

# **NAG-108**

**- Año 2009 -**

## **Revestimientos anticorrosivos de cañerías y accesorios**



**ENARGAS**  
ENTE NACIONAL REGULADOR DEL GAS



# ÍNDICE

1.	<i>Objeto</i>	6
2.	<i>Alcance</i>	6
3.	<i>Definiciones</i>	6
4.	<i>Generalidades</i>	7
5.	<i>Aprobación de los revestimientos</i>	7
6.	<i>Clasificación de los revestimientos</i>	8
7.	<i>Gestión de la calidad</i>	9
8.	<i>Normas de referencia</i>	10
9.	<i>Higiene y seguridad</i>	16
10.	<i>Marcado, rotulado y embalaje</i>	16
	<b>GRUPO A</b>	<b>17</b>
A.	<i>Revestimiento de base asfáltica con envolturas de refuerzo</i>	17
	<b>GRUPO B</b>	<b>18</b>
B.	<i>Revestimientos laminados plásticos</i>	18
B.1.	<i>Propiedades físicas de la pintura imprimadora</i>	18
B.2.	<i>Propiedades físicas del laminado plástico</i>	19
B.3.	<i>Propiedades físicas del sistema aplicado:</i>	19
B.4.	<i>Guía de aplicación</i>	20
B.4.1.	<i>Anchos y sobrepuestos</i>	20
B.4.2.	<i>Preparación de la superficie</i>	21
B.4.3.	<i>Condiciones ambientales</i>	22
B.4.4.	<i>Rango admisible de temperatura</i>	22
B.4.5.	<i>Tensión de aplicación</i>	22
B.5.	<i>Guía para la inspección</i>	22
B.5.1.	<i>Controles sistemáticos</i>	23
B.5.2.	<i>Controles no sistemáticos</i>	23
B.5.3.	<i>Aceptación y rechazo</i>	23
B.5.4.	<i>Reparación</i>	24
	<b>GRUPO C</b>	<b>25</b>
C.	<i>Revestimientos con cintas de polietileno con envoltura exterior de refuerzo</i>	25
C.1.	<i>Propiedades físicas de la pintura imprimadora</i>	25
C.2.	<i>Guía de aplicación</i>	27
C.2.1.	<i>Anchos y sobrepuestos</i>	27
C.2.2.	<i>Preparación de la superficie</i>	27
C.2.3.	<i>Condiciones ambientales</i>	28
C.2.4.	<i>Rango admisible de temperatura</i>	28
C.3.	<i>Guía para la inspección</i>	29

C.3.1.	Controles sistemáticos	29
C.3.2.	Controles no sistemáticos	30
C.3.3.	Aceptación y rechazo	30
C.3.4.	Reparación	30
<b>GRUPO D</b>		<b>31</b>
<b>D.</b>	<b>Mastics asfálticos</b>	<b>31</b>
<b>GRUPO E</b>		<b>32</b>
<b>E.</b>	<b>Revestimiento a base de resinas epoxi</b>	<b>32</b>
<b>SUBGRUPO E.1</b>		<b>33</b>
E.1.1.	Revestimientos a base de resinas epoxi en polvo	33
E.1.2.	Guía de aplicación	35
E.1.3.	Guía para la inspección	38
<b>SUBGRUPO E.2</b>		<b>40</b>
<b>Tipo A</b>		<b>40</b>
E.2.1.A.	Revestimientos a base de resinas epoxi líquidas con solventes	40
E.2.2.A.	Guía de aplicación	41
E.2.3.A.	Guía para la inspección	42
<b>SUBGRUPO E.2</b>		<b>44</b>
<b>Tipo B</b>		<b>44</b>
E.2.1.B.	Revestimientos a base de resinas epoxi líquidas 100% de sólidos	44
E.2.2.B.	Propiedades típicas de revestimiento aplicado	45
E.2.3 B	Guía de aplicación	46
E.2.4.B	Guía para la inspección	47
<b>SUBGRUPO E.3</b>		<b>49</b>
E.3.1.	Revestimientos a base de resinas poliuretánicas	49
E.3.2.	Material	49
E.3.3.	Guía de aplicación	51
E.3.4.	Guía para la inspección	52
<b>GRUPO F</b>		<b>55</b>
<b>F.</b>	<b>Cintas de petrolato</b>	<b>55</b>
<b>GRUPO G</b>		<b>60</b>
<b>G.</b>	<b>Revestimiento de poleolefinas extruidas</b>	<b>60</b>
<b>SUBGRUPO G.1</b>		<b>61</b>
G.1.1.	Polietileno extruido. Sistema bicapa con adhesivos blandos tipo mastics	61
<b>SUBGRUPO G.2</b>		<b>63</b>
G.2.1.	Polietileno extruido. Sistema bicapa con adhesivos blandos a base de compuestos butílicos	63
<b>SUBGRUPO G.3</b>		<b>64</b>
G.3.1.	Polietileno extruido. Sistema bicapa con adhesivos duros	64
<b>SUBGRUPO G.4</b>		<b>66</b>

# ENARGAS

G.4.1.	Polietileno extruido. Sistema tricapa con adhesivos duros y polietileno de baja densidad	66
G.4.2.	Polietileno extruido. Sistema tricapa con adhesivos duros y polietileno de alta densidad	68
SUBGRUPO G.5		72
G.5.1.	Polipropileno extruido. Sistema tricapa	72
SUBGRUPO G.6		74
G.6.1.	Polipropileno sintáctico extruido. Sistema multicapa	74
G.6.2.	Polipropileno foam extruido. Sistema multicapa	75
G.6.3.	Polipropileno sólido extruido. Sistema multicapa	76
G.7.	Guía de aplicación	78
G.8.	Guía para la inspección	80
GRUPO H		83
H.	Revestimientos a base de poliolefinas termocontraíbles	83
SUBGRUPO H.1		84
H.1.	Mantas y tubos de alta y baja relación de contracción	84
SUBGRUPO H.2		87
H.2.	Cintas termocontraíbles	87
SUBGRUPO H.3		88
H.3.	Cintas termocontraíbles de gran flexibilidad	88
SUBGRUPO H.4		89
H.4.	Piezas moldeadas termocontraíbles	89
H.5.	Guía de aplicación	90
H.6.	Guía de inspección	91
GRUPO I		94
I.	Revestimientos anticorrosivos a base de ceras microcristalinas de petróleo.	94
I.1.	Objeto	94
I.2.	Alcance	94
I.3.	Materiales y componentes del sistema	94
I.4.	Propiedades físicas de los materiales:	96
I.5.	Propiedades físicas del sistema aplicado	99
I.6.	Guía de aplicación	99
I.7.	Guía de inspección	101
I.8.	Reparación	102
I.9.	Marcado, Rotulado y Embalaje	102
GRUPO J		103
J	Revestimiento anticorrosivo a base de poliolefinas fundidas aplicadas por proyección ("Flame Spray")	103
GRUPO K		108
K	Aislación térmica en base a poliuretano inyectado	108
ANEXO A		116
Manta protectora del revestimiento de cañerías enterradas		116

<b>ANEXO B</b> _____	<b>117</b>
<b>Ensayo de despegue catódico</b> _____	<b>117</b>
<b>ANEXO C</b> _____	<b>123</b>
<b>Detección de fallas de cobertura en cañerías revestidas</b> _____	<b>123</b>
<b>ANEXO D</b> _____	<b>126</b>
<b>Control de limpieza de superficies de acero</b> _____	<b>126</b>
<b>ANEXO E</b> _____	<b>127</b>
<b>Certificado de aprobación de los revestimientos</b> _____	<b>127</b>
<b>Instrucciones para completar el formulario de observaciones</b> _____	<b>133</b>

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

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 citada Ley.

En tal sentido, esta norma NAG-108 Año 2009 constituye una actualización a la dictada oportunamente por la ex GAS DEL ESTADO SOCIEDAD DEL ESTADO, teniendo en cuenta los nuevos sujetos de la ley, y las Resoluciones que el ENARGAS aprobó en la materia.

En la modificación de esta norma, se han suprimido los revestimientos pertenecientes a los Grupos A y D, por considerarse que en la actualidad su utilización han sido superados por productos con mayor prestación, aplicación más sencilla y con menores riesgos para el Aplicador.

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

La metodología de actualización consistirá en la emisión de hojas a reemplazar o a agregar. Cada cuatro años se emitirá una actualización completa en caso de corresponder. En tal sentido, se recomienda archivar la norma en carpeta de forma de ir reemplazando o agregando las hojas con las modificaciones correspondientes.

## 1. Objeto

Esta norma establece los requerimientos mínimos que deben reunir los materiales empleados para el revestimiento de superficies ferrosas enterradas o sumergidas particularmente cañerías de conducción con sus correspondientes accesorios; provee las bases de identificación para los distintos revestimientos, las condiciones de operación para cada caso en particular e incluye guías de aplicación y de inspección.

## 2. Alcance

Rige los usos y aplicaciones de los revestimientos anticorrosivos para cañerías y accesorios enterrados y sumergidos.

La norma no debe interpretarse como una restricción u obstáculo al uso de mejores materiales o procedimientos.

Asimismo, no otorga ningún derecho para su invocación relacionada con la fabricación, venta o utilización de método, producto o aparato amparado a su vez por patente registrada.

Tampoco puede utilizarse como elemento de protección o atenuante por infracción al régimen de patentes.

## 3. Definiciones

Para los fines de esta norma, se aplican las definiciones siguientes:

### 3.1 Aplicador:

Persona o empresa que tiene a su cargo la tarea de aplicación del revestimiento anticorrosivo para cañerías y accesorios.

### 3.2 ENARGAS:

Ente Nacional Regulador del Gas.

### 3.3 Licenciataria:

Se refiere ya sea a Transportadora, Distribuidora, o Subdistribuidora, definida conforme al Marco Regulatorio de la Industria del Gas (Ley N° 24 076).

### 3.4 Organismo de Certificación (OC):

Entidad reconocida para la certificación de elementos por el ENARGAS, conforme a la Resolución ENARGAS N° 138/95 o la que en el futuro la reemplace.

## 4. Generalidades

Los materiales contemplados en esta norma incluyen los laminados plásticos aplicados en frío; cintas plásticas autoadhesivas; pinturas epoxídicas (líquidas o en polvo); cintas de petrolato; poliolefinas extruídas; cintas y mantas termocontraíbles, poliolefinas fundidas aplicadas por proyección ("Flame Spary") y aislación térmica en base a poliuretano inyectado.

Se da una descripción general de cada uno de estos materiales para revestimientos, seguida de tablas que contienen las propiedades físicas, los métodos de ensayo o la mención de la norma que los ampara.

Las propiedades tabuladas no constituyen por sí mismas el único criterio para la selección de un material a utilizar como revestimiento de cañería o accesorio. Sin embargo, ellas establecen las características básicas necesarias de los materiales para la identificación de diferentes tipos de revestimientos, con registros de comportamiento comprobados.

Los materiales utilizados para el revestimiento de estructuras enterradas o sumergidas deben poseer las siguientes propiedades:

- ◆ Alta resistencia eléctrica.
- ◆ Plegabilidad y conformabilidad.
- ◆ Resistencia a medios corrosivos.
- ◆ Baja permeabilidad y absorción de agua.
- ◆ Condición de permanecer adheridos a la superficie de la estructura durante la vida útil de ésta.
- ◆ Resistencia al daño mecánico durante la instalación y operación normal de la estructura.

Los parámetros de ensayo establecidos contemplan las condiciones habituales en que operan en el país las cañerías destinadas al transporte y distribución de gas natural. Para condiciones extremas de temperatura, presión de operación o medio ambiente, puede ser necesario establecer requerimientos especiales para los ensayos aquí nombrados o incorporar nuevos métodos.

## 5. Aprobación de los revestimientos

Es responsabilidad de la Licenciataria verificar que los materiales para la protección anticorrosiva de las instalaciones cumplan los requisitos de esta norma.

Si el producto cuenta con aprobación previa por parte de un OC, el fabricante o proveedor del revestimiento debe proporcionar, a requerimiento de la Licenciataria, copias rubricadas por el OC de los certificados y de los protocolos de los ensayos realizados sobre los materiales aprobados, como así también efectuar los ensayos complementarios que estime correspondan.

El interesado en la aprobación debe presentar ante el OC interviniente, toda la documentación técnica del producto, muestras y antecedentes de su uso cuando existan, para la aprobación previa de materiales y esquemas de revestimientos.

La extracción de muestras y elaboración de probetas revestidas se debe realizar conforme a norma.

El OC debe emitir un certificado de aprobación de acuerdo con las pautas establecidas en el Anexo E.

La verificación del cumplimiento de la normativa en las aplicaciones del revestimiento es de responsabilidad de la Licenciataria.

## 6. Clasificación de los revestimientos

Los revestimientos se clasifican según los siguientes grupos:

- ◆ **Grupo A:** De base asfáltica con envolturas de refuerzo. (\*)
- ◆ **Grupo B:** Laminados plásticos.
- ◆ **Grupo C:** Cintas de polietileno con envoltura exterior de refuerzo.
- ◆ **Grupo D:** Mastics asfálticos. (\*)
- ◆ **Grupo E:** A base de resinas epoxi.
  - **Subgrupo E.1:** A base de resinas epoxi en polvo.
  - **Subgrupo E.2:** A base de resinas epoxi líquidas.
    - ✓ Tipo A: Con solventes.
    - ✓ Tipo B: Con 100% de sólidos.
  - **Subgrupo E.3:** A base de resinas poliuretánicas.
- ◆ **Grupo F:** Cintas de petrolato.
- ◆ **Grupo G:** De poliolefinas extruidas

## ENARGAS

- **Subgrupo G.1:** Polietileno extruido. Sistema bicapa con adhesivos blandos tipo mastic.
  - **Subgrupo G.2:** Polietileno extruido. Sistema bicapa con adhesivos blandos a base de compuestos butílicos.
  - **Subgrupo G.3:** Polietileno extruido. Sistema bicapa con adhesivos duros.
  - **Subgrupo G.4:** Polietileno extruido. Sistema tricapa.
  - **Subgrupo G.5:** Polipropileno extruido. Sistema tricapa.
  - **Subgrupo G.6**
    - **G.6.1.** Polipropileno sintáctico extruido. Sistema multicapa.
    - **G.6.2** Polipropileno foam extruido. Sistema multicapa.
    - **G.6.1.** Polipropileno sólido extruido. Sistema multicapa.
  - ◆ **Grupo H:** A base de poliolefinas termocontraíbles
    - **Subgrupo H.1:** Mantas y tubos de alta y baja contracción.
    - **Subgrupo H.2:** Cintas termocontraíbles.
    - **Subgrupo H.3:** Cintas termocontraíbles de gran flexibilidad.
    - **Subgrupo H.4:** Piezas moldeadas termocontraíbles.
  - ◆ **Grupo I:** A base de ceras microcristalinas de petróleo (aplicación en frío y caliente).
  - ◆ **Grupo J:** Poliolefinas fundidas aplicadas por proyección (“Flame Spary”).
  - ◆ **Grupo K:** Aislación térmica en base a poliuretano inyectado.
- (\*) Suprimidos

## 7. Gestión de la calidad

El fabricante del revestimiento debe estar certificado de acuerdo al sistema ISO 9000, y el sistema de la evaluación de la conformidad que debe emplearse es el 5, según la norma IRAM 367 (Guía ISO/IEC 67).

## **8. Normas de referencia**

Para la redacción de esta norma se ha tenido en cuenta lo siguiente:

ASTM B 117. Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus.

ASTM C 177. Standard Test Method for Steady. State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded-Hot-Plate Apparatus.

ASTM C 581. Standard practice for determining chemical resistance of thermosetting resins used in glass-fiber-reinforced structures intended for liquid service.

ASTM C 868. Standard test method for chemical resistance of protective linings.

ASTM D 1000. Standard Test Methods for Pressure-Sensitive Adhesive-Coated Tapes Used for Electrical and Electronic Applications.

ASTM D 1002. Standard Test Method for Apparent Shear Strength of Single-Lap-Joint Adhesively Bonded Metal Specimens by Tension Loading (Metal-to-Metal).

ASTM D 1044. Standard Test Method for Resistance of Transparent Plastics to Surface Abrasion.

ASTM D 1084. Standard Test Methods for Viscosity of Adhesives.

ASTM D 1238. Standard Test Method for Melt Flow Rates of Thermoplastics by Extrusion Plastometer.

ASTM D 127 Standard Test Method for Drop Melting Point of Petroleum Wax, Including Petrolatum.

ASTM D 1321. Standard Test Method for Needle Penetration of Petroleum Waxes.

ASTM D 146. Standard Test Methods for Sampling and Testing Bitumen-Saturated Felts and Woven Fabrics for Roofing and Waterproofing

ASTM D 149 - 97a. Standard Test Method for Dielectric Breakdown Voltage and Dielectric Strength of Solid Electrical Insulating Materials at Commercial Power Frequencies.

ASTM D 1505. Standard Test Method for Density of Plastics by the Density-Gradient Technique.

ASTM D 1525. Standard Test Method for Vicat Softening Temperature of Plastics

## ENARGAS

ASTM D 1653-03. Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Organic Coating Films.

ASTM D 1693. Standard Test Method for Environmental Stress-Cracking of Ethylene Plastics.

ASTM D 1754. Standard Test Method for Effect of Heat and Air on Asphaltic Materials (Thin-Film Oven Test).

ASTM D 1763. Standard Specification for Epoxy Resins.

ASTM D 2240. Standard Test Method for Rubber Property—Durometer Hardness.

ASTM D 256. Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics.

ASTM D 257. Standard Test Methods for DC Resistance or Conductance of Insulating Materials.

ASTM D 2586 - Standard Test Method for Hydrostatic Compressive Strength of Glass-Reinforced Plastic Cylinders.

ASTM D 2671. Standard Test Methods for Heat-Shrinkable Tubing for Electrical Use.

ASTM D 2732. Standard Test Method for Unrestrained Linear Thermal Shrinkage of Plastic Film and Sheeting.

ASTM D 2794. Standard test method for resistance of organic coatings to the effects of rapid deformation (impact).

ASTM D 3359. Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test.

ASTM D 3895. Standard Test Method for Oxidative-Induction Time of Polyolefins by Differential Scanning Calorimetry.

ASTM D 4060. Standard test method for abrasion resistance of organic coatings by the Taber abraser.

ASTM D 4541. Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers.

ASTM D 5 - 06e1. Standard Test Method for Penetration of Bituminous Materials.

ASTM D 522. Standard test methods for mandrel bend test of attached organic coatings.

ASTM D 562. Standard Test Method for Consistency of Paints Measuring Krebs Unit (KU) Viscosity Using a Stormer-Type Viscometer.

ASTM D 570. Standard Test Method for Water Absorption of Plastics.

ASTM D 638. Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics.

ASTM D 696. Standard Test Method for Coefficient of Linear Thermal Expansion of Plastics Between -30°C and 30°C With a Vitreous Silica Dilatometer.

ASTM D 70. Standard Test Method for Density of Semi-Solid Bituminous Materials (Pycnometer Method).

ASTM D 71. Standard Test Method for Relative Density of Solid Pitch and Asphalt (Displacement Method).

ASTM D 746. Standard Test Method for Brittleness Temperature of Plastics and Elastomers by Impact.

ASTM D 792. Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement.

ASTM D 870. Standard Practice for Testing Water Resistance of Coatings Using Water Immersion.

ASTM D 882. Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting

ASTM D 92 - 05a. Standard Test Method for Flash and Fire Points by Cleveland Open Cup Tester

ASTM D 937. Standard Test Method for Cone Penetration of Petrolatum

ASTM D 938. Standard Test Method for Congealing Point of Petroleum Waxes, Including Petrolatum.

ASTM D 2586. Standard Test Method for Hydrostatic Compressive Strength of Glass-Reinforced Plastic Cylinders

ASTM E 28. Standard Test Methods for Softening Point of Resins Derived from Naval Stores by Ring-and-Ball Apparatus.

ASTM E 96/E 96M. Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials.

ASTM G 12. Standard Test Method for Nondestructive Measurement of Film Thickness of Pipeline Coatings on Steel.

ASTM G 14. Standard Test Method for Impact Resistance of Pipeline Coatings (Falling Weight Test).

ASTM G 21 – 96 (2002) Standard Practice for Determining Resistance of Synthetic Polymeric Materials to Fungi.

ASTM G 8. Standard Test Methods for Cathodic Disbonding of Pipeline Coatings.

ASTM G 9. Standard Test Method for Water Penetration into Pipeline Coatings.

CAN/CSA Z245.20/-Z245.21. External Fusion Bond Epoxy Coating for Steel Pipe/External Polyethylene Coating for Pipe.

DIN 30670. Polyethylene coating for steel pipes and fitting.

DIN 53505. Testing of rubber - Shore A and Shore D hardness test.

EN 10288. Steel tubes and fittings for onshore and offshore pipelines - External two layer extruded polyethylene based coatings.

EN 12068. Cathodic protection. External organic coatings for the corrosion protection of buried or immersed steel pipelines used in conjunction with cathodic protection. Tapes and shrinkable materials.

EN 253. District heating pipes - Preinsulated bonded pipe systems for directly buried hot water networks - Pipe assembly of steel service pipe, polyurethane thermal insulation and outer casing of polyethylene.

EN 489. Preinsulated bonded pipe systems for underground hot water networks. Joint assembly for steel service pipes, polyurethane thermal insulation and outer casing of polyethylene.

EN ISO 10289. Methods for corrosion testing of metallic and other inorganic coatings on metallic substrates. Rating of test specimens and manufactured articles subjected to corrosion tests.

EN ISO 1183-1. Plastics -- Methods for determining the density of non-cellular plastics - Part 1: Immersion method, liquid pycnometer method and titration method.

