor que el espesor de pared del tubo empleado en el ensayo de propagación rápida de fisuras del compuesto de PE (véase la tabla 2 de la Parte 1 de esta norma).

ⁱ El factor de correlación escala real/S4 es igual a 3,6 y se define como la relación entre presiones críticas absolutas escala real/S4: $(p_{c,escala\ real} + 1) = 3,6 (p_{c,S4} + 1)$.
Si el requisito no es alcanzado o no está disponible un equipo de ensayo S4, se reensayará usando el ensayo a escala real de acuerdo con la norma EN ISO 13478, con $p_{c,escala\ real}$

Tabla 5 - Tensión circunferencial a 80 °C y tiempo de ensayo asociado

| PE 80 | | PE 100 | |
|---------------|----------------------|---------------|----------------------|
| Tensión [MPa] | Tiempo de ensayo [h] | Tensión [MPa] | Tiempo de ensayo [h] |
| 4,5 | 165 | 5,4 | 165 |
| 4,4 | 233 | 5,3 | 256 |
| 4,3 | 331 | 5,2 | 399 |
| 4,2 | 474 | 5,1 | 629 |
| 4,1 | 685 | 5,0 | 1000 |
| 4,0 | 1000 | – | – |

8 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

8.1 Acondicionamiento

A menos que se especifique de otro modo en el método de ensayo aplicable, las probetas deben acondicionarse a (23 ± 2) °C antes de ensayarlas de acuerdo con la tabla 6.

8.2 Requisitos

Cuando se ensayen de acuerdo con los métodos de ensayo especificados en la tabla 6, utilizando los parámetros indicados, el tubo debe tener características físicas conforme a los requisitos dados en dicha tabla.

Tabla 6 - Características físicas

| Características | Requisitos | Parámetros de ensayo | | Método de ensayo |
|---|--|--|---|----------------------------|
| | | Parámetro | Valor | |
| Tiempo de inducción a la oxidación (estabilidad térmica) | > 20 min | Temperatura de ensayo Número de probetas ^{a,c} | 200 °C ^b 3 | EN 728 |
| Índice de fluidez másico (MFR) | Luego de procesado, una desviación máxima de $\pm 20\%$ del valor medido sobre el lote de compuesto utilizado. | Carga Temperatura de ensayo Tiempo Número de probetas ^a | 5 kg. 190 °C 10 min Según EN ISO 1133 | EN ISO 1133 |
| Retracción longitudinal | $\leq 3\%$, la apariencia original del tubo debe permanecer | Temperatura de ensayo Longitud de probeta Tiempo de inmersión Método de ensayo Número de probetas ^a | 110 °C 200 mm 2 h Libre Según EN ISO 2505 | EN ISO 2505 |
| Ensayo múltiple ^d | | | | |
| Resistencia al envejecimiento a la intemperie | Las probetas expuestas a la intemperie deben cumplir los siguientes requisitos: | Acondicionamiento previo a la intemperie: Radiación solar acumulada Número de probetas ^a | $\geq 3,5 \text{ GJ/m}^2$ Véase debajo | EN ISO 16871 |
| a) Tiempo de inducción a la oxidación ^{e,f} | Ver tabla 6 (esta tabla) | | | EN 728 |
| b) Resistencia hidrostática (165 h a 80 °C) ^g | Ver tabla 4 | | | EN ISO 1167 |
| c) Elongación a la rotura | Ver tabla 4 | | | EN ISO 6259-1 e ISO 6259-3 |
| <p>a El número de probetas dado indica el número requerido para establecer un valor para la característica descrita en la tabla. El número de probetas requerido para el control de producción en fábrica y el control de procesos debería relacionarse con el plan de calidad del fabricante. A modo de guía, véase la Parte 7 de esta norma.</p> <p>b Los ensayos pueden ser realizados a 210 °C, suponiendo que hay una clara correlación con los resultados a 200 °C; en caso de disputa la temperatura de referencia debe ser de 200 °C.</p> <p>c Las muestras se deben extraer de las superficies interior y exterior de los tubos. Las muestras de la superficie exterior de los tubos expuestos a la intemperie se deben extraer de superficies preparadas para la unión (ver Parte 5 de esta norma).</p> <p>d Los tres ensayos deben realizarse en el tubo tan pronto como sea posible después de completar el envejecimiento a la intemperie en el orden establecido.</p> <p>e Antes de obtener las muestras para el ensayo de inducción a la oxidación deberían removerse 0,2 mm de la superficie.</p> <p>f Como alternativa se permite realizar el ensayo de descohesión de una unión de electrofusión. El método de ensayo debe ser el indicado en la norma ISO 13954. El montaje del conjunto se debe realizar siguiendo el procedimiento descrito en la norma ISO 11413. El ensayo se considera satisfactorio si la zona de unión presenta una falla del tipo frágil $\leq 33,3\%$ cuando el ensayo se realiza a 23°C.</p> <p>g Como alternativa (1000 h a 80°C).</p> | | | | |

9 REQUISITOS FUNCIONALES

Cuando los tubos conformes con esta norma sean unidos entre sí o a componentes que respondan a las otras partes de esta norma, las uniones deben estar de acuerdo con la Parte 5.