EN ISO 527-1. Plastics -- Determination of tensile properties -- Part 1: General principles.

EN ISO 62. Plastics - Determination of water absorption.

IEC 60093. Methods of Test for Volume Resistivity and Surface Resistivity of Solid Electrical Insulating Materials.

IRAM 13485. Tubos de polietileno (PE) para suministro de agua y/o conducción de líquidos bajo presión.

IRAM 13485. Tubos de polietileno para suministro de agua y/o conducción de líquidos bajo presión.

IRAM 1456-3. Cintas y materiales termocontraíbles para la protección anticorrosiva de uniones y accesorios de tuberías de acero. Parte 3 - Métodos de ensayo.

IRAM 1576. FielTROS asfálticos saturados y techados asfálticos. Método de determinación de la pérdida por calentamiento y del comportamiento a la acción del calor.

IRAM 367. Evaluación de la conformidad. Elementos fundamentales de la certificación de productos.

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

IRAM-ISO 19011. Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión de la calidad y/o ambiental.

IRAM-ISO 9000. Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario.

IRAM-ISO 9001. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.

ISO 1133. Plastics - Determination of the melt mass-flow rate (MFR) and the melt volume-flow rate (MVR) of thermoplastics.

ISO 2506. Polyethylene pipes (PE) -- Longitudinal reversion -- Test methods and specification.

ISO 844 Rigid cellular plastics - Determination of compression properties.

ISO 845 Cellular plastics and rubbers - Determination of apparent (bulk) density.

ISO 8501-1. Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Visual assessment of surface cleanliness - Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings.

ISO 8503-5. Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Surface roughness characteristics of blast-cleaned steel substrates - Part 5: Replica tape method for the determination of the surface profile.

ISO TR 10837 - Determination of the thermal stability of polyethylene (PE) for use in gas pipes and fittings.

NACE RP 0188. Discontinuity (Holiday) Testing Of Protective Coatings.

NACE RP standard 0274 -High-Voltage Electrical Inspection of Pipeline Coatings.

NACE standard RP 0490 - Holiday Detection of Fusion-Bonded Epoxy External Pipeline Coatings of 250 to 760  $\mu\text{m}$  (10 to 30 mils).

NAG-110 Año 1986. Reglamentaciones sobre higiene y seguridad en el trabajo para las instalaciones de revestimiento anticorrosivo de cañerías de acero.

SSPC-PA 2. Paint Application Standards, Guides and Specifications - Measurement of Dry Coating Thickness with Magnetic Gages.

SSPC-SP 1. Surface preparation standards and specifications - Solvent Cleaning.

SSPC-SP 2. Surface preparation standards and specifications - Hand tool cleaning.

TP 206. Alyeska shear stress test (soil stress creep resistance).

**Bibliografía recomendada:**

NACE International Publication 10 D 199. Coating for the repair and rehabilitation of the external coatings of buried steel pipelines.

NACE RP 0375. Field-Applied Underground Wax Coating Systems for Underground Pipelines: Application, Performance, and Quality Control

NACE standard RP 0303 -Field-Applied Heat-Shrinkable Sleeves for Pipelines: Application, Performance, and Quality Control.

NACE standard TM0102 - Measurement of protective coating electrical conductance on underground pipelines.

**Notas:**

1.- Si alguna norma fuera discontinuada por su emisor, hasta tanto no sea reemplazada en esta norma por una equivalente, seguirá siendo aplicable para el caso.

2.- Para las normas en la que se indique el año de emisión, sólo se aplica la edición citada. Para las que no se indique la fecha, se aplica la última edición de la norma (incluyendo cualquier modificación de ésta).

## **9. Higiene y seguridad**

Para llevar a cabo las tareas de revestimiento para los distintos tipo de Grupos mencionados en esta norma, se debe respetar como mínimo lo indicado en la NAG-110 Año 1986, y toda aquella normativa, ordenanza o reglamentación vigente, que sobre el tema, sea de aplicación.

## **10. Marcado, rotulado y embalaje**

A menos que se indique otra cosa para el tipo de revestimiento, y cuando corresponda, los revestimientos deben llevar un rótulo en forma legible e inalterable, con la identificación mínima siguiente, además de lo que indiquen las disposiciones legales en vigencia:

- a) Marca registrada o el nombre del fabricante; para el caso de productos importados se indican los datos del importador.
- b) Industria de origen.
- c) Identificación del tipo de producto y su designación.
- d) Identificación del lote de producción, el número de control u otra marcación suficiente para asegurar la trazabilidad del producto.
- e) Logotipo de identificación de modelo aprobado, según lo indicado en el anexo IV de la Resolución ENARGAS N° 138/95 o la que en el futuro la reemplace.
- f) Número de matrícula de certificación.

Los envases deben llevar, además de lo indicado precedentemente, las condiciones de almacenamiento y estiba, como así también la fecha de vencimiento si correspondiera.

**GRUPO A**

**A. Revestimiento de base asfáltica con envolturas de refuerzo**

En la modificación de esta norma, se ha suprimido este revestimiento, por considerarse que en la actualidad su utilización ha sido superada por productos con mayor prestación, aplicación más sencilla y con menores riesgos para el Aplicador.

## GRUPO B

### B. Revestimientos laminados plásticos

Consisten en películas plásticas de base, tales como polietileno, polipropileno o polibutileno, que sirven de sostén a compuestos laminados que cubren una de sus caras o ambas. Estos compuestos están constituidos por caucho butílico, alquitrán de hulla con resinas plastificantes o la combinación de ellos, pudiendo llevar o no entramados de refuerzo, siendo a su vez aplicados en frío o en caliente según el tipo, sobre la superficie de acero previamente imprimada.

#### B.1. Propiedades físicas de la pintura imprimadora

La pintura imprimadora debe ser compatible con el adhesivo del laminado plástico y de la misma marca que éste.

El fabricante debe proveer la pintura adjuntando una hoja de datos técnicos con los valores mínimo y máximo y el método de ensayo de las siguientes propiedades:

- ◆ Tipo de solvente
- ◆ Punto de inflamación
- ◆ Densidad a 23 °C
- ◆ Contenido de sólidos, % en peso
- ◆ Contenido de compuestos aromáticos, % en volumen
- ◆ Viscosidad a 23 °C
- ◆ Rendimiento, en l/m<sup>2</sup>

### B.2. Propiedades físicas del laminado plástico

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Espesor del film base	mm	0,1	0,33	ASTM D 1000
Espesor del adhesivo	mm	0,5	--	ASTM D 1000
Espesor total	mm	0,75	--	ASTM D 1000
Resistencia a la tracción	N/cm	30	--	ASTM D 1000 / D 882
Elongación a la rotura	%	150	--	ASTM D 1000 / D 882
Velocidad de transmisión de vapor de agua	g/m <sup>2</sup> día	--	0,5	ASTM E 96
Absorción de agua	%	--	0,2	ASTM D 570
Rigidez dieléctrica	Kv/mm	15	--	ASTM D 1000
Resistencia de aislación	GΩ	500	--	ASTM D 1000 / D 257
Índice de saponificación	mg.OHK/g	--	10	EN 12068
Adherencia sobre acero imprimado	N/cm	22	--	EN 12068
Adherencia sobre el film base	N/cm	12	--	EN 12068
Resistencia a los hongos		satisfactorio		ASTM G 21
Resistencia a las bacterias		satisfactorio		IRAM 1456-3
Envejecimiento por calor		satisfactorio		EN 12068
Envejecimiento por migración de plastificantes		satisfactorio		EN 12068

### B.3. Propiedades físicas del sistema aplicado:

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Despegue catódico	mm <sup>2</sup>	--	1000	NAG-108, ANEXO B
Resistencia a la penetración (espesor residual)	mm	0,6	--	EN 12068
Resistencia específica	Ωm <sup>2</sup>	10 <sup>6</sup>	--	EN 12068
Resistencia al impacto:	N.m			EN 12068
∅ <sub>n</sub> ≤ 51 mm		3,5	--	
51 mm < ∅ <sub>n</sub> < 203 mm		4,25	--	
∅ <sub>n</sub> > 203 mm		5,0	--	
Adherencia:	N/cm			EN 12068
sobre acero imprimado		12	--	
sobre el film base		6	--	
Detección de fallas		satisfactorio		NAG-108, ANEXO C

Para laminados plásticos cuyos fabricantes establezcan que pueden ser utilizados a temperaturas de operación mayores a 30 °C, las siguientes propiedades físicas del sistema aplicado establecidas en B.3, deben ensayarse a esas temperaturas (T<sub>máx</sub>). Los valores de aceptación, mínimos o máximos deben ser los establecidos para temperatura de operación hasta 30 °C.

- Despegue catódico
- Resistencia a la penetración
- Adherencia sobre acero imprimado
- Adherencia sobre el film base

En el caso del despegue catódico las probetas deben sumergirse en una solución que se mantenga a  $T_{m\acute{a}x}$  durante todo el ensayo y para el caso resistencia a la penetración y adherencia las probetas deben encontrarse a la  $T_{m\acute{a}x}$  durante la realización del ensayo.

#### **B.4. Guía de aplicación**

Los laminados plásticos pueden ser indicados para aplicación manual o con máquinas en el revestimiento de uniones soldadas, tramos cortos de cañerías, caños camisa (únicamente para aquellos casos que sean instalados a cielo abierto, quedando prohibido su uso para los montajes por hincado o perforación dirigida), derivaciones domiciliarias, parches de soldaduras cuproaluminotérmicas y para el re-forrado de cañerías ya instaladas.

En todos los casos que el laminado se provea conforme el espesor total mínimo requerido, se debe aplicar en forma helicoidal y el solapado debe ser fijado por los usuarios, no pudiendo ser menor a 25,4 mm, o bien en doble capa dispuesta según la tabla indicada en B.4.1. Como excepción se pueden revestir en simple cobertura las cañerías de diámetros  $\leq 2"$ . En aquellos casos que el laminado sea provisto con un espesor total mínimo, tal que de por sí sea equivalente al conformado por una doble capa, se puede aplicar en simple cobertura (simple capa) respetando igualmente el solapado, anchos de cinta y sobrepuestos citados.

El fabricante debe indicar la tensión mínima y máxima recomendada de aplicación, expresada en kg por ancho cinta para cada rango de temperatura del laminado, del sustrato o ambos. Asimismo, debe recomendar el equipamiento y herramientas específicas necesarias.

##### **B.4.1. Anchos y sobrepuestos**

Para el revestimiento de uniones soldadas, tramos cortos de tubería, caños camisa, derivaciones domiciliarias y re-forrado de cañerías ya instaladas, se debe aplicar el laminado en forma helicoidal y el solapado debe ser fijado por los usuarios, no pudiendo ser menor a 25,4 mm, o bien en doble capa dispuesta según la siguiente tabla:

<b>Diámetro nominal del caño (mm)</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>Solapa mínima (mm)</b>
51	100	13
76	100	13
102	100	13
152	150	19
203	225	19
254	225	19
305	300	19
356	300	19
406	300	19
457	450	25
508	450	25
559	450	25
609	450	25
660	450	25
762	450	25

Los anchos de cinta especificados en esta tabla son de aplicación obligatoria.

#### **B.4.2. Preparación de la superficie**

La superficie de la cañería, previa a la aplicación de la pintura imprimadora y del laminado, debe estar libre de polvo, grasas, aceites o cualquier otro material extraño, los que deben eliminarse con solventes, detergentes o cualquier otro producto compatible con el revestimiento a aplicar.

Luego de la limpieza previa, la cañería debe arenarse o granallarse a "metal casi blanco", grado Sa 2½ de la norma ISO 8501-1.

Finalmente, para verificar la ausencia de polvo o residuos del proceso de arenado o granallado, inmediatamente antes de la aplicación del revestimiento, se debe observar el cumplimiento de lo indicado en el Anexo D de esta norma.

Si la superficie a revestir presenta irregularidades pronunciadas (cordones de soldaduras longitudinales o transversales, superficie corroída, etc.), donde puedan quedar cavidades formadas porque el laminado plástico no alcanza a adherir sobre toda la superficie de la cañería, éstas deben eliminarse empleando masticos o masillas de relleno que sean de la misma naturaleza química que el adhesivo del laminado plástico, a fin de asegurar la compatibilidad entre ambos.

### B.4.3. Condiciones ambientales

En todos los casos antes de aplicar la imprimación y el laminado plástico, la temperatura de la superficie metálica debe estar 3 °C por encima del punto de rocío, de lo contrario, la tarea de aplicación del revestimiento no se debe realizar.

### B.4.4. Rango admisible de temperatura

- ◆ De aplicación: según fabricante.
- ◆ De operación: según fabricante.

Para laminados plásticos cuyos fabricantes establezcan que pueden utilizarse a temperaturas de operación mayores a 30 °C, las propiedades físicas siguientes del sistema aplicado establecidas en B.3 deben ensayarse a esas temperaturas ( $T_{m\acute{a}x}$ ). Los valores de aceptación, mínimos o máximos son los establecidos para temperatura de operación hasta 30 °C.

- Despegue catódico
- Resistencia a la penetración
- Adherencia sobre acero imprimado
- Adherencia sobre el film base

En el caso de despegue catódico las probetas deben sumergirse en una solución que se mantenga a  $T_{m\acute{a}x}$  durante todo el ensayo y para el caso resistencia a la penetración y adherencia, las probetas deben encontrarse a la  $T_{m\acute{a}x}$  durante la realización del ensayo.

### B.4.5. Tensión de aplicación

Los laminados plásticos deben aplicarse manteniendo la tensión recomendada por el fabricante. En cañerías de diámetro nominal superior a 152 mm deben utilizarse procedimientos que aseguren el mantenimiento constante de esa tensión de aplicación. Por acuerdo entre Aplicador y Licenciataria pueden aplicarse laminados plásticos fuera de estos procedimientos en curvas, válvulas o piezas de diámetro o radio variables.

## B.5. Guía para la inspección

La inspección debe tener a su cargo la supervisión de las pruebas y ensayos que efectúe el Aplicador con el fin de controlar las condiciones ambientales, la limpieza de la superficie de acero, la

aplicación del revestimiento y sus características una vez aplicado. Dichos controles se realizan de acuerdo con los métodos de ensayo enunciados en esta norma.

### **B.5.1. Controles sistemáticos**

Los controles sistemáticos, es decir, los que deben realizarse con una frecuencia preestablecida, son los siguientes:

- Control de las condiciones ambientales (100% de las superficies a revestir).
- Control de la limpieza de la superficie (100% de las superficies a revestir).
- Control visual del aspecto (100% de las superficies revestidas).
- Detección eléctrica de fallas (100% de las superficies revestidas).
- Medición de espesores (según criterio de la Inspección).
- Resistencia al impacto (según criterio de la Inspección).
- Ensayo de penetración (según criterio de la Inspección).
- Adherencia -DIN 30670- (según criterio de la Inspección).

### **B.5.2. Controles no sistemáticos**

Todos los ensayos que figuran en esta norma, no mencionados en el B.5.1, se pueden efectuar al iniciar las tareas para una obra en particular a pedido del Inspector y se deben repetir como mínimo una vez al año o cuando existan dudas respecto de los materiales empleados.

### **B.5.3. Aceptación y rechazo**

Se deben rechazar los trabajos realizados con laminados plásticos que presenten las siguientes deficiencias:

- Protuberancias, hendiduras, irregularidad del solapado o cualquier otra irregularidad que discontinúe la superficie o espesor del revestimiento, los cuales deben ser lisos, homogéneos y uniformes.
- Tengan una o más fallas al ser chequeados con el detector eléctrico de fallas.

- No cumplan con el espesor mínimo especificado.
- No cumplan con el ensayo de adherencia.
- No cumplan con el valor de resistencia al impacto.
- No alcancen el valor de resistencia de penetración.

**B.5.4. Reparación**

Únicamente pueden repararse los tramos de cañería revestidos con laminados plásticos de longitud superior a 1 m que presenten algunas de las deficiencias descritas en B.5.3. Si éstas se presentan en tramos de cañería de longitud inferior o igual a 1 m, en juntas de soldadura o en parches de soldadura cuproaluminotérmica, se debe rehacer íntegramente el esquema de revestimiento.

## GRUPO C

### C. Revestimientos con cintas de polietileno con envoltura exterior de refuerzo

Los revestimientos a base de cintas de polietileno, están constituidos por una película de este material recubierta y un compuesto adhesivo, co-extrudados. En la fórmula del compuesto adhesivo intervienen materiales bituminosos, caucho butílico y resinas sintéticas.

Se emplean exclusivamente como revestimiento integral de cañerías.

El esquema completo consiste en el arrollamiento helicoidal de dos cintas: una interior, de protección anticorrosiva, aplicada sobre la superficie de acero previamente imprimada y, otra exterior, de protección mecánica.

#### C.1. Propiedades físicas de la pintura imprimadora

La pintura imprimadora debe ser compatible con el adhesivo de la cinta plástica y de la misma marca de ésta.

El fabricante debe proveer la pintura, adjuntando una hoja de datos técnicos con los valores máximo y mínimo y el método de ensayo de las siguientes propiedades:

- ◆ Tipo de solvente
- ◆ Punto de inflamación
- ◆ Densidad a 23 °C
- ◆ Contenido de sólidos (% en peso)
- ◆ Contenido de compuestos aromáticos (% en volumen)
- ◆ Viscosidad a 23 °C
- ◆ Rendimiento en l/m<sup>2</sup>

Requisitos para los revestimientos (según norma EN 12068)

Característica	Clase de temperatura de servicio	Unidad	Clase de resistencia mecánica					Método de ensayo
			A	B	C			
Resistencia al choque a 23°C <sup>1)</sup>	30/50/HT	J	≥ 4	≥ 8	≥ 15	≥ 15	≥ 15	Anexo H
Resistencia a la indentación presión (condición de ensayo) a 23°C a T <sub>máx.</sub>	30/--/-- --/50/HT	N/mm <sup>2</sup>	0,1 0,1	1,0 1,0	10,0 10,0	10,0 10,0	10,0 10,0	Anexo G
Detector de defectos o espesor residual	--	mm	pasa ≥ 0,6	pasa ≥ 0,6	pasa ≥ 0,6	pasa ≥ 0,6	pasa ≥ 0,6	
Resistencia específica al aislamiento eléctrico R <sub>S100</sub> R <sub>S100</sub> /R <sub>S70</sub> <sup>2)</sup>	30/50/HT	Ωm <sup>2</sup> --	≥ 10 <sup>6</sup> ≥ 0,8	≥ 10 <sup>6</sup> ≥ 0,8	≥ 10 <sup>8</sup> ≥ 0,8	≥ 10 <sup>8</sup> ≥ 0,8	≥ 10 <sup>8</sup> ≥ 0,8	Anexo J
Resistencia al despegue catódico a 23°C a T <sub>máx.</sub>	30/50/HT --/50/HT	mm mm	≤ 20	≤ 20	≤ 10 <sup>3)</sup>	≤ 15	≤ 20	Anexo K
Resistencia al desprendimiento capa a capa <sup>4) 5)</sup> -interior a interior+exterior a interior a 23°C a T <sub>máx.</sub> -exterior a exterior	30/50/HT --/50/HT 30/50/HT --/50/HT	N/mm	≥ 0,8 ≥ 0,2 ≥ 0,2 ≥ 0,2	≥ 0,8 ≥ 0,2 ≥ 0,2 ≥ 0,2	≥ 1,0 ≥ 0,2 ≥ 0,2 ≥ 0,2	≥ 1,5 ≥ 0,2 ≥ 0,2 ≥ 0,2	≥ 1,5 ≥ 0,2 ≥ 0,2 ≥ 0,2	Anexo B
Resistencia al desprendimiento del recubrimiento <sup>6)</sup> de la superficie del tubo a 23°C a T <sub>máx.</sub> del recubrimiento de fábrica a 23°C a T <sub>máx.</sub>	30/50/HT --/50/HT 30/50/HT --/50/HT	N/mm	≥ 0,4 ≥ 0,04 ≥ 0,2 ≥ 0,02	≥ 0,4 ≥ 0,04 ≥ 0,2 ≥ 0,02	≥ 0,5 ≥ 0,05 ≥ 0,4 ≥ 0,04	≥ 0,75 ≥ 0,075 ≥ 0,4 ≥ 0,04	≥ 1,0 ≥ 0,1 ≥ 0,4 ≥ 0,04	Anexo C
Resistencia al esfuerzo cortante <sup>4)</sup> a 23°C a T <sub>máx.</sub>	30/50/HT --/50/HT	N/mm <sup>2</sup>	≥ 0,05 ≥ 0,05	≥ 0,05 ≥ 0,05	≥ 0,05 ≥ 0,05	≥ 0,05 ≥ 0,05	≥ 0,05 ≥ 0,05	Anexo D

1) Véase el apartado 4.1.2.4. los recubrimientos deben cumplir todos los requisitos de una columna  
2) Si la resistencia específica de aislamiento eléctrico después de 70 días es menor que 10 veces el valor especificado para 100 días.  
3) Por acuerdo entre fabricante y el usuario  
4) No es exigible a las cintas de petrolato de clase A  
5) No es exigible para las cintas bituminosas de clase a clase B.  
6) Si el resultado obtenido para las cintas bituminosas o las cintas de polímero reforzadas es menor que 0,4 N/mm, el espesor residual del compuesto bituminoso o del compuesto bituminoso adhesivo sobre la superficie del tubo o sobre el recubrimiento de fábrica debe ser ≥ 0,25 mm  
7) Las cintas de petrolato deben ser capaces de adherirse y de permanecer unidas a todas las superficies metálicas limpias y deben dejar una película de compuesto sobre el metal cuando se desprenden en un ángulo de 180°C, 30 min después de su aplicación.

Los revestimientos deben cumplir los requisitos que se especifican en la tabla precedente para las clases siguientes:

**Clase A:** Revestimiento que tiene una resistencia mecánica baja.

**Clase B:** Revestimiento que tiene una resistencia mecánica media.

**Clase C:** Revestimiento que tiene una resistencia mecánica alta.

### C.2. Guía de aplicación

La aplicación de las cintas plásticas de polietileno, tanto interior como exterior, se puede realizar en línea o en plantas fijas, mediante equipos para tal fin, que mantengan en forma permanente la tensión (para cada rango de temperatura del rollo y del sustrato) y el solapado recomendado por el fabricante.

No se permite su uso en aplicaciones manuales.

#### C.2.1. Anchos y sobrepuestos

En todos los casos ambas cintas plásticas -interior y exterior- se aplican con un solapado que debe ser fijado por los usuarios, no pudiendo ser menor a 25,4 mm. A su vez la exterior se ajusta sobre la interior, desfasada en la mitad del ancho a fines de sellar el solape de ésta.

Los anchos exigidos para cada diámetro de caño, son los que figuran en la siguiente tabla:

Diámetro nominal del caño (mm)	Ancho de cinta (mm)
51	100
76	100
102	100
152	150
203	225
254	225
305	300
356	300
406	300
457	450
508	450
559	450
609	450
660	450
762	450

#### C.2.2. Preparación de la superficie

La superficie de la cañería, previa a la aplicación de la pintura imprimadora y del laminado, debe estar libre de polvo, grasas,

aceites o cualquier otro material extraño, los que deben eliminarse con solventes, detergentes o cualquier otro producto compatible con el revestimiento a aplicar.

Luego de la limpieza previa, la cañería se debe granallar a "metal casi blanco", grado Sa 2½ de la norma ISO 8501-1. Finalmente, para verificar la ausencia de polvo o residuos del proceso de granallado, inmediatamente antes de la aplicación del revestimiento, se debe observar el cumplimiento de lo indicado en el Anexo D de esta norma.

Si la superficie a revestir presenta irregularidades pronunciadas, éstas deben eliminarse. Particularmente en el caso de los cordones de soldaduras longitudinales o transversales, éstos deben recubrirse mediante cintas del grupo B, que sean de la misma marca y de la misma naturaleza química que el adhesivo de la cinta plástica, a los efectos de asegurar la compatibilidad entre ambos.

En caso de efectuarse el revestimiento en línea, la cañería debe granallarse y sometida a imprimación, en planta. La pintura imprimadora aplicada debe cumplir la función de preservar la limpieza de la superficie durante el tiempo que transcurre entre la salida de la planta y el revestimiento en obra. Este producto debe eliminarse mediante la cepilladora de línea para luego realizar la imprimación definitiva y el encintado final.

### **C.2.3. Condiciones ambientales**

En todos los casos antes de aplicar la imprimación y el laminado plástico, la temperatura de la superficie metálica debe estar 3 °C por encima del punto de rocío, de lo contrario las tareas deben interrumpirse.

### **C.2.4. Rango admisible de temperatura**

- ◆ De aplicación: según el fabricante.
- ◆ De operación: según el fabricante.

Para cintas de polietileno con envoltura exterior de refuerzo cuyos fabricantes establezcan que pueden utilizarse a temperaturas de operación mayores a 30 °C, las propiedades físicas siguientes del sistema aplicado establecidas en C.1 deben ensayarse a esas temperaturas ( $T_{m\acute{a}x}$ ). Los valores de aceptación, mínimos o máximos son los que se establecen para temperatura de operación hasta 30 °C.

- Despegue catódico
- Resistencia a la penetración
- Adherencia sobre acero imprimado
- Adherencia sobre el film base

En el caso de despegue catódico las probetas deben sumergirse en una solución que se mantenga  $T_{m\acute{a}x}$  durante todo el ensayo y para el caso resistencia a la penetración y adherencia las probetas deben encontrarse a  $T_{m\acute{a}x}$  durante la realización del ensayo.

### **C.3. Guía para la inspección**

La inspección debe tener a su cargo la supervisión de las pruebas y ensayos que efectúe el Aplicador con el fin de controlar las condiciones ambientales, la limpieza de la superficie de acero, la aplicación del revestimiento y sus características una vez aplicado. Dichos controles se realizan de acuerdo con los métodos de ensayo enunciados en esta norma.

#### **C.3.1. Controles sistemáticos**

Los controles sistemáticos, es decir, los que deben realizarse con una frecuencia preestablecida, son los siguientes:

- ◆ Control visual del aspecto (100 % de las superficies revestidas).
- ◆ Detección eléctrica de fallas (100 % de las superficies revestidas).
- ◆ Control de condiciones ambientales (cada 3 h como mínimo).
- ◆ Control de limpieza de superficie (según criterio de la Inspección).
- ◆ Medición de espesores (según criterio de la Inspección).
- ◆ Resistencia al impacto (según criterio de la Inspección).
- ◆ Ensayo de penetración (según criterio de la Inspección).
- ◆ Adherencia (ASTM D 1000) (según criterio de la Inspección).

**C.3.2. Controles no sistemáticos**

Todos los ensayos que figuran en esta norma, no mencionados en el punto C.3.1., se pueden efectuar al iniciar las tareas para una obra en particular, a pedido del Inspector y se deben repetir como mínimo una vez al año, o cuando existan dudas respecto de los materiales empleados.

**C.3.3. Aceptación y rechazo**

Se deben rechazar los trabajos realizados con cintas plásticas que presenten las siguientes deficiencias:

- a) Protuberancias, hendiduras o cualquier otra irregularidad que discontinúe la superficie del revestimiento, la cual debe ser lisa, homogénea y uniforme.
- b) Tengan cinco o más fallas al ser chequeados con el detector eléctrico.
- c) No cumplan el espesor mínimo especificado.
- d) No cumplan con el ensayo de adherencia.
- e) No cumplan con el valor de resistencia al impacto.
- f) No alcancen el valor de resistencia a la penetración.

**C.3.4. Reparación**

Los caños o tramos de cañería revestidos con cintas plásticas pueden repararse únicamente con laminados plásticos del Grupo B.

En el caso de revestimiento en planta se aceptará la reparación de hasta un máximo del 5% de la producción diaria, de aquellos caños que se hayan rechazado según el apartado C.3.3. El exceso de ese valor debe ser reprocesado.

**GRUPO D**

**D. Mastics asfálticos**

En la modificación de esta norma, se ha suprimido este revestimiento por considerarse que en la actualidad su utilización ha sido superada por productos con mayor prestación, aplicación más sencilla y con menores riesgos para el Aplicador.

## GRUPO E

### E. Revestimiento a base de resinas epoxi

Los revestimientos a base de resinas epoxi se obtienen por la reacción química de su polimerización, sobre la superficie de acero. Este proceso se acelera por un endurecedor o catalizador, en el caso de las pinturas epoxi líquidas o por el suministro de calor, en el caso de las resinas epoxi en polvo.

## SUBGRUPO E.1

### E.1.1. Revestimientos a base de resinas epoxi en polvo

Las resinas epoxi en polvo (FBE -Fusion Bonded Epoxy) se emplean para la cobertura integral de cañerías y accesorios (válvulas, bridas, tes de derivación, etc.), previamente calentadas a la temperatura recomendada por el fabricante, en plantas de revestimiento especialmente montadas para ese fin. También se pueden aplicar para el revestimiento de uniones soldadas en obra con equipos especiales de campo.

La aplicación se puede efectuar por dos métodos distintos:

- Lecho fluidificado.
- Sistema electrostático.

#### E.1.1.1. Propiedades físicas de la resina

El Aplicador debe recibir del fabricante de la resina en polvo, una certificación por cada partida de material, con los siguientes datos:

- a) Fecha de fabricación y número de partida.
- b) Nombre del fabricante y lugar de origen del material.
- c) Nombre y tipo de resina epoxi en polvo.
- d) Clasificación según norma ASTM D 1763.
- e) Tamaño de partículas y su distribución.
- f) Densidad.
- g) Condiciones de estabilidad durante el almacenamiento.
- h) Rango de temperaturas de aplicación.
- i) Rango y límites de temperaturas de operación del caño revestido.
- j) Contenido de humedad.
- k) Espectrograma infrarrojo.
- l) Curva de curado.

- m) Tiempo de gelificación (Gel time).
- n) Análisis térmico por Calorímetro de Barrido Diferencial (DSC).

En la certificación se debe indicar para cada propiedad la norma de aplicación.

**E.1.1.2. Propiedades físicas del sistema aplicado**

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Despegue catódico (24 h, 65°C, 3.5V)	(radio) mm	--	6,5	CAN/CSA-Z245.20
Despegue catódico (28 días, 20°C, 1.5V)	(radio) mm	--	8,5	CAN/CSA-Z245.20
Despegue catódico (28 días, 65°C, 1.5V)	(radio) mm	--	20	CAN/CSA-Z245.20
Resistencia específica	$\Omega.m^2$	$10^8$	--	EN ISO 10289
Medición de espesores: normal reforzado	$\mu m$	350 500	-- --	SSPC-PA 2
Resistencia al impacto: proyectil $\varnothing$ 16 mm  $\varnothing_n \leq 51$ mm $51$ mm < $\varnothing_n$ < 203 mm $\varnothing_n > 203$ mm	J	3,5 4,25 5,0	-- -- --	EN ISO 10289
Resistencia a la indentación: 48 h 24-48 h	%	-- --	30 5	EN ISO 10289
Flexibilidad a 0 °C –radio 1,5 grados-	N°	sin fisuras	--	CAN/CSA-Z245.20
Características térmicas:  Diferencia de temperatura de transición vítrea $\Delta T_g$	°C	--	el declarado por el fabricante	CAN/CSA-Z245.20
Grado de polimerización	%	96	--	CAN/CSA-Z245.20
Examen visual de la película:  Porosidad interfacial Porosidad transversal	Grado	-- --	4 4	CAN/CSA-Z245.20
Resistencia a la abrasión (c/s 17, 1000 g, 5000 ciclos)	g	--	0,5	ASTM D 1044
Adherencia	Grado	3	--	CAN/CSA-Z245.20
Envejecimiento por calor	satisfactorio			EN ISO 10289
Detección de fallas	satisfactorio			NAG-108, ANEXO C
Aspecto visual	La superficie pintada debe ser lisa, homogénea y uniforme. No debe presentar protuberancias, hendiduras o cualquier otra irregularidad.			

Para la calificación de un producto se debe requerir la realización de los dos ensayos de despegue catódico (a 28 días), a los que hace referencia la tabla.

En cambio, para el control de calidad de rutina en la planta de revestimiento se acepta la realización del ensayo de despegue catódico acelerado (24h, 65°C, 3.5V).

Las propiedades de despegue catódico, resistencia a la indentación, adherencia y resistencia a la tensión del suelo (Soil-Stress), deben evaluarse con probetas que se encuentren a la máxima temperatura de operación continua establecida por cada fabricante para su producto.

En el ensayo de despegue catódico los valores de aceptación establecidos para el ensayo a 20 °C rigen para ensayos a temperaturas entre 20 °C y 64 °C; los establecidos para el ensayo a 65 °C para ensayos a temperaturas entre 65 °C y 94 °C, y los establecidos para el ensayo a 95 °C para ensayos a temperaturas mayores de 95 °C.

Para la calificación del prototipo la verificación del despegue catódico también se realiza en el ensayo de despegue catódico (24 h, 65°C, 3.5V).

### **E.1.2. Guía de aplicación**

Las resinas epoxi en polvo fundido descrito como subgrupo E.1 se emplean para el revestimiento integral de cañerías o de accesorios. La aplicación se efectúa en Plantas de Revestimientos hasta una distancia de los extremos de 150 mm como máximo, a efectos de la ejecución de la unión soldada, con la excepción de los caños para instalaciones domiciliarias. Esta última también puede recubrirse con la misma resina, empleando equipos de limpieza, calentamiento y pintado en campo especialmente diseñados para ese propósito.

#### **E.1.2.1. Preparación de la superficie**

La superficie de acero, previa a la aplicación del revestimiento, debe estar libre de: polvos, grasas, aceites o cualquier otro material extraño, los que deben eliminarse con solventes, detergentes o productos compatibles con el revestimiento a aplicar.

A continuación, la cañería debe granallarse (en el caso de los accesorios se pueden arenar) a "metal casi blanco", grado Sa 2½ de la norma ISO 8501-1.

Luego del granallado (arenado) el perfil de rugosidad debe estar comprendido entre 80 µm ± 20 µm.

Finalmente, para verificar la ausencia de polvo o residuos del proceso de granallado, inmediatamente antes de la aplicación del revestimiento, se debe observar el cumplimiento de lo indicado en el Anexo D de esta norma.

### E.1.2.2. Condiciones ambientales

No se puede aplicar el revestimiento cuando la humedad relativa ambiente (HR) supere el 85%. En caso de interrupción del proceso, la superficie ya granallada (arenada) se puede revestir de acuerdo con las siguientes pautas:

- si  $HR > 80\%$ , dentro de las 2 h
- si  $70\% < HR \leq 80\%$ , dentro de las 3 h
- si  $HR \leq 70\%$ , dentro de las 4 h

Superadas las 4 h de interrupción, la cañería debe granallarse nuevamente.

En todos los casos la temperatura del caño o accesorio debe estar  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$  por encima del punto de rocío, de lo contrario, las tareas deben interrumpirse.

### E.1.2.3. Rangos de presión de operación

Las resinas epoxi en polvo fundido se aplican en espesor normal para cañerías cuya presión de operación sea menor o igual a 1,5 bar. Para presiones mayores se realiza en espesor reforzado.

### E.1.2.4. Rangos de temperatura de operación

La temperatura máxima ( $T_{\text{máx}}$ ) de operación de las cañerías revestidas con resinas FBE la establece el fabricante. Los espesores de película mínimos para esa temperatura son los fijados en E.1.2.3. o mayores por acuerdo entre partes.

Para FBE cuyos fabricantes establezcan que pueden ser utilizados a temperaturas de operación mayores a  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , las siguientes propiedades físicas del sistema aplicado se establecen en E.1.1.2:

- Despegue catódico
- Resistencia a la indentación
- Adherencia sobre acero imprimado
- Características térmicas

Deben ensayarse a esas temperaturas ( $T_{\text{máx}}$ ).

En el caso de resistencia a la indentación y adherencia sobre el acero imprimado las probetas deben encontrarse a  $T_{m\acute{a}x}$  durante la realización del ensayo.

Para las características térmicas (diferencia de temperatura de transición vítrea y grado de polimerización) deben verificarse los valores especificados por el fabricante para ensayos realizados según E.1.3.1 (CAN/CSA Z245.20).

### **E.1.2.5. Características del terreno**

Para el caso de terrenos con rellenos sanitarios o con posibles o efectivos derrames de hidrocarburos son, junto a los subgrupos E.2, G4 y G5, únicas alternativas de revestimiento.

### **E.1.2.6. Revestimiento de las uniones soldadas**

Las uniones soldadas de las cañerías que operan hasta 30 °C se pueden revestir con laminados plásticos del Grupo B, solapados al 50%, previa verificación de su compatibilidad sobre el sustrato pintado con epoxi.

Las uniones soldadas de las cañerías que operan hasta 50°C se deben revestir con:

- Mantas termocontraíbles adecuados a la temperatura de servicio.
- Las mismas resinas epoxi en polvo aplicadas con equipo de campo en espesores iguales al del revestimiento base.
- Resinas epoxi líquidas, en espesores iguales al del revestimiento base.

### **E.1.2.7. Calentamiento de la superficie**

El calentamiento del sustrato metálico previo a la aplicación de las resinas epoxi en polvo se puede efectuar por:

- a) Inducción con equipos fijos o de campo.
- b) Con hornos o quemadores de gas natural o licuado.

De las dos alternativas técnicas, se dará preferencia a la primera.

### E.1.3. Guía para la inspección

La inspección debe tener a su cargo la supervisión de las pruebas y ensayos que efectúe el Aplicador con el fin de controlar las condiciones ambientales, la limpieza de la superficie de acero, la aplicación del revestimiento y sus características una vez aplicado. Dichos controles se realizan de acuerdo con los métodos de ensayo enunciados en esta norma.

#### E.1.3.1. Controles sistemáticos

Los controles sistemáticos, es decir, los que se deben efectuar permanentemente y con una frecuencia preestablecida, son los siguientes:

- Control visual del aspecto (100% de la producción).
- Detección eléctrica de fallas (100% de la producción).
- Control de la distancia del revestimiento al extremo del caño (100% de la producción).

Como mínimo una vez por cada turno de 8 h de producción se realizan los siguientes ensayos:

- Análisis térmico del polvo y del revestimiento aplicado mediante calorímetro de escaneo diferencial (DSC).
- Flexibilidad.
- Examen visual de la película (porosidades interfacial y transversal).

Como mínimo dos veces por cada turno de 8 h de producción se realizan los siguientes ensayos:

- Resistencia al impacto.
- Adherencia.
- Control de limpieza de superficie y perfil de granallado.
- Control de condiciones ambientales.

Como mínimo una vez cada 48 h se deben efectuar pruebas de:

- Resistencia a la indentación.

- Despegue catódico, 24 h a 85 °C (CAN/CSA-Z245.20).

Como mínimo al 20% de la producción se la somete a la medición de espesores.

### **E.1.3.2. Controles no sistemáticos**

Todos los ensayos que figuran en los apartados E.1.1.1. y E.1.1.2. no mencionados en E.1.3.1., se pueden realizar, a criterio de la Inspección, cuando:

- Inicia las tareas de un obrador.
- Comienza una obra en particular.
- El Aplicador cambie de marca o tipo de materia prima.
- Existan dudas acerca del material empleado o del funcionamiento de la Planta y se deben repetir como mínimo una vez al año.

### **E.1.3.3. Aceptación y rechazo**

Se deben rechazar los caños o accesorios que no satisfagan las exigencias del punto E.1.3.1. y queden observados todos los producidos desde el último ensayo satisfactorio hasta el ensayo fallido en cuestión. Sobre estos últimos se repite la prueba en tres muestras elegidas al azar, las cuales deben dar resultado satisfactorio, de lo contrario, se rechazan los mencionados caños o accesorios observados.

Si sólo se tratara de fallas detectadas en el ensayo de detección eléctrica de fallas, el número tolerable de éstas en función de la longitud del caño revestido, debe responder a la norma CAN/CSA Z245.20 (apartado 7.3.2.8.2.2. de dicha norma). En piezas de superficie irregular, la cantidad tolerable de fallas reparables queda a criterio de la Inspección de obra.

## SUBGRUPO E.2

### Tipo A

#### E.2.1.A. Revestimientos a base de resinas epoxi líquidas con solventes

Las resinas epoxi líquidas pueden ser o no bituminosas. En ambos casos deben ser autoimprimantes, es decir, de aplicación directa sobre el sustrato metálico, con o sin calentamiento previo de la superficie o de los componentes del producto, con solventes. La temperatura máxima admisible del sustrato, de los componentes y de la operación continua, debe ser la recomendada por el fabricante.

##### E.2.1.1.A Propiedades físicas de la resinas epoxi líquidas

El Aplicador debe recibir del fabricante de la resina epoxi líquida, una certificación por cada partida de material con los siguientes datos:

- a) Fecha de fabricación y número de partida.
- b) Nombre del fabricante y lugar de origen del material.
- c) Marca, tipo y color de pintura.
- d) Densidad (de cada componente y de la mezcla).
- e) Contenido de sólidos.
- f) Relación de mezclado.
- g) Punto de inflamación (de cada componente).
- h) Vida útil de los componentes sin mezclar en sus envases originales (shelf-life).
- i) Vida útil de la mezcla a distintas temperaturas (pot-life)
- j) Espesor máximo obtenido sin "descuelgue".
- k) Tiempos de curado a distintas temperaturas.
- l) Temperaturas límite de aplicación y de operación continua.

**E.2.1.2.A Propiedades físicas del sistema aplicado**

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Despegue catódico (24 h, 65°C, 3.5V)	(radio) mm	--	6,5	CAN/CSA-Z245.20
Despegue catódico (28 días, 20°C, 1.5V)	(radio) mm	--	8,5	CAN/CSA-Z245.20
Despegue catódico (28 días, 65°C, 1.5V)	(radio) mm	--	20	CAN/CSA-Z245.20
Resistencia específica	$\Omega.m^2$	$10^8$	--	EN ISO 10289
Medición de espesores: cobertura normal cobertura reforzada	$\mu m$	350 500	-- --	SSPC-PA 2
Resistencia al impacto: proyectil $\varnothing$ 16 mm  $\varnothing_n \leq 51$ mm $51$ mm < $\varnothing_n$ < 203 mm $\varnothing_n > 203$ mm	J	 3,5 4,25 5,0	 -- -- --	EN ISO 10289
Resistencia a la indentación: 48 h 24-48 h	%	-- --	30 5	EN ISO 10289
Flexibilidad a 0 °C -radio 1,5 grados-	N°	sin fisuras	--	CAN/CSA-Z245.20
Adherencia	Grado	3	--	CAN/CSA-Z245.20
Niebla salina (1000 h)	mm	--	3,5	ASTM B-117
Resistencia a la abrasión (c/s 17, 1000 g, 5000 ciclos)	g	--	0,5	ASTM D 1044
Inmersión en agua caliente	satisfactorio			CAN/CSA-Z245.20
Soil Stress	satisfactorio			CAN/CSA-Z245.20
Detección de fallas	satisfactorio			NAG-108, ANEXO C

Las propiedades de despegue catódico, resistencia a la indentación, adherencia y soil-stress, deben evaluarse con probetas que se encuentren a la máxima temperatura de operación continua establecida por cada fabricante para su producto.

En el ensayo de despegue catódico se adoptan como valores de aceptación los establecidos para el ensayo a 20 °C para ensayos a temperatura mayor de 20 °C hasta 64 °C; los establecidos para el ensayo a 65 °C para ensayos a temperatura mayor de 65 °C.