10 MARCADO

10.1 General

10.1.1 Todos los tubos deben estar marcados en forma legible e indeleble en toda su longitud, con una leyenda indentada sobre una generatriz.

NOTA: El fabricante no es responsable por la ilegibilidad del marcado, como consecuencia de acciones causadas durante la instalación y uso como pintado, raspado, cobertura de los componentes o por el uso de detergentes, salvo que haya sido acordado o especificado por el fabricante.

10.1.2 El marcado no debe generar el inicio de fisuras u otro tipo de defectos que puedan influir adversamente en el comportamiento del tubo.

10.1.3 El color de la información impresa debe ser distinto al color básico del tubo, que permita su clara lectura.

10.1.4 El tamaño del marcado debe ser de una altura mínima de 3 mm y la profundidad de indentación comprendida entre 0,02 mm y 0,15 mm.

10.1.5 En el caso de tubos con material reprocesado propio, se debe acordar entre el fabricante y el usuario final un marcado apropiado.

10.2 Marcado mínimo requerido

El marcado mínimo requerido debe estar de acuerdo con la tabla 7.

Tabla 7 - Requisitos mínimos de marcado

| Aspectos | Marca ó símbolo |
|---|-----------------------|
| Número de la norma del sistema | NAG-140-Parte 2 |
| Nombre del fabricante y/o marca registrada | Nombre o símbolo |
| Para tubos $d_n \leq 32$ mm: Diámetro nominal x espesor de pared ($d_n \cdot e_n$) | por ejemplo: 32 x 3,0 |
| Para tubos $d_n > 32$ mm: | |
| – Diámetro nominal, d_n | por ejemplo: 200 |
| – SDR | por ejemplo: 17,6 |
| Grado de tolerancia ^a | por ejemplo: grado B |
| Material y designación | por ejemplo: PE 80 |
| Información del fabricante ^b | |
| Fluido interno | GAS |
| Logotipo de identificación según la Resolución ENARGAS N° 138/95 o la que en el futuro la reemplace | |
| N° de matrícula | |
| ^a Sólo aplicable a tubos con DN/OD ≥ 280 mm. ^b Para asegurar la trazabilidad deben darse los siguientes datos: 1) el período de producción, día, mes y año, en números ; 2) si el fabricante produce en diferentes lugares, un nombre o código para el lugar de producción. 3) número de lote. | |

La frecuencia del marcado no debe ser menor a una vez por metro.

Se permite indicar la longitud de los rollos o bobinas de tubos, así como la longitud remanente sobre tubos en bobinas.

11 CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO Y DESPACHO

La longitud de los tubos rectos, en rollos o en bobinas, debe ser acordada entre el fabricante y el usuario final.

El diámetro de los rollos o bobinas debe ser tal que la ovalización del tubo después de desenrollado esté conforme con el apartado 6.2.

Cuando sea preciso mantener los tubos rectos, en rollos o en bobinas a la intemperie, deben protegerse con una cobertura de PE negro.

Los tubos en rollos o en bobinas se deben zunchar de manera que permita desenrollar una o dos capas de espiras, sin que se desenrolle el resto.

Los extremos de los tubos rectos, en rollos o en bobinas deben ser protegidos para evitar daños y la penetración de objetos extraños.

Para el almacenamiento de los tubos debe cumplirse la Parte 6 de esta norma.

ANEXO A (Informativo) TÉCNICAS DE PINZADO

A.1 INTRODUCCIÓN

La técnica de pinzado se utiliza para restringir el flujo de gas en los sistemas de tuberías de PE para permitir efectuar operaciones de mantenimiento y reparación.

Si el usuario final decide emplear esta técnica, el fabricante del tubo debe proveer evidencias que luego del pinzado y en concordancia con el método recomendado por el fabricante o con el uso posible de un accesorio de refuerzo, se siguen cumpliendo los requisitos de resistencia del tubo especificados en la tabla 4.

A.2 DEFINICIONES

A.2.1 Pinzado: Interrupción del flujo de gas por prensado del tubo entre dos mordazas de forma que la distancia entre ambas sea menor al doble del espesor de pared nominal.

A.2.2 Factor de compresión: Relación resultante de dividir la distancia entre mordazas por el doble del espesor de pared nominal, necesaria para asegurar el pinzado.

A.3 MÉTODO DE ENSAYO

La evidencia puede conseguirse empleando el método de ensayo especificado en la norma EN 12106.

ANEXO B REVALIDACIÓN DE TUBOS DE PE

B.1 Objeto

Este procedimiento se emplea para verificar la aptitud técnica para el uso de los tubos de polietileno (PE) sin uso con fecha de fabricación superior a los 24 meses e inferior a 60 meses.