Para la calificación del prototipo la verificación del despegue catódico también se realiza en el ensayo de despegue catódico (24 h, 65°C, 3.5V).

**E.2.2.A. Guía de aplicación**

Las resinas epoxi líquidas se pueden emplear solamente para el revestimiento de tramos de cañerías o accesorios ya instaladas en tareas de reacondicionamiento o para el revestimiento de piezas irregulares nuevas.

La operación de pintado se hace:

- a) En plantas de revestimiento, en talleres de montajes o en fábricas de accesorios, exclusivamente con equipos "air less" o sopletes convencionales.
- b) En trabajos de campo (reacondicionamiento de cañerías o accesorios ya instalados, pintado de juntas de soldadura, etc.), se pueden emplear, además de los mencionados en a), pinceles o rodillos.

En el caso de tramos de cañerías o accesorios que conduzcan gas natural que hayan de operar aéreos o en cámara (por ej.: plantas reguladoras) sólo se pueden pintar con epoxi no-bituminoso de color amarillo IRAM-DEF D 1054.

#### **E.2.2.1.A Preparación de la superficie**

Ídem E.1.2.1.

#### **E.2.2.2.A Condiciones ambientales**

Ídem E1.2.2.

### **E.2.3.A. Guía para la inspección**

La inspección debe tener a su cargo la supervisión de las pruebas y ensayos que efectúe el Aplicador con el fin de controlar las condiciones ambientales, la limpieza de la superficie de acero, la aplicación del revestimiento y sus características una vez aplicado. Dichos controles se realizan de acuerdo con los métodos de ensayo enunciados en esta norma.

#### **E.2.3.1.A Controles sistemáticos**

Los controles sistemáticos, es decir, los que se deben efectuar permanentemente y con una frecuencia preestablecida, son los siguientes:

- Control visual del aspecto (100% de la producción).
- Detección eléctrica de fallas (100% de la producción).
- Control de la distancia del revestimiento al extremo del caño o accesorio (100% de la producción).

Como mínimo dos veces por cada turno de 8 h de producción se realizan los siguientes ensayos:

- Control de limpieza de superficie y perfil de granallado.

- Control de condiciones ambientales.
- Resistencia al impacto.
- Adherencia.

Como mínimo una vez cada 48 h se efectuarán los siguientes controles:

- Resistencia a la indentación.
- Despegue catódico (CAN/CSA-Z245.20).

Como mínimo al 20% de la producción se la someterá a la medición de espesores.

### **E.2.3.2.A Controles no sistemáticos**

Todos los ensayos que figuran en los puntos E.2.1.1.A y E.2.1.2.A no mencionados en E.2.3.1.A, se pueden realizar, a criterio de la Inspección, cuando:

- Inicia las tareas de un obrador.
- Comienza una obra en particular.
- El Aplicador cambie de marca o tipo de materia prima.
- Existan dudas acerca del material empleado o del funcionamiento de la Planta y se deben repetir como mínimo una vez al año.

### **E.2.3.2.A Aceptación y rechazo**

Se deben rechazar los caños o accesorios que no satisfagan las exigencias del punto E.2.3.1.A y queden observados todos los producidos desde el último ensayo satisfactorio hasta el ensayo fallido en cuestión. Sobre estos últimos se repite la prueba en tres muestras elegidas al azar, las cuales deben dar resultado satisfactorio, de lo contrario, se rechazan los mencionados caños o accesorios observados.

Si sólo se tratara de fallas descubiertas en el ensayo de detección eléctrica de fallas, el número tolerable de éstas en función de la longitud del caño revestido, debe responder a la CAN/CSA Z245.20 (apartado 7.3.2.8.2.2. de dicha norma). En piezas de superficie irregular, la cantidad tolerable de fallas reparables queda a criterio de la Inspección de obra.

**SUBGRUPO E.2****Tipo B****E.2.1.B. Revestimientos a base de resinas epoxi líquidas 100% de sólidos**

**E.2.1.1.B. Descripción:** Epoxy líquido 100% de sólidos, sin contenido de componentes volátiles ni isocianatos; curado completo hacia un revestimiento de alto comportamiento.

**E.2.1.2.B. Aplicaciones:** Revestimiento integral de tuberías, válvulas, accesorios, zonas de soldadura y rehabilitación de tuberías. Espesor mínimo recomendado 450 µm.

**E.2.1.3.B. Requisitos de la superficie para su aplicación:** "metal casi blanco", grado Sa 2½ de la norma ISO 8501-1, perfil de 80 µm ± 20 µm.

**E.2.2.B. Propiedades típicas de revestimiento aplicado**

Propiedad	Temp. de ensayo	Unidad	Valor	Método de ensayo (*)
Espesor mínimo	--	µm	por acuerdo	Anexo A
Inspección visual	--	--	película continua y uniforme libre de combas y decoloración (cuando sea de aplicación)	--
Detección de falla	--	kV/mm	5	Anexo B
Resistencia al impacto (detección de falla a 5 kV/mm)	20°C -5°C	J/mm	≥ 3 ≥ 1,5	Anexo G
Despegue catódico a 28 días	23°C	mm	≤ 8	Anexo F
	T <sub>máx.</sub> limitada a 95 °C	mm	≤ 15	
Resistencia a la indentación a 10 N/mm <sup>2</sup> (detección de falla a 5 kV/mm)	T <sub>máx.</sub>	% DFT	≤ 30	Anexo H
Dureza (Shore A o D)	23°C	--	según la especificación del fabricante	ISO 868
Adherencia a la superficie del caño	20°C	MPa	≥ 10 rango 1	ISO 4624 Anexo C
Adherencia del recubrimiento en planta	20°C	MPa	≥ 3,5	ISO 4624
Adherencia del recubrimiento en planta	20°C	--	Rango 1	Anexo C
Adherencia a la superficie del caño después de 28 días en ensayo de inmersión de agua caliente a T <sub>máx.</sub> limitada al Anexo I	20°C	MPa	≥ 7	Anexo I más ISO 4624
Adherencia del recubrimiento en planta después de 28 días en ensayo de inmersión de agua caliente a T <sub>máx.</sub> limitada al Anexo I	20°C	--	rango 2	Anexo I más Anexo C
Adherencia del recubrimiento en planta después de 28 días en ensayo de inmersión de agua caliente a T <sub>máx.</sub> limitada al Anexo I	20°C	MPa	≥ 2	ISO 4624
Resistencia a la aislación eléctrica específica (R <sub>S100</sub> )	23°C	Ω m <sup>2</sup>	10 <sup>6</sup>	Anexo K
R <sub>S100</sub> /R <sub>S70</sub>	--	--	0,80	--

(\*) según la ISO 21809-3

### E.2.3 B Guía de aplicación

Las resinas epoxi líquidas se pueden emplear para el recubrimiento de tramos de cañerías, juntas soldadas, accesorios, piezas irregulares, nuevos o ya instalados en tareas de reacondicionamiento de éstos.

La operación de pintado se debe realizar:

- a) En plantas de revestimiento, en talleres de montajes o en fábricas de accesorios, se utilizan con equipos aprobados por el fabricante del epoxi líquido.
- b) En trabajos de campo (reacondicionamiento de cañerías o accesorios ya instalados, pintado de juntas de soldadura, etc.), se pueden emplear, además de lo mencionado en a), pinceles, rodillos, u otra herramienta aprobada.

En el caso de tramos de tuberías o accesorios que conduzcan gas natural que hayan de operar aéreos o en cámara (por ej. plantas reguladoras) sólo se pueden pintar con epoxi no-bituminoso de color amarillo según IRAM DEF 5-050.

#### E.2.3.1 B Preparación de la superficie

La superficie de acero, previo a la aplicación del revestimiento, debe estar libre de polvo, grasas, aceites o cualquier otro material extraño. Éstos deben eliminarse con solventes, detergentes o productos compatibles con el recubrimiento a aplicar.

A continuación, la cañería debe granallarse o arenarse a "metal casi blanco", grado Sa 2½ de la norma ISO 8501-1.

Luego del granallado (arenado) el perfil de rugosidad debe estar comprendido entre  $(80 \pm 20) \mu\text{m}$ .

Finalmente, para verificar la ausencia de polvo o residuos del proceso de granallado, inmediatamente antes de la aplicación del revestimiento, se debe observar el cumplimiento de lo indicado en el Anexo D de esta norma.

#### E.2.3.2.B Condiciones ambientales

No se puede aplicar el revestimiento en caso que la humedad relativa ambiente (HR) supere el 85%. En caso de interrupción del proceso, la superficie ya granallada (arenada) se puede revestir de acuerdo con las siguientes pautas:

- Si  $HR > 80\%$ , dentro de las 2 h
- Si  $70\% < HR \leq 80\%$  dentro de las 3 h
- Si  $HR \leq 70\%$  dentro de las 4 h

Superadas las 4 h de interrupción, la cañería debe granallarse o arenarse nuevamente.

En todos los casos la temperatura del tubo o accesorio debe estar  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$  por encima del punto de rocío, de lo contrario las tareas deben interrumpirse.

### **E.2.3.3.B Calentamiento de la superficie**

El calentamiento del sustrato metálico previo a la aplicación de las resinas epoxi líquidas se puede efectuar por:

- a) Inducción con equipos fijos o de campo.
- b) Con hornos o quemadores de gas natural o licuado.

De las dos alternativas técnicas, se da preferencia a la primera.

### **E.2.4.B Guía para la inspección**

La inspección debe tener a su cargo la supervisión de las pruebas y ensayos que efectúe el Aplicador con el fin de controlar las condiciones ambientales, la limpieza de la superficie de acero, la aplicación del revestimiento y sus características una vez aplicado. Dichos controles se realizan de acuerdo con los métodos de ensayo enunciados en esta norma.

#### **E.2.4.1.B Controles sistemáticos**

Los controles sistemáticos, es decir, los que se deben efectuar permanentemente y con una frecuencia preestablecida, son los siguientes:

- Control visual del aspecto (100% de la producción).
- Detección eléctrica de fallas (100% de la producción).
- Control de la distancia del revestimiento al extremo del tubo (100% de la producción).
- Resistencia al impacto (según criterio de la Inspección).

- Adherencia (según criterio de la Inspección).
- Control de limpieza de superficie y perfil.
- Control de condiciones ambientales.
- Prueba de dureza.
- Medición de espesores (película húmeda - película seca).

**E.2.4.2.B Controles no sistemáticos**

Todos los ensayos que figuran en esta norma, se pueden efectuar al iniciar las tareas para una obra en particular, a pedido del Inspector de la Licenciataria, o cuando existan dudas respecto de los materiales empleados.

**E.2.4.3.B Aceptación y rechazo**

Se deben rechazar los caños o accesorios que no satisfagan las pruebas de inspección y deben quedar observados todos los producidos desde el último ensayo satisfactorio hasta el ensayo fallido en cuestión. Sobre estos últimos se debe repetir la prueba en tres muestras elegidas al azar, las cuales deben dar resultado satisfactorio, de lo contrario, se deben rechazar los mencionados caños o accesorios observados.

## SUBGRUPO E.3

### E.3.1. Revestimientos a base de resinas poliuretánicas

En este subgrupo se establecen las propiedades físicas del material, las propiedades físicas del sistema aplicado, la guía de aplicación y la guía para la inspección de un producto a base de resinas poliuretánicas líquidas, utilizado como revestimiento anticorrosivo de cañerías y accesorios.

### E.3.2. Material

Las resinas poliuretánicas líquidas pueden ser o no bituminosas. En ambos casos deben ser autoimprimantes, es decir, de aplicación directa sobre el sustrato metálico, con o sin calentamiento previo de la superficie o de los componentes del producto. La temperatura máxima admisible del sustrato o de los componentes debe ser la recomendada por el fabricante.

#### E.3.2.1. Propiedades físicas de la resina poliuretánica

El Aplicador debe recibir del fabricante de la resina poliuretánica, una certificación por cada partida de material con los siguientes datos:

- a) Fecha de fabricación y número de partida.
- b) Nombre del fabricante y lugar de origen del material.
- c) Marca, tipo y color de pintura.
- d) Densidad (de cada componente y de la mezcla).
- e) Contenido de sólidos.
- f) Relación de mezclado.
- g) Punto de inflamación (de cada componente).
- h) Vida útil de los componentes sin mezclar en sus envases originales (shelf life).
- i) Vida útil de la mezcla a distintas temperaturas (pot life)
- j) Espesor máximo obtenido sin "descuelgue".
- k) Tiempos de curado a distintas temperaturas.
- l) Temperaturas límite de aplicación y de operación.

### E.3.2.2. Propiedades físicas del sistema aplicado

Propiedad	Temp. de ensayo	Unidad	Valor	Método de ensayo (*)
Espesor mínimo	--	µm	por acuerdo	Anexo A
Inspección visual	--	--	película continua y uniforme libre de combas y decoloración (cuando sea de aplicación)	--
Detección de falla	--	kV/mm	5	Anexo B
Resistencia al impacto (detección de falla a 5 kV/mm)	20°C -5°C	J/mm	≥ 5 ≥ 2,0	Anexo G
Despegue catódico a 28 días	23°C	mm	≤ 10	Anexo F
	T <sub>máx.</sub> limitada a 95 °C	mm	≤ 20	
Resistencia a la indentación a 10 N/mm <sup>2</sup> (detección de falla a 5 kV/mm)	T <sub>máx.</sub>	% DFT	≤ 30	Anexo H
Dureza (Shore A o D)	23°C	--	según la especificación del fabricante	ISO 868
Adherencia a la superficie del caño	20°C	MPa	≥ 10 rango 1	ISO 4624 Anexo C
Adherencia del recubrimiento en planta	20°C	--	Rango 1	Anexo C
Adherencia del recubrimiento en planta	20°C	MPa	≥ 3,5	ISO 4624
Adherencia a la superficie del caño después de 28 días en ensayo de inmersión de agua caliente a T <sub>máx.</sub> limitada al Anexo I	20°C	MPa	≥ 7	Anexo I más ISO 4624
Adherencia del recubrimiento en planta después de 28 días en ensayo de inmersión de agua caliente a T <sub>máx.</sub> limitada al Anexo I	20°C	--	rango 2	Anexo I más Anexo C
Adherencia del recubrimiento en planta después de 28 días en ensayo de inmersión de agua caliente a T <sub>máx.</sub> limitada al Anexo I	20°C	MPa	≥ 2	ISO 4624
Resistencia a la aislación eléctrica específica (R <sub>S100</sub> )	23°C	Ω m <sup>2</sup>	10 <sup>6</sup>	Anexo K
R <sub>S100</sub> /R <sub>S70</sub>	--	--	0,80	--

(\*) según la ISO 21809-3

Las propiedades de despegue catódico, resistencia a la indentación y adherencia, deben evaluarse con probetas que

se encuentren a la máxima temperatura de operación continua establecida por cada fabricante para su producto.

En el ensayo de despegue catódico se adoptan como valores de aceptación los establecidos para el ensayo a 20 °C para ensayos a temperatura mayor de 20 °C hasta 64 °C; los establecidos para el ensayo a 65 °C para ensayos a temperatura mayor de 65 °C.

Para la calificación del prototipo la verificación del despegue catódico también se realiza en el ensayo de despegue catódico (24 h, 65°C, 3.5V).

### E.3.3. Guía de aplicación

Las resinas poliuretánicas se pueden emplear como revestimiento integral de cañerías en Planta; para el revestimiento de tramos de cañerías o accesorios ya instalados en tareas de reacondicionamiento o para el revestimiento de piezas irregulares nuevas.

En todos los casos el Aplicador debe estar debidamente calificado y autorizado por el fabricante del revestimiento, como así también el procedimiento de aplicación que utilice.

La operación de pintado se efectúa en:

- a) Plantas de revestimiento, en talleres de montajes o en fábricas de accesorios, exclusivamente con equipos "air less" o sopletes convencionales.
- b) Trabajos de campo (reacondicionamiento de cañerías o accesorios ya instalados, pintado de juntas de soldadura, etc.), se pueden emplear, además de los mencionados en a), pinceles o rodillos.

En el caso de tramos de cañerías o accesorios que conduzcan gas, que operen aéreos o en cámaras (por ejemplo plantas reguladoras), sólo se pueden pintar con epoxi no bituminoso de color amarillo IRAM DEF D 1054.

#### E.3.3.1. Preparación de la superficie

La superficie de acero, previa a la aplicación del revestimiento, debe estar libre de polvo, grasas, aceites o cualquier otro material extraño, los que deben eliminarse con solventes, detergentes o productos compatibles con el revestimiento a aplicar.

A continuación la cañería debe granallarse (en el caso de los accesorios pueden arenarse) a "metal casi blanco", grado S.A. 2½ de la norma ISO 8501-1.

Luego del granallado el perfil de rugosidad debe estar comprendido entre  $80 \mu\text{m} \pm 20 \mu\text{m}$ .

Finalmente, para verificar la ausencia de polvo o residuos del proceso de granallado, inmediatamente antes de la aplicación del revestimiento, se debe observar el cumplimiento de lo indicado en el Anexo D de esta norma.

#### **E.3.3.2. Condiciones ambientales**

No se puede aplicar el revestimiento cuando la humedad relativa ambiente (HR) supere el 85%. En caso de interrupción del proceso, la superficie ya granallada (arenada) puede revestirse de acuerdo con las siguientes pautas:

- Si  $HR > 80\%$ , dentro de las 2 h
- Si  $70\% < HR \leq 80\%$  dentro de las 3 h
- Si  $HR \leq 70\%$  dentro de las 4 h

Superadas las 4 h de interrupción, la cañería debe granallarse nuevamente.

En todos los casos la temperatura del caño o accesorio debe estar  $3^{\circ}\text{C}$  por encima del punto de rocío, de lo contrario las tareas deben interrumpirse.

#### **E.3.4. Guía para la inspección**

La inspección debe tener a su cargo la supervisión de las pruebas y ensayos que efectúe el Aplicador con el fin de controlar las condiciones ambientales, la limpieza de la superficie de acero, la aplicación del revestimiento y sus características una vez aplicado. Dichos controles se realizan de acuerdo con los métodos de ensayo enunciados en esta norma.

**E.3.4.1. Controles sistemáticos**

Los controles sistemáticos, es decir, los que se deben efectuar permanentemente y con una frecuencia preestablecida, son los siguientes:

- Control visual del aspecto (100% de la producción).
- Detección eléctrica de fallas (100% de la producción).
- Control de la distancia del revestimiento al extremo del caño o accesorio (100% de la producción).

Como mínimo dos veces por cada turno de 8 h de producción se realizan los siguientes ensayos:

- Control de limpieza de superficie y perfil de granallado.
- Control de condiciones ambientales.
- Resistencia al impacto.
- Adherencia.

Como mínimo una vez cada 48 h se efectúan los siguientes controles:

- Resistencia a la indentación.
- Despegue catódico (ISO 21809-3, 65 °C, dos días)

Al 20% de la producción se la someterá a la medición de espesores.

**E.3.4.2. Controles no sistemáticos**

Todos los ensayos que figuran en los puntos E.3.2.1. y E.3.2.2. no mencionados en E.3.4.1., se pueden realizar, a criterio de la Inspección, cuando:

- Inicia las tareas de un obrador.
- Comienza una obra en particular.
- El Aplicador cambie de marca o tipo de materia prima.
- Existan dudas acerca del material empleado o del funcionamiento de la Planta y se deben repetir como mínimo una vez al año.

**E.3.4.3. Aceptación y rechazo**

Se deben rechazar los caños o accesorios que no satisfagan las exigencias del punto E.3.4.1. y queden observados todos los producidos desde el último ensayo satisfactorio hasta el ensayo fallido en cuestión. Sobre estos últimos se repite la prueba en tres muestras elegidas al azar, las cuales deben dar resultado satisfactorio, de lo contrario, se rechazan los mencionados caños o accesorios observados.

Si sólo se tratara de fallas detectadas en el ensayo de detección eléctrica de fallas, el número tolerable de éstas en función de la longitud del caño revestido, debe responder a la CAN/CSA Z245.20 (apartado 7.3.2.8.2.2. de dicha norma). En piezas de superficie irregular, la cantidad tolerable de fallas reparables queda a criterio de la Inspección de obra.

**GRUPO F**

**F. Cintas de petrolato**

Las cintas de petrolato están constituidas por tejidos de fibras sintéticas o de vidrio de soporte, totalmente impregnados de petrolato y cubierta una de sus caras con una lámina plástica (polietileno, polipropileno). Se aplican directamente sobre la superficie de acero previamente acondicionada, salvo indicación del fabricante que exija algún tipo de imprimación.

Requisitos para los revestimientos (según norma EN 12068)

Característica	Clase de temperatura de servicio	Unidad	Clase de resistencia mecánica					Método de ensayo
			A	B	C			
Resistencia al choque a 23°C <sup>1)</sup>	30/50/HT	J	≥ 4	≥ 8	≥ 15	≥ 15	≥ 15	Anexo H
Resistencia a la indentación presión (condición de ensayo) a 23°C a T <sub>máx.</sub>	30/--/-- --/50/HT	N/mm <sup>2</sup>	0,1 0,1	1,0 1,0	10,0 10,0	10,0 10,0	10,0 10,0	Anexo G
Detector de defectos o espesor residual	--	mm	pasa ≥ 0,6	pasa ≥ 0,6	pasa ≥ 0,6	pasa ≥ 0,6	pasa ≥ 0,6	
Resistencia específica al aislamiento eléctrico R <sub>S100</sub> R <sub>S100</sub> /R <sub>S70</sub> <sup>2)</sup>	30/50/HT	Ωm <sup>2</sup> --	≥ 10 <sup>6</sup> ≥ 0,8	≥ 10 <sup>6</sup> ≥ 0,8	≥ 10 <sup>8</sup> ≥ 0,8	≥ 10 <sup>8</sup> ≥ 0,8	≥ 10 <sup>8</sup> ≥ 0,8	Anexo J
Resistencia al despegue catódico a 23°C a T <sub>máx.</sub>	30/50/HT --/50/HT	mm mm	≤ 20	≤ 20	≤ 10 <sup>3)</sup>	≤ 15	≤ 20	Anexo K
Resistencia al desprendimiento capa a capa <sup>4) 5)</sup> -interior a interior+exterior a interior a 23°C a T <sub>máx.</sub> -exterior a exterior	30/50/HT --/50/HT 30/50/HT --/50/HT	N/mm	≥ 0,8 ≥ 0,2 ≥ 0,2 ≥ 0,2	≥ 0,8 ≥ 0,2 ≥ 0,2 ≥ 0,2	≥ 1,0 ≥ 0,2 ≥ 0,2 ≥ 0,2	≥ 1,5 ≥ 0,2 ≥ 0,2 ≥ 0,2	≥ 1,5 ≥ 0,2 ≥ 0,2 ≥ 0,2	Anexo B
Resistencia al desprendimiento del recubrimiento <sup>6)</sup> de la superficie del tubo a 23°C a T <sub>máx.</sub> del recubrimiento de fábrica a 23°C a T <sub>máx.</sub>	30/50/HT --/50/HT 30/50/HT --/50/HT	N/mm	≥ 0,4 ≥ 0,04 ≥ 0,2 ≥ 0,02	≥ 0,4 ≥ 0,04 ≥ 0,2 ≥ 0,02	≥ 0,5 ≥ 0,05 ≥ 0,4 ≥ 0,04	≥ 0,75 ≥ 0,075 ≥ 0,4 ≥ 0,04	≥ 1,0 ≥ 0,1 ≥ 0,4 ≥ 0,04	Anexo C
Resistencia al esfuerzo cortante <sup>4)</sup> a 23°C a T <sub>máx.</sub>	30/50/HT --/50/HT	N/mm <sup>2</sup>	≥ 0,05 ≥ 0,05	≥ 0,05 ≥ 0,05	≥ 0,05 ≥ 0,05	≥ 0,05 ≥ 0,05	≥ 0,05 ≥ 0,05	Anexo D

1) Véase el apartado 4.1.2.4. los recubrimientos deben cumplir todos los requisitos de una columna  
 2) Si la resistencia específica de aislamiento eléctrico después de 70 días es menor que 10 veces el valor especificado para 100 días.  
 3) Por acuerdo entre fabricante y el usuario  
 4) No es exigible a las cintas de petrolato de clase A  
 5) No es exigible para las cintas bituminosas de clase a clase B.  
 6) Si el resultado obtenido para las cintas bituminosas o las cintas de polímero reforzadas es menor que 0,4 N/mm, el espesor residual del compuesto bituminoso o del compuesto bituminoso adhesivo sobre la superficie del tubo o sobre el recubrimiento de fábrica debe ser ≥ 0,25 mm  
 7) Las cintas de petrolato deben ser capaces de adherirse y de permanecer unidas a todas las superficies metálicas limpias y deben dejar una película de compuesto sobre el metal cuando se desprenden en un ángulo de 180°C, 30 min después de su aplicación.

## ENARGAS

Los revestimientos deben cumplir los requisitos que se especifican en la tabla precedente para las clases siguientes:

**Clase A:** Revestimiento que tiene una resistencia mecánica baja.

**Clase B:** Revestimiento que tiene una resistencia mecánica media.

**Clase C:** Revestimiento que tiene una resistencia mecánica alta.

### F.1. Guía de aplicación

Las cintas de petrolato se pueden emplear para el revestimiento de piezas o accesorios multiformes enterradas o sumergidas exclusivamente para reparaciones de emergencia, a modo de revestimiento provisorio, no debiendo transcurrir un plazo mayor de seis meses, donde se debe reemplazar por el revestimiento definitivo.

#### F.1.1. Anchos y sobrepuestos

La aplicación de este revestimiento se hará en forma helicoidal y el solapado mínimo no debe ser menor a 25,4 mm o bien en doble capa dispuesta según la siguiente tabla:

Diámetro nominal del caño (mm)	Ancho (mm)	Solapa mínima (mm)
13	50	13
19	50	13
25	50	13
38	50	13
51	100	13
76	100	13
102	100	13
152	150	19
203	225	19
254	225	19
305	300	19
356	300	19
406	300	19
457	450	25
508	450	25
559	450	25
609	450	25
660	450	25
762	450	25

Los anchos de cinta especificados en esta tabla son de aplicación obligatoria.

### **F.1.2. Preparación de la superficie**

La superficie de la pieza, previa a la aplicación de la cinta de petrolato, debe estar libre de polvo, grasas, aceites o cualquier otro material extraño, los que deben eliminarse con solventes, detergentes o cualquier otro producto compatible con el revestimiento a aplicar.

Luego de la limpieza previa, la cañería debe arenarse o granallarse a "metal casi blanco", grado Sa 2½ de la norma ISO 8501-1.

Finalmente, para verificar la ausencia de polvo o residuos del proceso de granallado o arenado, inmediatamente antes de la aplicación del revestimiento, se debe observar el cumplimiento de lo indicado en el Anexo D de esta norma.

### **F.1.3. Condiciones ambientales**

En todos los casos antes de aplicar las cintas de petrolato, la temperatura de la superficie metálica debe estar 3 °C por encima del punto de rocío, de lo contrario las tareas deben ser interrumpidas.

### **F.1.4. Rango admisible de temperatura**

- ◆ De aplicación: -10 °C a +50 °C
- ◆ De temperaturas de operación: -10 °C a +30 °C

## **F.2. Guía para la inspección**

La inspección debe tener a su cargo la supervisión de las pruebas y ensayos que efectúe el Aplicador con el fin de controlar las condiciones ambientales, la limpieza de la superficie de acero, la aplicación del revestimiento y sus características una vez aplicado. Dichos controles se realizan de acuerdo con los métodos de ensayo enunciados en esta norma.

### **F.2.1. Controles sistemáticos**

Los controles sistemáticos, es decir, los que deben realizarse con una frecuencia preestablecida, son los siguientes:

- ◆ Control visual del aspecto (100 % de las superficies revestidas).
- ◆ Detección eléctrica de fallas (100 % de las superficies revestidas).
- ◆ Medición de espesores (según criterio de la Inspección).
- ◆ Resistencia al impacto (según criterio de la Inspección)
- ◆ Ensayo de penetración (según criterio de la Inspección).

### **F.2.2. Controles no sistemáticos:**

Todos los ensayos que figuran en esta norma, no mencionados en el apartado F.2.1., se pueden efectuar al iniciar las tareas de revestimiento, a pedido del Inspector y se deben repetir como mínimo una vez al año o cuando existan dudas respecto de los materiales empleados.

### **F.2.3. Aceptación y rechazo:**

Se deben rechazar los trabajos realizados con cintas de petrolato que presenten las siguientes deficiencias:

- a) No cumplan el espesor mínimo especificado.
- b) No cumplan con el valor de resistencia al impacto.
- c) No alcancen el valor de resistencia a la penetración.

En dichos casos se debe rehacer íntegramente el esquema de revestimiento.

**GRUPO G****G. Revestimiento de poleolefinas extruidas**

Revestimiento plástico consistente en una película de poliolefina (polietileno o polipropileno) extruida en forma continua y adherida a la superficie del caño mediante adhesivo aplicado en caliente.

La resina poliolefínica debe constituir una cobertura continua sin costuras y se puede aplicar por cualquiera de los dos tipos de extrusión que se indica:

- a) Extrusión coaxial (hasta  $\varnothing_n \leq 324$  mm)
- b) Extrusión lateral (para  $\varnothing_n < 102$  mm)

El adhesivo debe responder a cualquiera de los siguientes tipos:

- a) Mástics (blandos) aplicados mediante anillo de frotamiento.
- b) Compuestos Butílicos (blandos).
- c) Polímeros (duros)
- d) Copolímeros (duros).

Los tres últimos aplicados por extrusión, previo calentamiento de la cañería a la temperatura especificada por el fabricante.

Todas las combinaciones posibles de Poliolefina y adhesivo se denominarán sistemas "bicapa".

Cuando se trate de poliolefina y adhesivo duro ambos aplicados por extrusión sobre una cañería previamente imprimada con resina epoxi en polvo, se denominará sistema "tricapa".

## SUBGRUPO G.1

## G.1.1. Polietileno extruido. Sistema bicapa con adhesivos blandos tipo mastic

## G.1.1.1. Propiedades físicas del adhesivo tipo mastic

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Punto de ablandamiento	°C	60	77	ASTM E 28
Penetración, (25°C, 100 g., 5 s)	0,1 mm	6	12	ASTM D 5
Viscosidad Stormer. s/100 Rev.132°C s/100 Rev.149°C		120 60	180 80	ASTM D 562
Gravedad específica (25°C)		1,08	1,2	ASTM D 71

## G.1.1.2. Propiedades físicas del polietileno de alta densidad

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	0,94	0,96	ASTM D 1505
Índice de fluencia (190°C; 2,16 kg)	g/10 mm	0,14	0,50	ASTM D 1238
Elongación a la rotura	%	600	--	ASTM D 638 probeta tipo IV longitudinal 50 mm/min
Tensión de fluencia	MPa	18,5	--	ASTM D 638
Tensión de rotura	MPa	27,5	--	ASTM D 638
Dureza	Shore D	60	--	ASTM D 2240
Temperatura de fragilización	°C	--	-70 °C	ASTM D 74 6

### G.1.1.3. Propiedades físicas del sistema aplicado

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Despegue catódico	mm <sup>2</sup>	--	1000	NAG-108, ANEXO B
Resistencia a la penetración	mm	--	0,3	DIN 30670
Adherencia	N/cm	10	--	DIN 30670
Resistencia específica	Ω.m <sup>2</sup>	10 <sup>8</sup>	--	DIN 30670
Elongación a la rotura	%	300	--	ASTM D 638 probeta tipo IV longitudinal 50 mm/min
Rigidez dieléctrica	Kv/mm	25	--	ASTM D 149
Medición de espesores:	mm			ASTM G 12
Standard Øn < 152 mm				
Adhesivo		0,3	--	
Polietileno		1,1	--	
152 mm ≤ Øn ≤ 324 mm				
Adhesivo		0,3	--	
Polietileno		1,5	--	
Reforzado Øn < 152 mm				
Adhesivo		0,3	--	
Polietileno		1,5	--	
152 mm ≤ Øn ≤ 324 mm				
Adhesivo		0,3	--	
Polietileno		1,7	--	
Resistencia al impacto:	J/mm			DIN 30670
Øn ≤ 60,3 mm		3,5	--	
73 mm ≤ Øn ≤ 203 mm		4,25	--	
Øn > 203 mm		5	--	
Detección de fallas		satisfactorio		DIN 30670
Envejecimiento a la luz		satisfactorio		DIN 30670
Envejecimiento al calor		satisfactorio		DIN 30670
Resistencia a microorganismos		satisfactorio		IRAM 1456-3
<b>Nota:</b>	De ser necesario, para aumentar la adherencia, se debe efectuar una imprimación, antes de la aplicación del mastic, con un "primer" compatible con el adhesivo tipo mastic o bien calentar la superficie metálica a la temperatura adecuada para lograr ese fin sin provocar el deterioro del mastic.			

**SUBGRUPO G.2**

**G.2.1. Polietileno extruido. Sistema bicapa con adhesivos blandos a base de compuestos butílicos**

**G.2.1.1. Propiedades físicas del adhesivo**

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	1,0	1,1	ASTM D 1505
Índice de fluencia (125°C – 2,16 kg)	g/10mm	1,8	4,2	ASTM D 1238

**G.2.1.2. Propiedades físicas del polietileno**

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	0,94	0,96	ASTM D 1505
Índice de fluencia (190°C / 2,16 kg)	g/10 mm	0,14	0,5	ASTM D 1238
Elongación última	%	600	--	ASTM D 638 probeta tipo IV longitudinal 50 mm/min
Tensión de fluencia	MPa	18,5	--	ASTM D 638
Tensión de rotura	MPa	27,5	--	ASTM D 638
Dureza	Shore D	60	--	ASTM D 2240
Temperatura de fragilización	°C	--	-70	ASTM D 746

**G.2.1.3. Propiedades físicas del sistema aplicado**

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Despegue catódico	mm <sup>2</sup>	--	1000	NAG-108, ANEXO B
Resistencia a la penetración	mm	--	0,3	DIN 30670
Adherencia	N/cm	20	--	DIN 30670
Resistencia específica	Ω.m <sup>2</sup>	10 <sup>8</sup>	--	DIN 30670
Elongación	%	200	--	DIN 30670
Rigidez dieléctrica	Kv/mm	25	--	ASTM D 149
Espesores:	mm			ASTM G 12
Standard    ∅n < 152 mm				
Adhesivo		0,3	--	
Polietileno		1,1	--	
152 mm ≤ ∅n ≤ 324 mm				
Adhesivo		0,3	--	
Polietileno		1,5	--	
Reforzado    ∅n < 152 mm				
Adhesivo		0,3	--	
Polietileno		1,5	--	
152 mm ≤ ∅n ≤ 324 mm				
Adhesivo		0,3	--	
Polietileno		1,7	--	
Resistencia al impacto:	J/mm			DIN 30670
∅n ≤ 60,3 mm		3,5	--	
73 mm ≤ ∅n ≤ 203 mm		4,25	--	
∅n > 203 mm		5	--	
Detección de fallas		satisfactorio		DIN 30670
Envejecimiento a la luz		satisfactorio		DIN 30670
Envejecimiento al calor		satisfactorio		DIN 30670
Resistencia a microorganismos		satisfactorio		IRAM 1456-3

### SUBGRUPO G.3

#### G.3.1. Polietileno extruido. Sistema bicapa con adhesivos duros

##### G.3.1.1. Propiedades físicas del adhesivo

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	0,92	0,94	ASTM D 1505
Índice de fluencia (190°C / 2,16 kg)	g/10mm	6	8	AST M D 1238
Elongación a la rotura	%	400	--	ASTM D 638 probeta tipo IV longitudinal 50 mm/min
Tensión de rotura	MPa	17,7	--	ASTM D 638
Dureza	Shore D	55	--	ASTM D 2240
Punto de fusión (100 g/mm <sup>2</sup> )	°C	95	--	ASTM D 1525
Temperatura de fragilización	°C	--	-50	ASTM D 746
Resistividad volumétrica	Ω.cm	10 <sup>17</sup>	--	ASTM D 257
Punto de ablandamiento Vicat	°C	70	--	ASTM D 1525

##### G.3.1.2. Propiedades físicas del polietileno

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	0,93	0,94	ASTM D 1505
Índice de fluencia (190°C / 2,16 kg)	g/10 mm	0,35	0,55	ASTM D 1238
Elongación	%	500	--	ASTM D 638 probeta tipo IV longitudinal 50 mm/min
Tensión de rotura	MPa	14,7	--	ASTM D 638
Dureza	Shore D	75	--	ASTM D 2240
Punto de ablandamiento	°C	90	--	ASTM D 1525
Punto de fusión (100 g/mm <sup>2</sup> )	°C	100	--	ASTM D 1525
Temperatura de fragilización	°C	--	-50	ASTM D 746
Resistividad volumétrica	Ω.cm	10 <sup>17</sup>	--	ASTM D 257 / IEC 60093

**G.3.1.3. Propiedades físicas del sistema aplicado**

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Despegue catódico	mm <sup>2</sup>	--	1000	NAG-108, ANEXO B
Resistencia a la penetración	mm	--	0,3	DIN 30670
Adherencia	N/cm	35	--	DIN 30670
Resistencia específica	Ω.m <sup>2</sup>	10 <sup>8</sup>	--	DIN 30670
Elongación	%	200	--	DIN 30670
Rigidez dieléctrica	Kv/mm	25	--	ASTM D 149
Espesores:	mm			DIN 30670
Øn ≤ 102 mm				
Estándar		1,8	--	
Reforzado		2,5	--	
102 mm ≤ Øn ≤ 254 mm				
Estándar		2,0	--	
Reforzado		2,5	--	
254 mm < Øn ≤ 508 mm				
Estándar				
Reforzado		2,2	--	
508 mm < Øn ≤ 762 mm				
Adhesivo		3,0	--	
Polietileno				
762 mm < Øn				
Adhesivo		2,5	--	
Polietileno		3,5	--	
Adhesivo		3,0	--	
Polietileno		3,5	--	
Resistencia al impacto:	J/mm			DIN 30670
Øn ≤ 60,3 mm		3,5	--	
73 mm ≤ Øn < 203 mm		4,25	--	
Øn > 203 mm		5	--	
Detección de fallas		Satisfactorio		DIN 30670
Envejecimiento a la luz		Satisfactorio		DIN 30670
Envejecimiento al calor		Satisfactorio		DIN 30670
Resistencia a microorganismos		Satisfactorio		IRAM 1456-3

## SUBGRUPO G.4

### G.4.1. Polietileno extruido. Sistema tricapa con adhesivos duros y polietileno de baja densidad

El sistema denominado polietileno extruido (BD) tricapa consiste en:

- a) Una película de resina epoxi en polvo de 100  $\mu\text{m}$  de espesor como mínimo, aplicado por medios electrostáticos.
- b) Una película de copolímero o terpolímero, destinado a asegurar la adherencia entre la primera y tercera capa, de espesor mínimo 150  $\mu\text{m}$  aplicada por extrusión.
- c) Una capa de polietileno de baja densidad aplicada por extrusión.

#### G.4.1.1. Propiedades físicas de la resina epoxi en polvo

El Aplicador debe recibir del fabricante de la resina en polvo una ficha técnica con los siguientes datos:

- a) Fecha de fabricación y número de partida.
- b) Nombre del fabricante y lugar de origen del material.
- c) Nombre y tipo de resina epoxi en polvo.
- d) Tamaño de partículas y su distribución.
- e) Densidad.
- f) Condiciones de estabilidad durante el almacenamiento.
- g) Rango de temperaturas de aplicación.
- h) Rango y límites de temperaturas de operación del caño revestido.
- i) Contenido de humedad.
- j) Espectrograma infrarrojo.
- k) Curva de temperaturas de gelificación.
- l) Análisis térmico por calorímetro de barrido diferencial.

**G.4.1.2. Propiedades físicas del adhesivo**

El Aplicador debe recibir del fabricante del adhesivo duro una ficha técnica con los siguientes datos:

- a) Fecha de fabricación y número de partida.
- b) Nombre del fabricante y lugar de origen del material.
- c) Nombre y tipo del adhesivo.
- d) Tamaño de partículas y su distribución.
- e) Densidad.
- f) Condiciones de estabilidad durante el almacenamiento.
- g) Rango de temperaturas de aplicación.
- h) Rango y límites de temperaturas de operación del caño revestido.
- i) Contenido de humedad.
- j) Espectrograma infrarrojo.

**G.4.1.3. Propiedades físicas del polietileno de baja densidad**

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	--	0,935	ASTM D 1505
Índice de fluencia (190°C, 2,16 kg)	g/10 min	--	0,55	ASTM D 1238
Elongación a la rotura	%	500	--	ASTM D 638 probeta tipo IV longitudinal 50 mm/min
Tensión de rotura	MPa	14,7	--	ASTM D-638
Dureza	Shore D	40	--	ASTM D 2240
Punto de ablandamiento	°C	90	--	ASTM D 1525
Punto de fusión (100 g/mm <sup>2</sup> )	°C	108	--	ASTM D 1525
Temperatura de fragilización	°C	--	-50	ASTM D 746
Resistividad volumétrica	Ω.cm	10 <sup>17</sup>	--	ASTM D-257 / IEC 60093

#### G.4.1.4. Propiedades físicas del sistema aplicado con PE de baja densidad

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Despegue catódico	mm <sup>2</sup>	--	1000	NAG-108 ANEXO B
Resistencia a la penetración	mm	--	0,30	DIN 30670
Adherencia	N/cm	70	--	DIN 30670
Resistencia específica	Ω.m <sup>2</sup>	10 <sup>8</sup>	--	DIN 30670
Elongación	%	200	--	DIN 30670
Rigidez dieléctrica	Kv/mm	25	--	ASTM D 149
Espesor:	mm			DIN 30670
∅n ≤ 102 mm				
Estándar		1,8	--	
Reforzado		2,5	--	
102 mm ≤ ∅n ≤ 254 mm				
Estándar		2,0	--	
Reforzado		2,5	--	
254 mm < ∅n ≤ 508 mm				
Estándar		2,2	--	
Reforzado		3,0	--	
508 mm < ∅n ≤ 762 mm				
Estándar		2,5	--	
Reforzado		3,5	--	
∅n > 762 mm				
Estándar		3,0	--	
Reforzado		3,5	--	
Resistencia al impacto:	J/mm			DIN 30670
∅n ≤ 60,3 mm		3,5	--	
73 mm ≤ ∅n ≤ 203 mm		4,25	--	
∅n > 203 mm		5,00	--	
Detección de fallas		satisfactorio		DIN 30670
Envejecimiento a la luz		satisfactorio		DIN 30670
Envejecimiento al calor		satisfactorio		DIN 30670
Resistencia a microorganismos		satisfactorio		IRAM 1456-3

#### G.4.2. Polietileno extruido. Sistema tricapa con adhesivos duros y polietileno de alta densidad

El sistema denominado polietileno extruido (AD) tricapa consiste en:

- Una película de resina epoxi en polvo de 120 µm de espesor como mínimo, aplicado por medios electrostáticos.
- Una película de copolímero o terpolímero, destinado a asegurar la adherencia entre la primera y tercera capa, de espesor mínimo 100 µm aplicada por extrusión.
- Una capa de polietileno de alta densidad aplicada por extrusión.