B.2 Alcance

Exclusivamente para tubos de PE fabricados según la NAG-140 Parte 2.

B.3 Documentos de referencia

- EN ISO 1133 - Plásticos. Determinación del índice de fluidez de materiales termoplásticos en masa (IFM) y en volumen (IFV).
- NAG-140 Parte 2, Sistemas de tuberías plásticas de polietileno (PE) para el suministro de combustibles gaseosos. Parte 2 Tuberías.
- NAG-140 Parte 6, Sistemas de tuberías plásticas de polietileno (PE) para el suministro de combustibles gaseosos. Parte 6 Requisitos mínimos para la instalación.

B.4 Definiciones

Para los fines de este procedimiento, se aplican las definiciones siguientes:

Espécimen: Segmento de un metro de longitud, cualquiera sea el formato (fardos o rollos) y D_N del tubo de PE, con el objeto de realizar las verificaciones y ensayos necesarios.

Lote: Conjunto de tubos entregados por el proveedor bajo un mismo certificado de liberación de lote y fabricados con idéntico compuesto final.

Organismo de certificación (OC): Entidad acreditada para la certificación de productos para la industria del gas, conforme a la Resolución ENARGAS N° 138/95 o la que en el futuro la reemplace.

B.5 Metodología

B.5.1. Identificación

Se debe identificar el tubo de PE a evaluar, obteniendo la siguiente información:

- a) Fabricante
- b) Marca o sistema
- c) Matrícula
- d) Fecha de fabricación
- e) Resina de PE o compuesto final
- f) D_N , SDR, formato (tramos rectos o rollos) y cantidad involucrada (metros)
- g) Certificado de liberación de lote emitido por el fabricante.

B.5.2 Muestreo

De cada lote se debe extraer un espécimen.

Los especímenes deben estar libres de daños visibles y el corte debe ser recto, neto y perpendicular al eje longitudinal del tubo, eliminando los extremos que se encuentren ovalizados.

B.5.3 Ensayos y verificaciones

A cada espécimen se le debe practicar los ensayos detallados en la tabla siguiente.

De resultar satisfactorios se acepta el lote el OC debe emitir el certificado correspondiente, el cual debe incluir el detalle completo de tubos que conforman el lote. Su validez debe ser de 12 meses contados a partir de la fecha de revalidación y debe estar incluida en el certificado.

B.6 Ensayos

Sobre la muestra seleccionada se deben realizar los ensayos definidos en la siguiente tabla.

| ENSAYO –VERIFICACIÓN | CANTIDAD |
|--|--|
| Apariencia | Toda la muestra |
| Elongación a la rotura | Uno sobre el espécimen más antiguo de cada proveedor y por cada resina |
| Resistencia a la presión hidrostática a 165 h y 80 °C | |
| Índice de fluidez (melt index) | |
| Tiempo de inducción a la oxidación (estabilidad térmica) | |

B.7 Certificado de calidad para la revalidación técnica de tubos de PE

| Proveedor: | | | | | |
|------------|----|---------|--------------|----------------------|--------|
| Código | DN | Lote(s) | Cantidad (m) | Fecha de fabricación | Resina |
| | | | | | |

| ENSAYOS Y/O VERIFICACIONES REALIZADAS | | | |
|--|--|----------------|--------------------|
| Ensayo / Verificación | Valor de referencia (NAG-140 Parte 2) | Valor obtenido | Cumple / No cumple |
| Apariencia | Sin fallas internas y externas | | |
| Elongación a la rotura | ≥ 350% | | |
| Resistencia a la presión hidrostática a 165 h y 80 °C | Sin fallas durante todo el ensayo | | |
| Índice de fluidez (melt index) | Luego de procesado, una desviación máxima de ± 20 % del valor medido sobre el lote de compuesto utilizado. | | |
| Tiempo de inducción a la oxidación (estabilidad térmica) | > 20 min | | |
| Se acompañan los certificados correspondientes. | | | |

Se debe declarar que los tubos de PE se embalan, transportan y almacenan según lo establecido en la norma de aplicación y certifica la exactitud de los datos expresados en este documento.

Los tubos de PE cubiertos por este procedimiento de revalidación deben cumplir con los requisitos de la NAG-140 Parte 6. Por lo tanto, se debe realizar la revalidación del tubo en tantas oportunidades como amerite su estado a partir de la fecha de la última revalidación.

Véase el instructivo en la página siguiente.

| Observaciones propuestas a la NAG-140 Año 2016 | | |
|---|----------------------|-----------------|
| SISTEMAS DE TUBERÍAS PLÁSTICAS DE POLIETILENO (PE) PARA EL SUMINISTRO DE COMBUSTIBLES GASEOSOS | | |
| Parte 2: Tubos | | |
| 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 "**Motivo 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 a la Gerencia de Distribución del ENTE NACIONAL REGULADOR DEL GAS (ENARGAS), Suipacha 636, (1008) Ciudad Autónoma de Buenos Aires.