Los espesores mínimos totales del revestimiento se encuentran indicados en la tabla G.4.2.4. propiedades del sistema aplicado.

**G.4.2.1. Propiedades físicas de la resina epoxi en polvo**

El Aplicador debe recibir del fabricante de la resina en polvo una ficha técnica con los siguientes datos:

- a) Fecha de fabricación y número de partida.
- b) Nombre del fabricante y lugar de origen del material.
- c) Nombre y tipo de resina epoxi en polvo.
- d) Tamaño de partículas y su distribución.
- e) Densidad.
- f) Condiciones de estabilidad durante el almacenamiento.
- g) Rango de temperaturas de aplicación.
- h) Rango y límites de temperaturas de operación del caño revestido.
- i) Contenido de humedad.
- j) Espectrograma infrarrojo.
- k) Curva de temperaturas de gelificación.
- l) Análisis térmico por calorímetro de barrido diferencial (DSC).

**G.4.2.2. Propiedades físicas del adhesivo**

El Aplicador debe recibir del fabricante del adhesivo duro una ficha técnica con los siguientes datos:

- a) Fecha de fabricación y número de partida.
- b) Nombre del fabricante y lugar de origen del material.
- c) Nombre y tipo del adhesivo.
- d) Tamaño de partículas y su distribución.
- e) Densidad.
- f) Condiciones de estabilidad durante el almacenamiento.
- g) Rango de temperaturas de aplicación.

- h) Rango y límites de temperaturas de operación del caño revestido.
- i) Contenido de humedad.
- j) Espectrograma infrarrojo.

**G.4.2.3. Propiedades físicas del polietileno de alta densidad**

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	0,94	0,96	ASTM D 1505
Índice de fluencia (190 °C, 2,16 kg)	g/10min	0,15	0,80	ASTM D 1238
Elongación a la rotura	%	600	--	ASTM D 638 probeta tipo IV longitudinal 50 mm/min
Tensión de fluencia	MPa	18,5	--	ASTM D 638
Dureza	Shore D	60	--	ASTM D 2240
Punto de ablandamiento	°C	120	--	ASTM D 1525
Temperatura de fragilización	°C	--	-70	ASTM D 746
Tiempo de Inducción oxidativa (oxígeno, 220°C, Cápsula aluminio)	min	10	--	ASTM D 3895
Tiempo de inducción oxidativa (oxígeno, 220°C, c. Alum., s/tamiz)	min	10	--	ASTM D 3895

**G.4.2.4. Propiedades físicas del sistema aplicado con PE de alta densidad**

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Despegue catódico (28 días, 20 °C)	mm	--	15	CAN/CSA -Z245.21
Despegue catódico (28 días, 65 °C)	mm	--	25	CAN/CSA -Z245.21
Despegue catódico (48 h, 65 °C)	mm	--	10	CAN/CSA-Z2 45.21
Resistencia a la penetración	mm	--	0,30	DIN 30670
Adherencia	N	150	--	CAN/CSA-Z245.21
Elongación a la rotura	%	300	--	ASTM D 638 probeta tipo IV longitudinal 50 mm/min
Tensión de rotura (Tipo IV; 50 mm/min)	MPa	17	--	ASTM D 638
Espesor (*)	mm			CAN/CSA-Z245.21
Resistencia al impacto	J/mm	3	--	CAN/CSA-Z245.21
Resistencia específica	$\Omega \cdot m^2$	108	--	DIN 30670
Rigidez dieléctrica	Kv/mm	25	--	ASTM D 149
Detección de fallas		satisfactorio		DIN 30670
Envejecimiento a la luz		satisfactorio		DIN 30670
Envejecimiento al calor		satisfactorio		DIN 30670
Resistencia a microorganismos		satisfactorio		IRAM 1456-3

**(\*) Espesor total del revestimiento:**

A fin de fijar el espesor mínimo del revestimiento se debe tener en cuenta el peso del caño por unidad de longitud. El contenido de la tabla siguiente define los espesores totales mínimos (epoxi+adhesivo+PEHD).

PEHD: Polietileno de alta densidad

Diámetro del caño (mm)	Espesor mínimo total (mm)
$\varnothing n \leq 114,3$	1,4
$114,3 < \varnothing n \leq 273$	1,6
$273 < \varnothing n \leq 508$	1,8
$508 < \varnothing n \leq 762$	2,0
$\varnothing n > 762$	2,5

En caños con costura del tipo SAW se debe tener en cuenta una tolerancia sobre la costura de hasta un 10% en menos del espesor total mínimo requerido.

Con respecto a la aplicación ésta debe realizarse según lo siguiente:

◆ **Primera capa (epoxi) y segunda capa (adhesivo).**

Los valores de espesor deben ser:

Primera capa (epoxi) entre 120  $\mu m$  y 150  $\mu m$

Segunda capa (adhesivo) entre 200  $\mu m$  y 300  $\mu m$

Tercera capa (PEHD)

## SUBGRUPO G.5

### G.5.1. Polipropileno extruido. Sistema tricapa

El sistema denominado Polipropileno Extruido Tricapa consiste en:

- Una película de resina epoxi en polvo de 120 µm de espesor como mínimo, aplicado por medios electrostáticos.
- Una película de copolímero o terpolímero, destinado a asegurar la adherencia entre primera y tercera capa, de espesor mínimo 150 µm, aplicada por extrusión.
- Una capa de polipropileno aplicada por extrusión.

#### G.5.1.1. Propiedades físicas de la resina epoxi en polvo

Ídem G.4.1.1

#### G.5.1.2. Propiedades físicas del adhesivo

Ídem G.4.1.2.

#### G.5.1.3. Propiedades físicas del polipropileno

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Tensión de rotura	MPa	14,7	--	ASTM D 1525
Dureza	Shore D	50	--	DIN 53505
Punto ablandamiento	°C	135	--	ASTM D 1525
Punto de fusión (100 g/mm <sup>2</sup> )	°C	160	--	ASTM D 1525
Coefficiente lineal de expansión térmica	mm/mm°C	--	0,0002	ASTM D 696
Temperatura de fragilización	°C	--	-50	ASTM D 746
Absorción de agua	%	--	0,1	EN ISO 62
Resistividad volumétrica	Ω.cm	10 <sup>17</sup>	--	IEC 60093 ASTM D 257

**G.5.1.4. Propiedades físicas del sistema aplicado**

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Despegue catódico	mm <sup>2</sup>	--	500 (23°C) 1000 (80°C)	NAG-108, ANEXO B
Resistencia a la penetración	mm	--	0,1 (20°C) 0,2 (80°C)	DIN 30670
Adherencia 20 °C 80 °C	N/cm	80 30	-- --	DIN 30670
Resistencia específica	Ω.m <sup>2</sup>	10 <sup>8</sup>	--	DIN 30670
Elongación	%	200	--	DIN 30670
Rigidez dieléctrica	Kv/mm	25	--	ASTM D 149
Espesor: Øn ≤ 102 mm 102 mm ≤ Øn ≤ 254 mm 254 mm < Øn ≤ 508 mm 508 mm < Øn ≤ 762 mm Øn > 762 mm	mm	1,8 2,0 2,2 2,5 3,0	-- -- -- -- --	DIN 30670
Resistencia al impacto: Øn ≤ 51 mm 76 mm ≤ Øn < 203 mm Øn ≥ 203 mm	J	14 18 20	-- -- --	DIN 30670
Detección de fallas		satisfactorio		DIN 30670
Envejecimiento a la luz		satisfactorio		DIN 30670
Envejecimiento al calor		satisfactorio		DIN 30670
Resistencia a microorganismos		satisfactorio		IRAM 1456-3

## SUBGRUPO G.6

### G.6.1. Polipropileno sintáctico extruido. Sistema multicapa

El sistema denominado polipropileno sintáctico extruido multicapa consiste en una base anticorrosiva de tres capas, una cuarta capa de aislante térmico y una quinta capa externa que sella y refuerza el sistema (aumenta la protección mecánica, barrera contra la radiación UV y la absorción de agua). Las capas, desde la más interna, en contacto con el caño de acero, a la más externa, consisten de:

- a) Una película de resina epoxi en polvo de 120  $\mu\text{m}$  de espesor como mínimo, aplicado por medios electrostáticos.
- b) Una película de copolímero o terpolímero, destinado a asegurar la adherencia entre la primera y la tercera capa, de espesor mínimo de 250  $\mu\text{m}$ , aplicada por extrusión lateral.
- c) Una capa de polipropileno aplicada por extrusión lateral hasta completar un espesor mínimo total (epoxi más copolímero o terpolímero más polipropileno) de 3mm.

Las capas descritas en a); b) y c) constituyen la base anticorrosiva del sistema aislante térmico. El sistema se completa con:

- d) Varias capas sucesivas de matriz de polipropileno aditivada con microesferas huecas de vidrio, aplicadas por extrusión lateral. Las capas sucesivas quedan fusionadas entre sí conformando una única capa denominada "cuarta capa". El espesor de la cuarta capa depende de los requerimientos térmicos de cada proyecto particular, pero en general puede ser aplicado en espesores de 10 mm a 250 mm.
- e) Una capa de polipropileno sólido aplicada por extrusión lateral sobre la cuarta capa de espesor mínimo de 4mm.

#### G.6.1.1 Propiedades físicas de la resina epoxi en polvo

Ídem G.4.1.1

#### G.6.1.2. Propiedades físicas del adhesivo

Ídem G.4.1.2.

#### G.6.1.3. Propiedades físicas del polipropileno

Ídem G.5.1.3.

**G.6.1.4. Propiedades físicas del sistema aplicado**

<b>Polipropileno sintáctico: propiedades físicas del sistema aplicado</b>				
Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Adherencia entre capas sucesivas	MPa	5,0	-	ASTM D 638
Densidad del polipropileno sintáctico	g/cm <sup>3</sup>	0.650	0.680	ISO 1183
Conductividad térmica del polipropileno sintáctico a 23°C	W/mK	-	0.160	ASTM C 518
Resistencia a la compresión al 10% de deformación a 23°C	MPa	10	-	ASTM D 695
Resistencia a la tracción a la ruptura a 23°C	MPa	6	-	ASTM D 638
Elongación a la ruptura a 23°C	%	30	-	ASTM D 638
Absorción de agua a temperatura y presión de servicio	% en peso	-	2	ASTM D570
Fluencia lenta ("creep") a temperatura y presión de servicio	% volumen	-	3	A definir por el Aplicador

**G.6.2. Polipropileno foam extruido. Sistema multicapa**

El sistema denominado polipropileno foam extruido multicapa consiste en una base anticorrosiva de tres capas, una cuarta capa de aislante térmico y una quinta capa externa que sella y refuerza el sistema (aumenta la protección mecánica, barrera contra la radiación UV y la absorción de agua). Las capas, desde la más interna, en contacto con el acero de acero, a la más externa, consisten de:

- a) Una película de resina epoxi en polvo de 120 µm de espesor como mínimo, aplicado por medios electrostáticos.
- b) Una película de copolímero o terpolímero, destinado a asegurar la adherencia entre la primera y la tercera capa, de espesor mínimo de 250 µm, aplicada por extrusión lateral.
- c) Una capa de polipropileno aplicada por extrusión lateral hasta completar un espesor mínimo total (epoxi más copolímero o terpolímero más polipropileno) de 3mm.

Las capas descritas en a); b) y c) constituyen la base anticorrosiva del sistema aislante térmico. El sistema se completa con:

- d) Varias capas sucesivas de matriz de polipropileno aditivada con un agente espumante, liberador de CO<sub>2</sub>, aplicadas por extrusión

lateral. Las capas sucesivas quedarán fusionadas entre sí conformando una única capa denominada “cuarta capa”. El espesor de la cuarta capa debe ser función de los requerimientos térmicos de cada proyecto particular.

- e) ) Una capa de polipropileno sólido aplicada por extrusión lateral sobre la cuarta capa de espesor mínimo de 4mm.

**G.6.2.1 Propiedades físicas de la resina epoxi en polvo**

Ídem G.4.1.1

**G.6.2.2. Propiedades físicas del adhesivo**

Ídem G.4.1.2.

**G.6.2.3. Propiedades físicas del polipropileno**

Ídem G.5.1.3.

**G.6.2.4 Propiedades físicas del sistema aplicado**

Polipropileno foam: propiedades físicas del sistema aplicado				
Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Adherencia entre capas sucesivas	MPa	5	-	ASTM D 638
Densidad del polipropileno sintáctico	g/cm <sup>3</sup>	0.700	0.760	ISO 1183
Conductividad térmica del polipropileno sintáctico a 23°C	W/mK	-	0.160	ASTM C 518
Resistencia a la compresión al 5% de deformación a 23°C	MPa	10	-	ASTM D 695
Resistencia a la tracción a la ruptura a 23°C	MPa	5	-	ASTM D 638
Elongación a la ruptura a 23°C	%	70	-	ASTM D 638
Absorción de agua a temperatura y presión de servicio	% en peso	5	-	ASTM D570
Fluencia lenta (“creep”) a temperatura y presión de servicio	% volumen	3	-	A definir por el aplicador

**G.6.3. Polipropileno sólido extruido. Sistema multicapa**

El sistema denominado polipropileno sólido extruido multicapa consiste en una base anticorrosiva de tres capas y una cuarta capa de aislante térmico en base a polipropileno sólido. Las capas, desde la más interna, en contacto con el tubo de acero, a la más externa, consisten de:

## ENARGAS

- a) Una película de resina epoxi en polvo de 120  $\mu\text{m}$  de espesor como mínimo, aplicado por medios electrostáticos.
- b) Una película de copolímero o terpolímero, destinado a asegurar la adherencia entre la primera y la tercera capa, de espesor mínimo de 250  $\mu\text{m}$ , aplicada por extrusión lateral.
- c) Una capa de polipropileno aplicada por extrusión lateral hasta completar un espesor mínimo total (epoxi más copolímero o terpolímero más polipropileno) de 3mm.

Las capas descritas en a); b) y c) constituyen la base anticorrosiva del sistema aislante térmico. El sistema se completa con:

- d) Varias capas sucesivas de polipropileno sólido aplicadas por extrusión lateral. Las capas sucesivas quedarán fusionadas entre sí conformando una única capa denominada "cuarta capa". El espesor de la cuarta capa será función de los requerimientos térmicos de cada proyecto particular.

### **G.6.3.1. Propiedades físicas de la resina epoxi en polvo**

Ídem G.4.1.1

### **G.6.3.2 Propiedades físicas del adhesivo**

Ídem G.4.1.2.

### **G.6.3.3. Propiedades físicas del polipropileno**

Ídem G.5.1.3.

**G.6.3.4. Propiedades físicas del sistema aplicado**

Polipropileno sólido: propiedades físicas del sistema aplicado				
Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Adherencia entre capas sucesivas	MPa	5	-	ASTM D 638
Densidad del polipropileno sólido	g/cm <sup>3</sup>	0.90	0.92	ISO 1183
Conductividad térmica del polipropileno sintáctico a 23°C	W/mK	-	0.22	ASTM C 518
Resistencia a la compresión al 10% de deformación a 23°C	MPa	25	-	ASTM D 695
Resistencia a la tracción a la ruptura a 23°C	MPa	20	-	ASTM D 638
Elongación a la ruptura a 23°C	%	300	-	ASTM D 638
Absorción de agua a temperatura y presión de servicio	% en peso	-	3	ASTM D 570

**G.7. Guía de aplicación**

La siguiente guía es aplicable a los Subgrupos G.1, G.2, G.3, G.4 y G.5. y a la base anticorrosiva de los sistemas aislantes térmicos multicapa correspondientes al Subgrupo G.6.

**G.7.1** Las poliolefinas extruídas descritas en el Grupo G, se emplean como revestimiento integral de cañerías. La aplicación se realiza en obrador hasta una distancia de 150 mm como máximo, de los extremos, con miras a la ejecución de la unión soldada. En el caso de los revestimientos de alto espesor (subgrupo G.6.), los extremos del revestimiento deben terminarse en un ángulo o chaflán de entre 30° y 45° con respecto al eje longitudinal del tubo.

**G.7.2. Preparación de la superficie**

La superficie de la cañería, previa a la aplicación del revestimiento, debe estar libre de polvo, grasas, aceites o cualquier otro material extraño, los que deben eliminarse con solventes, detergentes o cualquier otro producto compatible con el revestimiento a aplicar.

Luego de la limpieza previa, la cañería debe granallarse hasta alcanzar el grado Sa 2½ de la norma ISO 8501-1. La superficie debe presentar una rugosidad comprendida entre 80 µm ± 20 µm cuando es medida con cinta replicante y ser de naturaleza angulosa.

Finalmente, para verificar la ausencia de polvo o residuos del proceso de granallado, inmediatamente antes de la aplicación del revestimiento,

## ENARGAS

se debe observar el cumplimiento de lo indicado en el Anexo D de esta norma.

### **G.7.3. Condiciones ambientales**

No se puede aplicar el revestimiento caso de que la humedad relativa ambiente (HR) supere al 85%. En caso de interrupción del proceso, la cañería ya granallada se puede revestir siguiendo las siguientes pautas:

- Si  $HR > 80\%$ , dentro de las 2 h
- Si  $70\% < HR \leq 80\%$  dentro de las 3 h
- Si  $HR \leq 70\%$  dentro de las 4 h

Superadas las 4 h de interrupción, la cañería debe granallarse nuevamente.

En todo los casos la temperatura del tubo debe estar 3 °C por encima del punto de rocío, de lo contrario las tareas deben ser interrumpidas.

### **G.7.4. Rangos de temperatura de operación**

Según fabricante.

### **G.7.5. Espesores reforzados (no aplicable a revestimientos del Subgrupo G.6)**

Los cruces de ríos, arroyos lagunas y salitrales los distintos grupos se utilizan con espesores reforzados.

### **G.7.6 Terminación de los sistemas aislantes térmicos multicapa (Subgrupo G.6)**

Una vez finalizada, inspeccionada y aprobada la base anticorrosiva (Secciones G.7.1 a G.7.5) los tubos se ingresan nuevamente a la línea de revestimiento, donde se les aplica, por extrusión lateral, una capa de aproximadamente 10 mm de aislante térmico (polipropileno sintáctico, poliproipileno foam o polipropileno sólido, según sea el caso).

Previamente a la aplicación de las capas sucesivas de aislación térmica, la superficie de la base anticorrosiva debe estar libre de polvo, grasas, aceites o humedad, los que deben eliminarse con productos compatible con el revestimiento a aplicar. Luego, la base anticorrosiva se debe calentar e inmediatamente después, una capa de aislante térmico se aplica por extrusión lateral. El tubo así revestido se debe mover a lo largo de una línea de enfriamiento y, finalmente,

inspeccionado. El ciclo se repite tantas veces como sea necesario hasta alcanzar el espesor requerido de aislación térmica. Finalmente, y mediante el mismo proceso, se aplica una capa de polipropileno sólido que sella el sistema.

En el caso del polipropileno sólido extruido (G.6.3), el proceso se realiza extrudando solamente capas sucesivas de polipropileno sólido.

#### **G.7.7. Revestimiento de las uniones soldadas**

Para las cañerías que operan a temperaturas  $< 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , las uniones soldadas se revisten con:

- a) Laminados plásticos del Grupo B.
- b) Mantas termocontraíbles.

Para las cañerías que operan a temperaturas superiores a  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , las uniones soldadas se revisten con los mismos materiales teniendo en cuenta que éstos se ajusten a las temperaturas de operación de las cañerías sobre las que se va aplicar.

Las uniones soldadas de los revestimientos del Subgrupo G.6 están basadas en sistemas de poliuretano inyectado, polipropilenos inyectados o piezas premoldeadas de polipropileno (sección a definir) aplicadas sobre un sistema anticorrosivo.

#### **G.7.8. Calentamiento de la superficie**

El calentamiento del sustrato metálico previo a la aplicación de los materiales termocontraíbles se puede efectuar por:

- a) Inducción con equipos fijos o de campo.
- b) Con hornos o quemadores de gas natural o licuado.

De las dos alternativas técnicas, se da preferencia a la primera.

### **G.8. Guía para la inspección**

La inspección debe tener a su cargo la supervisión de las pruebas y ensayos que efectúe el Aplicador con el fin de controlar las condiciones ambientales, la limpieza de la superficie de acero, la aplicación del revestimiento y sus características una vez aplicado. Dichos controles se realizan de acuerdo con los métodos de ensayo enunciados en esta norma.

### G.8.1. Controles sistemáticos

Los controles sistemáticos, es decir, los que se deben efectuar permanentemente y con una frecuencia preestablecida, son los siguientes:

- ◆ Control visual del aspecto (100% de la cañería).
- ◆ Detección eléctrica de fallas (100% de la cañería).
- ◆ Control de la distancia del revestimiento al extremo del caño (100% de la cañería).
- ◆ Control de las condiciones ambientales (cada 3 h como mínimo).
- ◆ Control de la limpieza de la superficie y perfil de granallado (cada 2 h como mínimo).

Se deben efectuar sobre la producción, los siguientes ensayos y en la frecuencia mínima indicada:

- ◆ Medición de espesores. Frecuencia: 10% de la producción.
- ◆ Control de adherencia. Frecuencia: al inicio del proceso y por turno (máximo 12 h).
- ◆ Resistencia al impacto. Frecuencia: un ensayo por turno (máximo 12 h).
- ◆ Ensayo de penetración. Frecuencia: un ensayo por lote de material (igual diámetro y espesor).
- ◆ Ensayo de curado de la imprimación epoxi con MEK (Metil Etil Cetona), en el caso de los sistemas tricapa. Frecuencia: una vez por turno al inicio del proceso.

### G.8.2. Controles no sistemáticos

Todos los ensayos que figuran en esta norma, no mencionados en el punto G.8.1., se pueden efectuar al iniciar las tareas para una obra en particular a pedido del Inspector y se deben repetir como mínimo una vez por año o cuando existan dudas respecto de los materiales empleados o del funcionamiento de la planta.

### G.8.3. Aceptación y rechazo

Se deben rechazar todos los caños revestidos que tengan las siguientes características:

- a) Presenten protuberancias, hendiduras o cualquier otra irregularidad que discontinúe la superficie del revestimiento la cual debe ser lisa, homogénea y uniforme.
- b) Presenten más de dos fallas al ser chequeados con el detector eléctrico.
- c) Tengan una distancia entre el extremo y el revestimiento (para la soldadura) superior a 150 mm.
- d) No cumplan con el espesor mínimo especificado.
- e) No cumplan con el ensayo de adherencia especificado.
- f) No cumplan con el valor de resistencia al impacto especificado.
- g) No satisfagan el ensayo de penetración.
- h) No verifiquen el curado de la imprimación epoxi.

En el caso de que alguna de estas deficiencias se produzca en más de tres caños sucesivos durante la producción, ésta debe ser detenida por el Inspector, hasta que el Aplicador las corrija.

La producción también se debe detener en caso de no verificarse uno o más de los ensayos de control no sistemático y se debe reiniciar únicamente cuando el Aplicador determine y corrija el origen de esa deficiencia.

#### **G.8.4. Reparación**

Únicamente se pueden reparar los caños revestidos que tengan no más de dos fallas determinadas en la detección eléctrica.

Las reparaciones se deben efectuar con materiales compatibles con el revestimiento base, previa aprobación de la Inspección.

## GRUPO H

### H. Revestimientos a base de poliolefinas termocontraíbles

Los revestimientos a base de poliolefinas termocontraíbles son láminas constituidas por dos elementos básicos:

- ◆ Una capa externa termocontraíble.
- ◆ Una capa interna de adhesivo.

El material de la capa externa termocontraíble es un polímero, en general polietileno, transformado de material termoplástico en termoestable con "memoria elástica".

El adhesivo de la capa interna puede ser de tipo blando (mastic) o bien duro (hot-melt). Este último posee mayor resistencia a los esfuerzos de corte que actúan en la interfase metal-revestimiento.

Por otra parte, se distinguen también los sistemas termocontraíbles de baja o alta relación de contracción según tengan que cubrir superficies regulares o con resaltes geométricos, respectivamente.

Se presentan en general en forma de cintas, mantas, tubos, manguitos o piezas premoldeadas.

Los materiales termocontraíbles se aplican sobre la superficie de acero a cubrir, previamente acondicionada y calentada a la temperatura especificada por el fabricante. La cara interior del revestimiento, al tomar contacto con el sustrato caliente, se funde y se adhiere a éste. El calentamiento posterior de la cara externa provoca la contracción del polímero, ajustando el conjunto a la superficie.

Algunos productos termocontraíbles incluyen en la operación de aplicación, la imprimación previa del área a revestir mediante un imprimador epoxídico. A este tipo de esquema se lo denomina sistema tricapa.

## SUBGRUPO H.1

### H.1. Mantas y tubos de alta y baja relación de contracción

#### H.1.1. Propiedades físicas del material base

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Espesor	mm	0,75 -valor nominal- (sin aplicar)		ASTM D 1000
Resistencia a la tracción	Mpa	14,7	--	ASTM D 638
Elongación a la rotura	%	400	--	ASTM D 638
Absorción de agua (24 h, 23 °C)	%	--	0,5	ASTM D 570
Rigidez dieléctrica	KV/mm	19	--	ASTM D 149
Resistividad volumétrica	$\Omega$ .cm	$10^{14}$	--	ASTM D 257
Choque térmico (condición: a 225 °C por 4 h)	visual	no presenta cambios		ASTM D 2671
Modificación dimensional	Longitudinal Transversal	%	25 7	ASTM D 2732

#### H.1.2. Propiedades físicas del adhesivo

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo	
Espesor	mm	1,00 -valor nominal- (sin aplicar)	--	ASTM D 1000	
Punto de ablandamiento (anillo y esfera)	°C	s/valor del Fabricante		ASTM E 28	
Absorción de agua	%	--	1	ASTM D 570	
Resistencia al cizallamiento	a 23 °C a T <sub>máx.</sub>	N/mm <sup>2</sup>	$\geq 1,0$ $\geq 0,07$	-- --	ISO 21809-3 tabla 14 tipo B, Anexo L

#### H.1.3. Propiedades físicas de la imprimación

El fabricante debe presentar, para los sistemas con imprimadores epoxídicos, una certificación por cada partida de material con los siguientes datos:

- Fecha de fabricación y número de partida.
- Nombre del fabricante y lugar de origen del material.
- Tipo y color de pintura.

## ENARGAS

- d) Densidad (de cada componente y de la mezcla).
- e) Contenido de sólidos.
- f) Relación y tiempo de mezclado.
- g) Punto de inflamación (de cada componente).
- h) Vida útil de los componentes sin mezclar en sus envases originales (shelf life).
- i) Vida útil de la mezcla a distintas temperaturas (pot life)
- j) Espesor necesario para la aplicación del termocontraíble.
- k) Tiempos de secado y/o curado a distintas temperaturas, requeridos para la aplicación del termocontraíble.
- l) Temperaturas límite de aplicación y de operación.

### H.1.4. Propiedades físicas del sistema aplicado

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Despegue catódico a 23 °C a T <sub>máx.</sub>	mm	-- --	10 20	EN 12068 Anexo K
Resistencia a la penetración a 23 °C a T <sub>máx.</sub>	N/mm <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup>	10 10		EN 12068 Anexo G
Detección de defectos, o Espesor residual	mm	Pasa 0,6		
Resistencia específica de aislamiento eléctrico: R <sub>S100</sub>	Ω.m <sup>2</sup>	10 <sup>8</sup>	--	EN 12068 Anexo J
R <sub>S100</sub> /R <sub>S70</sub>		0,8	--	
Resistencia al impacto a 23 °C	J	15	--	EN 12068 Anexo H
Adherencia: s/ superficie de la cañería a 23 °C a T <sub>máx.</sub> s/ revestimiento de fabrica a 23 °C a T <sub>máx.</sub>	N/mm	1,0 0,1 0,4 0,04	-- -- -- --	EN 12068 Anexo C
Resistencia al envejecimiento térmico: Relación de: - resistencia a la tracción - alargamiento a la rotura - resistencia al desprendimiento capa a capa - resistencia al desprendimiento de la superficie de la cañería		$1,25 \geq S_{100}/S_0 \geq 0,75$ $S_{100}/S_{70} \geq 0,8$ $1,25 \geq E_{100}/E_0 \geq 0,75$ $E_{100}/E_{70} \geq 0,8$ $P_{100}/P_T \geq 0,75$ $P_{100}/P_{70} \geq 0,8$ $A_{100}/A_T \geq 0,75$ $A_{100}/A_{70} \geq 0,8$		EN 12068 Anexo E
Resistencia al suelo (condición: 24 h a T <sub>máx.</sub> )	mm	--	1,6	TP 206
Inmersión en agua caliente	28 días de inmersión en agua a T <sub>máx.</sub> , luego adherencia a 23°C, valor $\geq 1,5$ N/mm (Anexo I)			ISO 21809-3 tabla 14

**SUBGRUPO H.2**

**H.2. Cintas termocontraíbles**

**H.2.1. Propiedades físicas del material base**

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Espesor	mm	1	--	ASTM D 1000
Resistencia a la tracción	Mpa	13,7	--	ASTM D 638
Elongación a la rotura	%	300	--	ASTM D 638
Temperatura de ablandamiento (Vicat)	°C	105	--	ASTM D 1525
Absorción de agua (24 h, 23 °C)	%	--	0,5	ASTM D 570
Rigidez dieléctrica	KV/mm	19	--	ASTM D 149
Resistividad volumétrica	Ω.cm	10 <sup>14</sup>	--	ASTM D 257

**H.2.2. Propiedades físicas del adhesivo**

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Espesor	mm	1	--	ASTM D 1000
Densidad relativa	--	1,05	1,15	ASTM D 792
Viscosidad a 160°C	Poise	100	--	ASTM D 1084
Punto de ablandamiento (anillo y esfera)	°C	50	--	ASTM E 28
Absorción de agua	%	--	1	ASTM D 570
Resistividad volumétrica	Ω.cm	10 <sup>10</sup>	--	ASTM D 257
Índice de saponificación	mgOHK/g	--	10	EN 12068

**H.2.3. Propiedades físicas del sistema aplicado**

Ídem H.1.4.

## SUBGRUPO H.3

### H.3. Cintas termocontraíbles de gran flexibilidad

#### H.3.1. Propiedades físicas del material base

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Espesor	mm	1	--	ASTM D 1000
Resistencia a la tracción	MPa	13,7	--	ASTM D 638
Elongación a la rotura	%	300	--	ASTM D 638
Temperatura de ablandamiento (vicat)	°C	105	--	ASTM D 1525
Absorción de agua (24 h, 23 °C)	%	--	0,5	ASTM D 570
Rigidez dieléctrica	KV/mm	19	--	ASTM D 149
Resistividad volumétrica	Ω.cm	10 <sup>14</sup>	--	ASTM D 257

#### H.3.2. Propiedades físicas del adhesivo

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Espesor	mm	1	--	ASTM D 1000
Densidad relativa	--	1,05	1,15	ASTM D 792
Viscosidad a 160°C	Poise	100	--	ASTM D 1084
Punto de ablandamiento (anillo y esfera)	°C	50	--	ASTM E 28
Absorción de agua	%	--	1	ASTM D 570
Resistividad volumétrica	Ω.cm	10 <sup>10</sup>	--	ASTM D 257
Índice de saponificación	mgOHK/g	--	10	EN 12068

#### H.3.3. Propiedades físicas del sistema aplicado

Ídem H.1.4.

## SUBGRUPO H.4

## H.4. Piezas moldeadas termocontraíbles

## H.4.1. Propiedades físicas del material base

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Espesor	mm	1	--	ASTM D 1000
Resistencia a la tracción	MPa	13,7	--	ASTM D 638
Elongación a la rotura	%	300	--	ASTM D 638
Temperatura de ablandamiento (Vicat)	°C	105	--	ASTM D 1525
Absorción de agua (24 h, 23 °C)	%	--	0,5	ASTM D 570
Rigidez dieléctrica	KV/mm	19	--	ASTM D 149
Resistividad volumétrica	Ω.cm	10 <sup>14</sup>	--	ASTM D 257

## H.4.2. Propiedades físicas del adhesivo

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Espesor	mm	1	--	ASTM D 1000
Densidad relativa	--	1,05	1,15	ASTM D 792
Viscosidad a 160°C	poise	100	--	ASTM D 1084
Punto de ablandamiento (anillo y esfera)	°C	50	--	ASTM E 28
Absorción de agua	%	--	1	ASTM D 570
Resistividad volumétrica	Ω.cm	10 <sup>10</sup>	--	ASTM D 257
Índice de saponificación	mgOHK/g	--	10	EN 12068

## H.4.3. Propiedades físicas del sistema aplicado

Ídem H.1.4.

## H.5. Guía de aplicación

- a) Las cintas termocontraíbles descritas en los subgrupos H.2 y H.3, se emplean como revestimiento integral de cañerías. La aplicación se efectúa en Plantas de Revestimiento hasta una distancia de 150 mm como máximo de los extremos, teniéndose en cuenta la aplicación de la unión soldada.
- b) Las mantas y tubos de baja relación de contracción se pueden emplear en:
- ◆ Revestimiento de uniones soldadas.
  - ◆ Revestimiento de tramos rectos y cortos de cañería.
  - ◆ Reparación de revestimientos dañados.
- c) Las mantas y tubos de alta relación de contracción y las piezas premoldeadas termocontraíbles se pueden emplear en:
- ◆ Revestimiento de uniones bridadas.
  - ◆ Revestimiento de tes de derivación.
  - ◆ Sellado entre caños camisa y caños conductores.
  - ◆ Sellado de juntas campana/espiga.

### H.5.1. Rangos de temperatura de operación

La temperatura máxima de operación continua ( $T_{m\acute{a}x}$ ) para los materiales del Grupo H, debe ser la especificada por el fabricante. En ausencia de cualquier indicación específica, los recubrimientos se consideran adecuados para el empleo a una temperatura máxima de operación continua ( $T_{m\acute{a}x}$ ) hasta 30 °C; por sobre 30 °C sólo se aceptan  $T_{m\acute{a}x}$  mayores a 50 °C. La verificación de las propiedades enunciadas en el apartado H.1.4. que indiquen  $T_{m\acute{a}x}$  debe efectuarse sometiendo las probetas a la temperatura máxima de operación continua especificada por el fabricante.

### H.5.2. Preparación de la superficie

La superficie de la cañería, previa a la aplicación del revestimiento, debe estar libre de polvo, grasas, aceites o cualquier otro material extraño, los cuales deben eliminarse teniéndose en cuenta la norma ISO 8501-1.

Luego de la limpieza previa, la cañería debe granallarse o arenarse a "metal casi blanco", grado Sa 2½ de la norma ISO 8501-1.

Finalmente, para verificar la ausencia de polvo o residuos del proceso de granallado, inmediatamente antes de la aplicación del revestimiento, se observará el cumplimiento de la norma ISO 8503-5.

### H.5.3. Calentamiento de la superficie

El calentamiento del sustrato metálico previo a la aplicación de los materiales termocontraíbles se puede efectuar por:

- a) Inducción con equipos fijos o de campo.
- b) Con hornos o quemadores de gas natural o licuado.
- c) Con soplonés alimentados a gas natural o licuado.

En todos los casos debe asegurarse que la temperatura alcanzada sea la especificada por el fabricante y homogénea en toda la superficie de la tubería, mediante el empleo de pirómetros adecuados.

Para diámetros de cañería mayores a 16", se da preferencia al empleo de la opción a), o utilizarse dos soplonés en el caso de la opción c). Deben adoptarse todas las medidas necesarias a fin de evitar la pérdida de temperatura por la acción del viento o las inclemencias climáticas en general mediante la utilización, por ejemplo, de carpas portátiles.

Asimismo, se debe prever el empleo de elementos de protección personal adecuados para evitar cualquier perjuicio a los operarios en la operación con soplonés.

### H.5.4. Anchos y sobrepuestos

Las cintas termocontraíbles se deben aplicar en forma helicoidal con un solape mínimo de 50 mm.

Los mantas termocontraíbles se sobrepondrán en 50 mm a los revestimientos existentes y entre sí cuando se instalen varios de ellos en forma consecutiva.

## H.6. Guía de inspección

La inspección debe tener a su cargo la supervisión de las pruebas y ensayos que efectúe el Aplicador con el fin de controlar las condiciones

ambientales, la limpieza de la superficie de acero, la aplicación del revestimiento y sus características una vez aplicado. Dichos controles se realizan de acuerdo con los métodos de ensayo enunciados en esta norma.

#### **H.6.1. Controles sistemáticos**

Los controles sistemáticos, es decir, los que se deben efectuar permanentemente y con una frecuencia preestablecida, son los siguientes:

- ◆ Control visual del aspecto (100% de la producción).
- ◆ Detección eléctrica de fallas (100% de la producción).
- ◆ Control de la distancia del revestimiento al extremo del caño y del solapado mínimo (100% de la producción).
- ◆ Control de la limpieza de la superficie (100% de la producción).
- ◆ Control de adherencia (10% de la producción).
- ◆ Resistencia al impacto (1% de la producción).

#### **H.6.2. Controles no sistemáticos**

Todos los ensayos que figuran en esta norma, no mencionados en el apartado H.6.1., se pueden efectuar al iniciar las tareas para una obra en particular a pedido del Inspector de la Licenciataria, y se deben repetir como mínimo una vez por año o cuando existan dudas respecto de los materiales empleados o del funcionamiento de la Planta.

#### **H.6.3. Aceptación y rechazo**

Se deben rechazar todos los caños, uniones soldadas o accesorios revestidos que tengan las siguientes características:

- a) Presenten protuberancias, hendiduras o cualquier otra irregularidad que discontinúe la superficie del revestimiento la cual debe ser lisa, homogénea y uniforme.
- b) Presenten más de dos fallas al ser chequeados con el detector eléctrico.
- c) Tengan una distancia entre el extremo del caño y el revestimiento superior a 150 mm (en el caso de las cintas).
- d) Tengan un solapado inferior a 50 mm.

## ENARGAS

- e) No cumplan con el espesor mínimo especificado.
- f) No cumplan con el ensayo de adherencia especificado.
- g) No cumplan con el valor de resistencia al impacto especificado.

Para el caso que alguna de estas deficiencias se produzca en más de tres caños, mantas, o accesorios en forma sucesiva, durante la producción y/o la aplicación, el proceso será detenido por la Inspección, hasta que el inconveniente sea corregido.

### **H.6.4. Reparación**

Únicamente pueden repararse los caños, mantas, o accesorios revestidos que tengan no más de dos fallas localizadas por la detección eléctrica.

Las reparaciones se efectúan exclusivamente con sistemas compatibles con el revestimiento base, previa aprobación de la Inspección.

## GRUPO I

### I. Revestimientos anticorrosivos a base de ceras microcristalinas de petróleo.

(Aplicación en frío y caliente)

#### I.1. Objeto

En este Grupo se establecen las propiedades físicas de los materiales, las del sistema aplicado, la guía de aplicación y la guía para la inspección, de los sistemas anticorrosivos para la protección anticorrosiva de superficies metálicas, compuestos por ceras microcristalinas de petróleo de aplicación en frío y caliente y cintas constituidas por una estructura de fibra sintética saturada con una mezcla de ceras microcristalinas de petróleo.

#### I.2. Alcance

I.2.1. Este sistema de protección anticorrosiva se puede emplear para el revestimiento permanente de cañerías de acero nuevas o reparaciones de campo (parches), soldaduras, reacondicionamiento de cañerías y -debido a su fácil adaptación a superficies irregulares- al revestimiento de accesorios y para rellenar espacios entre bridas, a instalar bajo tierra o empotrados.

I.2.2. Estos revestimientos están clasificados para trabajar en un rango de temperaturas de operación de:

- ◆ aplicados en frío: -40 °C a 49 °C.
- ◆ aplicados en caliente: -23 °C a 49 °C

I.2.3. En aquellas zonas donde se produzcan o puedan preverse movimientos del suelo o movimientos relativos entre el suelo y los elementos a proteger, debe realizarse una comprobación previa de la aptitud de estos revestimientos para permanecer indemnes ante esas solicitaciones.

#### I.3. Materiales y componentes del sistema

I.3.1. Estos sistemas deben estar compuestos por dos capas, una interna basada en una mezcla de ceras de petróleo que humecta la superficie recubriéndola. La segunda capa se compone por una cinta constituida por una estructura de fibra sintética saturada con una mezcla de ceras de petróleo sobre

una capa de soporte o refuerzo, que actúa como resistencia mecánica y dieléctrica adicional protegiendo la primer capa. El principio de protección del sistema se basa en la baja absorción de humedad y alta barrera dieléctrica.

Este conjunto debe estar protegido por una envoltura exterior que actúe como refuerzo mecánico, pudiendo ser un material de espesor delgado o una segunda cobertura con la cinta saturada.

### **I.3.1.1. Ceras de petróleo.**

Están compuestas por ceras microcristalinas de petróleo y plastificantes, pudiendo contener agregados, inhibidores o aditivos que sean compatibles con el sistema.

Se utiliza como acondicionador de la superficie para humectarla, para desplazar humedad, para detener la corrosión activa, y asegurar la adhesión de la cinta de cera.

Debe cumplir con los requisitos de las tablas N° 1a ó 1b, según corresponda.

### **I.3.1.2. Cintas saturadas con cera de petróleo.**

Las cintas se componen por una estructura de fibra sintética saturada con una mezcla de ceras de petróleo, laminada sobre un film de soporte que actúa como refuerzo, compatible con la cera que corresponda según la aplicación en frío o caliente.

La fibra se satura por una cera microcristalina de petróleo, plastificante e inhibidores anticorrosivos.

El sistema de revestimiento debe cumplir los requisitos de las tablas N° 2a ó 2b, según corresponda.

### **I.3.1.3. Capa de refuerzo externo**

Para protección mecánica se utiliza una cobertura externa de materiales aptos, tales como películas plásticas, telas de fibra de vidrio o fibras sintéticas. Si las condiciones de manipuleo o instalación lo requieren, se coloca una segunda capa de refuerzo.

La capa de refuerzo debe cumplir los requisitos de la tabla N°3.

**I.4. Propiedades físicas de los materiales:**

Los materiales constitutivos del sistema deben ser químicamente estables, totalmente inertes, compatibles con otros revestimientos y deben cumplir con los requisitos enumerados en las siguientes tablas.

**I.4.1. Propiedades físicas de la cera de petróleo**

Tabla N° 1 a

(Aplicación en caliente)

<b>Requisito</b>	<b>Unidad</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Método de ensayo</b>
Peso específico relativo a 25 °C	-	0,85	0,92	ASTM D 70
Penetración (aguja) a 25 °C	-	26	50	ASTM D 1321
Punto de fusión	°C	71	79	ASTM D 127
Punto de inflamación	°C	260	-	ASTM D 92
Adherencia	-	Satisfactorio		ASTM D 3359
Resistencia dieléctrica	V/μm	4	-	ASTM D 149
Resistencia a los hongos	-	No se observará crecimiento		ASTM G 21
Resistencia a las bacterias	-	No se observará crecimiento		IRAM 1456-3

Tabla N° 1 b

(Aplicación en frío)

<b>Requisito</b>	<b>Unidad</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Método de ensayo</b>
Peso específico relativo a 25 °C	-	0,88	1,25	ASTM D 70
Penetración (cono) a 25 °C	-	74	224	ASTM D 937
Punto de congelación	°C	57	68	ASTM D 938
Punto de inflamación	°C	66	-	ASTM D 92
Adherencia	-	Satisfactorio		ASTM D 3359
Resistencia dieléctrica	V/μm	4	-	ASTM D 149
Resistencia a los hongos	-	No se observará crecimiento		ASTM G-21
Resistencia a las bacterias	-	No se observará crecimiento		IRAM 1456-3

**I.4.2. Propiedades físicas de la cinta de cera de petróleo.**

Tabla N° 2 a

(Aplicación en caliente)

Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Espesor del film de fibra saturada	μm	250	360	ASTM D 1000
Espesor del film soporte	μm	13	25	ASTM D 1000
Resistencia a la tracción	MPa	0,65	1,3	ASTM D 1000
Elongación a la rotura	%	30	80	ASTM D 1000
Punto de fusión de la cera	°C	71	99	ASTM D 127
Resistencia dieléctrica	V/μm	14	-	ASTM D 149

Tabla N° 2 b

(Aplicación en frío)

Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Espesor del film de fibra saturada	μm	1000		ASTM D 1000
Punto de congelación del saturado	°C	63	71	ASTM D 1 000
Punto de inflamación del saturado	°C	60		ASTM D 127
Resistencia dieléctrica	V/μm	6,7	-	ASTM D 149

**I.4.3. Propiedades físicas del refuerzo mecánico.**

Tabla N° 3

Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Espesor	mm	0,038		ASTM D 1000
Resistencia a la tracción	MPa	48,5		ASTM D 882
Transmisión de vapor de agua	g/m <sup>2</sup> – 24 h		0,6	ASTM E 96
Resistencia dieléctrica	V/μm	10	-	ASTM D 149

## **I.5. Propiedades físicas del sistema aplicado**

El sistema de revestimiento aplicado en las condiciones indicadas por el fabricante, debe cumplir con los requisitos indicados en la tabla N°4.

Tabla N° 4

<b>Requisito</b>	<b>Unidad</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Método de ensayo</b>
Despegue catódico	mm <sup>2</sup>	-	1000	ASTM G 8
Medición de espesores	mm	1	-	ASTM G 12
Absorción de agua	%	-	1	ASTM G 9
Detección de fallas	-	no se detectarán fallas		apartado I.7.2

## **I.6. Guía de aplicación**

### **I.6.1. Preparación de la superficie**

La superficie por recubrir debe estar libre de grasas, aceites, aceites emulsionables, barnices o cualquier otro material extraño. Se eliminarán mediante solventes u otros productos adecuados que aseguren la remoción de contaminantes, según lo recomendado por el fabricante.

El grado de limpieza debe responder a SSPC-SP 1.

Se debe realizar una limpieza mecánica manual por medio de un cepillo de cerdas de alambre, eliminando toda la herrumbre suelta, revestimiento suelto, capa de óxido, suciedad y otras materias extrañas.

El grado de limpieza debe responder a SSPC-SP 2.

Si la superficie estuviese mojada, se debe esperar a que seque o se secará con un trapo.

### **I.6.2. Aplicación**

#### **I.6.2.1. En caliente**

Se calienta la cera a la temperatura especificada por el fabricante, hasta que llegue al estado líquido para asegurarse la adherencia del revestimiento a la superficie de la cañería.

La aplicación de la cera de petróleo se debe realizar por medio del procedimiento de revestimiento por inundación, especificado por el fabricante.

Luego de la aplicación de la cera de petróleo se realiza una inspección visual, a los efectos de determinar posibles poros pequeños, saltos en el revestimiento y lugares del revestimiento con bajo espesor.

Posterior a la inspección visual se aplica la cinta de cera en forma helicoidal, manteniendo los valores de solapado –mínimo 25,4 mm- y de tensión indicados por el fabricante.

A continuación y para fijar el solapado de la cinta de cera, se aplica una última capa de cera.

Cuando se utilice como alternativa de refuerzo para protección mecánica otros materiales de acuerdo con lo indicado en I.3.1., éstos se aplican de igual forma que la cinta.

#### **I.6.2.2. En frío**

Se aplica manualmente una delgada capa de cera. Cuando haya presencia de humedad la cera se frota y presiona sobre la superficie hasta que se adhiera totalmente. El fabricante debe indicar los procedimientos recomendados y el rango de temperatura de aplicación.

La cera no requiere tiempo de secado ni de curado y la cinta saturada se aplica en forma inmediata para evitar contaminación o abrasión.

La cinta saturada se aplica manualmente en espiral; para superficies irregulares se cortan de la cinta piezas de tamaño y formas adecuadas. En ambos casos debe tener un solapado mínimo de 25,4 mm.

La cera puede usarse para rellenar huecos en superficies irregulares. La cinta saturada se aplica presionando y moldeando en conformidad con la superficie, de tal modo que se adhiera totalmente y evite la formación de cámaras de aire.

Cuando se utilice como alternativa de refuerzo para protección mecánica otros materiales de acuerdo a lo indicado en I.3.1., éstos se aplican de igual forma que la cinta.

### **I.7. Guía de inspección**

La inspección debe tener a su cargo la supervisión de las pruebas y ensayos que efectúe el Aplicador con el fin de controlar las condiciones ambientales, la limpieza de la superficie de acero, la aplicación del revestimiento y sus características una vez aplicado. Dichos controles se realizan de acuerdo con los métodos de ensayo enunciados en esta norma.

#### **I.7.1. Inspección visual**

La aplicación del revestimiento se inspecciona visualmente a fin de determinar el cumplimiento de las especificaciones y detectar posibles defectos del revestimiento o deficiencias, por ejemplo, fallas en el solapado, bolsas de aire, etc.

#### **I.7.2. Inspección eléctrica de fallas**

Se realiza luego de la inspección visual.

El método consiste en la detección de posibles fallas y poros en el revestimiento mediante el barrido con un electrodo de alta tensión; al pasar sobre una falla, el electrodo genera un arco voltaico que se traduce en una señal sonora, luminosa, o de ambos tipos.

##### **I.7.2.1. Instrumental**

Equipo compuesto por una fuente generadora de alta tensión con un electrodo tipo pértiga, y por un palpador desplazable sobre la superficie a ensayar.

La calibración de este instrumento debe efectuarse de acuerdo con las indicaciones de su fabricante.

##### **I.7.2.2. Tensión de prueba**

La tensión de ensayo debe ser de 7000 V por cada milímetro de espesor del revestimiento, más el adicional recomendado para la capa de refuerzo externo.

### **I.7.3. Procedimiento**

Se arrastra el palpador con la pértiga-electrodo de modo que entre en contacto con toda la superficie en inspección, deslizándolo a una velocidad máxima de 18 m/min.

La aparición de una señal sonora o luminosa evidencia la presencia de un poro o falla.

## **I.8. Reparación**

Los defectos de los revestimientos se reparan de acuerdo con lo establecido en I.6.

## **I.9. Marcado, Rotulado y Embalaje**

### **I.9.1. Marcado de las cintas de cera de petróleo**

Cada rollo de cinta debe llevar un rótulo en forma legible e inalterable, con la identificación mínima siguiente, además de lo que indiquen las disposiciones legales en vigencia:

- a) La marca registrada o el nombre del fabricante; para el caso de productos importados se indican los datos del importador.
- b) Industria de origen.
- c) La identificación del tipo de producto y su designación.
- d) La identificación del lote de producción, el número de control u otra marcación suficiente para asegurar la trazabilidad del producto.
- e) Logotipo de identificación de modelo aprobado, según lo indicado en el anexo IV de la Resolución ENARGAS N° 138/95 o la que en el futuro la reemplace.
- f) Número de matrícula de certificación.

### **I.9.2. Marcado de la cera de petróleo**

Los envases de la cera de petróleo deben llevar, además de lo indicado en I.10.1, las condiciones de almacenamiento y estiba, y la fecha de vencimiento si correspondiera.

**GRUPO J**

**J Revestimiento anticorrosivo a base de poliolefinas fundidas aplicadas por proyección (“Flame Spray”)**

**J.1 Generalidades**

Revestimientos a base de poliolefinas fundidas aplicadas por proyección

El sistema denominado revestimiento de poliolefinas fundidas aplicadas por proyección consiste en:

- a) Una película de resina epoxi en polvo de 200 µm mínimo, aplicado por medios electrostáticos.
- b) Una película de poliolefinas modificada de 2 mm como mínimo, adherida a la película de resina epoxi y aplicada como polvo fundido proyectado contra la película de resina epoxi recién aplicada.

La película de poliolefina puede ser tanto de polietileno como polipropileno modificados.

**J.1.1 Propiedades físicas de la resina epoxi en polvo**

El Aplicador debe recibir del fabricante de la resina en polvo una ficha técnica con los siguientes datos:

- a) Nombre del fabricante y lugar de origen del material.
- b) Fecha de fabricación y número de partida.
- c) Nombre y tipo de resina epoxi en polvo.
- d) Tamaño de partículas y su distribución.
- e) Densidad.
- f) Condiciones de estabilidad durante el almacenamiento.
- g) Rango de temperaturas de aplicación.
- h) Rango y límites de temperaturas de operación del material revestido.
- i) Contenido de humedad.
- j) Espectrograma infrarrojo.
- k) Curva de temperaturas de gelificación.

l) Análisis térmico por calorímetro de barrido diferencial.

### J.1.2 Propiedades físicas de la poliolefinas modificada

El Aplicador debe recibir del fabricante de las poliolefinas modificadas una ficha técnica con los siguientes datos:

- a) Fecha de fabricación y número de partida.
- b) Nombre del fabricante y lugar de origen del material.
- c) Nombre y tipo de poliolefinas modificada.
- d) Tamaño de partículas y su distribución.
- e) Densidad.
- f) Condiciones de estabilidad durante el almacenamiento.
- g) Rango de Temperaturas de aplicación.
- h) Rango y límites de temperaturas de operación del material revestido.

### J.1.3 Propiedades físicas del sistema aplicado

Propiedad	Unidad	Min.	Máx.	Método de ensayo
Despegue catódico (28 días, 20 °C)	mm	-	15	CAN/CSA-Z 245
Despegue catódico (28 días, 65 °C)	mm	-	25	CAN/CSA-Z 245
Despegue catódico (48 h, 65 °C)	mm	-	8	CAN/CSA-Z 245
Resistencia a la penetración (23°C)	mm	-	0.30	DIN 30670
Adherencia (23°C)	N/mm	15	-	CAN/CSA-Z 245
Elongación (Tipo IV; 50 mm/min)	%	400	-	ASTM D 638
Tensión de rotura (Tipo IV; 50 mm/min)	MPa	11	-	ASTM D 638
Resistencia al impacto (23°C)	J/mm	6	-	CAN/CSA-Z245

### J.2. Guía de aplicación

**J.2.1** Las poliolefinas fundidas aplicadas por proyección descritas en este grupo se emplean principalmente como revestimiento anticorrosivo de cañerías, accesorios, uniones soldadas, piezas especiales y reparaciones en tuberías revestidas.

La aplicación se efectúa en obrador o en campo en forma manual o con equipos automatizados.

#### J.2.2 Preparación de la superficie

Previamente a la limpieza abrasiva de la superficie a revestir, se deberá verificar que ésta se encuentre libre de contaminantes y humedad. Toda traza de aceites, grasas, polvo o material extraño debe eliminarse con métodos que no dañen la superficie a ser revestida ni afecten negativamente las propiedades del revestimiento una vez aplicado.

La superficie descontaminada se debe calentar con flama de gas a fin de eliminar todo vestigio de humedad. Se debe alcanzar una temperatura superior en 3 ° a la temperatura de punto de rocío pero no mayor a 150 °C. Ésta debe mantenerse dentro de estos límites hasta que la superficie sea granallada.

Luego de la preparación previa, la superficie debe granallarse o arenarse hasta alcanzar o superar el grado Sa 2½ de la norma ISO 8501-1. La superficie debe presentar una rugosidad comprendida entre 40 µm y 100 µm cuando se mide con cinta replicante. Inmediatamente antes de la aplicación del revestimiento se verifica el grado de contaminación superficial con polvo de acuerdo con la norma ISO 8501-2 , considerándose aceptable una clase 2 o mejor.

#### J.2.3 Condiciones ambientales

No se puede aplicar el revestimiento en caso de que la humedad relativa ambiente (HR) supere al 85%. En caso de interrupción del proceso, la superficie ya granallada puede ser revestida siguiendo las siguientes pautas:

- ◆ Si HR >80%, dentro de las 2 h
- ◆ Si 70% <HR < 80% dentro de las 3 h
- ◆ Si HR < 70% dentro de las 4 h

Superadas las 4 h de interrupción, la superficie a ser revestida debe granallarse nuevamente.

En todo los casos la temperatura de la superficie debe estar 3 °C por encima del punto de rocío, de lo contrario las tareas deben interrumpirse.

### J.2.4 Calentamiento de la superficie

El calentamiento del sustrato metálico previo a la aplicación de los materiales se puede efectuar por:

- a) Inducción con equipos fijos o de campo.
- b) Con hornos o quemadores de gas natural o licuado.

De las dos alternativas técnicas, se da preferencia a la primera.

### J.3 Guía de inspección

La inspección debe tener a su cargo la supervisión de las pruebas y ensayos que efectúe el Aplicador con el fin de controlar las condiciones ambientales, la limpieza de la superficie de acero, la aplicación del revestimiento y sus características una vez aplicado. Dichos controles se realizan de acuerdo con los métodos de ensayo enunciados en esta norma.

#### J.3.1 Controles sistemáticos

Los controles sistemáticos, es decir, los que se deben efectuar permanentemente y con una frecuencia preestablecida, son los siguientes:

- ◆ Control visual del aspecto (100% del material a ser revestido)
- ◆ Detección eléctrica de fallas (100% del material a ser revestido)
- ◆ Control de la distancia del revestimiento al extremo del tubo (100% del material cuando sea requerido)
- ◆ Control de las condiciones ambientales (cada 3 h como mínimo).
- ◆ Control de la limpieza de la superficie y perfil de granallado (cada 2 h como mínimo).

Se deben efectuar sobre el 10% de la producción como mínimo, los siguientes ensayos:

- ◆ Medición de espesores.
- ◆ Control de adherencia.
- ◆ Resistencia al impacto.
- ◆ Ensayo de penetración.
- ◆ Ensayo de curado de la imprimación epoxi con MEK (Metil Etil Cetona)

### J.3.2 Controles no sistemáticos

Todos los ensayos que figuran en esta norma, y que sean aplicables a los revestimiento de poliolefinas fundidas aplicadas por proyección, se pueden efectuar al iniciar las tareas para una obra en particular a pedido del Inspector de la Licenciataria y se deben repetir como mínimo una vez por año o cuando existan dudas respecto de los materiales empleados o del funcionamiento de la planta.

### J.3.3 Aceptación y rechazo

Se deben rechazar todos los caños, uniones o accesorios revestidos que tengan las siguientes características:

- a) Presenten irregularidades que discontinúen la superficie del revestimiento la cual debe ser homogénea y uniforme.
- b) Presenten fallas al ser chequeados con el detector eléctrico.
- c) Tengan una distancia entre el extremo y el revestimiento (para la soldadura) superior al especificado.
- d) No cumplan con el espesor mínimo especificado.
- e) No cumplan con el ensayo de adherencia especificado.
- f) No cumplan con el valor de resistencia al impacto especificado.
- g) No satisfagan el ensayo de penetración.
- h) No verifiquen el curado de la imprimación epoxi.

En el caso de que alguna de estas deficiencias se produzca en más de tres caños, uniones o accesorios sucesivos durante la producción, ésta debe detenerse por el Inspector de la Licenciataria, hasta que el Aplicador las corrija.

La producción también debe detenerse en caso de no verificarse uno o más de los ensayos de control no sistemático y se debe reiniciar únicamente cuando el Aplicador determine y corrija el origen de esa deficiencia.

### J.3.4 Reparación

Únicamente se puede reparar el material revestido que tenga no más de tres fallas por m<sup>2</sup>, determinadas en la detección eléctrica. Las reparaciones se efectúan con materiales compatibles con el revestimiento base, previa aprobación de la Inspección de la Licenciataria.

## GRUPO K

### K Aislación térmica en base a poliuretano inyectado

#### K.1 Generalidades

El sistema denominado aislamiento térmico de poliuretano inyectado para cañerías de acero consiste en una masa de poliuretano inyectada en el espacio anular formado entre una cañería de acero revestida con un revestimiento anticorrosivo y un tubo de polietileno de alta densidad.

Este sistema se utiliza para mantener la temperatura del fluido durante su transporte. Para el cálculo de la pérdida de calor se debe tener en cuenta cuál es la mínima temperatura que es aceptable en su punto final.

El espesor mínimo de la aislación térmica de poliuretano expandido rígido queda determinado por las siguientes variables:

- ◆ Temperatura de inyección.
- ◆ Longitud de la cañería.
- ◆ Temperatura del terreno, si la cañería es enterrada.
- ◆ Temperaturas mínimas del ambiente, si la cañería es sub-aérea.
- ◆ Características termodinámicas del fluido.
- ◆ Espesor de la cañería de acero.
- ◆ Tipo de revestimiento anticorrosivo.

En el caso de ser necesario es posible complementar el revestimiento con un sistema de calefacción para mantener la temperatura mínima en caso de paradas técnicas prolongadas.

El sistema está conformado por:

a) Un revestimiento anticorrosivo que puede ser:

- ◆ una resina epoxi en polvo de 350  $\mu\text{m}$  mínimo, aplicado por medios electrostáticos sobre la superficie de la cañería de acuerdo con lo descrito para el Subgrupo E.1 "Revestimientos a base de resinas epoxi en polvo",
- ◆ revestimiento anticorrosivo de poliolefinas extruidas sobre la superficie de la cañería de acero de acuerdo con lo descrito para el Grupo G "Revestimiento de poliolefinas extruidas".

## ENARGAS

- b) Una capa de poliuretano de densidad entre  $60 \text{ kg/m}^3$  y  $80 \text{ kg/m}^3$  y 50 mm de espesor como mínimo, adherida al revestimiento anticorrosivo y aplicada por inyección de sus componentes primarios (poliol e isocianato). La densidad y espesor de la capa de poliuretano pueden variar en función a los requerimientos de aislación térmica de cada proyecto en particular. (Para caños que sean curvados en la línea, la densidad mínima debe ser de  $120 \text{ kg/m}^3$ ).
- c) Una vaina o camisa de polietileno de alta densidad de 4 mm de espesor (mínimo) que protege mecánicamente y aísla a la capa de poliuretano y debe cumplir los requerimientos de la EN 253.

### **K.1.1 Propiedades físicas de la resina epoxi en polvo**

De acuerdo con lo requerido para el Subgrupo E.1 (Revestimientos a base de resinas epoxi en polvo)

### **K.1.2 Propiedades físicas de los componentes del poliuretano**

El Aplicador debe recibir del fabricante del poliol y el isocianato una ficha técnica con los siguientes datos:

- a) Nombre del fabricante y lugar de origen del material.
- b) Fecha de fabricación y número de partida.
- c) Apariencia
- d) Viscosidad
- e) Densidad
- f) Temperatura y estabilidad de almacenamiento

**K.1.3 Propiedades físicas del poliuretano aplicado (Tabla I)**

Propiedad	Unidad	Min.	Máx.	Método de ensayo
Densidad libre	kg/m <sup>3</sup>	30	-	ISO 845
Tiempo de crema	s	38	-	Según fabricante
Tiempo de Gel	s	140	-	Según fabricante
Densidad de núcleo	kg/m <sup>3</sup>	60	-	ISO 845
Absorción de agua	%	-	10	EN-253
Conductividad térmica	W/m <sup>0</sup> k	-	0,030	ASTM C 177
Resistencia a la compresión (al 10% de deformación)	kg/cm <sup>2</sup>	2	-	ISO 844
Uniformidad de celdas (Tamaño de las celdas)	mm	-	0.5	EN 253
Contenido de celdas cerradas en el producto aplicado	%	90	-	ASTM D 2586

**K.1.4 Propiedades físicas de las camisas de polietileno de alta densidad**

Las camisas de polietileno de alta densidad deben estar fabricadas de acuerdo con la norma EN 253 y cumplir con los requerimientos de la norma IRAM 13485 para los compuestos de polietileno clasificados como PE 80 o PE 100, según sea cada caso.

El polietileno destinado a la fabricación de las camisas debe cumplir los requisitos establecidos en la Tabla II.

<b>Tabla II - Requisitos para polietileno destinado a la fabricación de las camisas</b>				
<b>Propiedad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Min.</b>	<b>Máx.</b>	<b>Método de ensayo</b>
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	0,940	-	ASTM D 792
MFR 190/5,0	g/10 min	-	1.3	ASTM D 1238
Tensión en el punto de ruptura (en placa)	MPa	20	-	ASTM D 638
Tensión en la Ruptura (en placa)	%	350	-	ASTM D 638
Dureza Shore D	-	60	-	ASTM D 2240
Resistencia al Impacto IZOD a 23°C	J/m	200	-	ASTM D 256
Vicat Softening Point at 9,8 N	°C	115	-	ASTM D 1525

Las camisas de polietileno deben cumplir, como mínimo, los requisitos establecidos en la Tabla III y con las dimensiones indicadas en la Tabla IV:

<b>Tabla III - Requisitos mínimos para las camisas de polietileno</b>				
<b>Propiedad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Min.</b>	<b>Máx.</b>	<b>Método de ensayo</b>
Reversión longitudinal de la camisa de PE a 110 ± 2 °C	%	-	3	ISO 2506
Índice de fluidez del polietileno tomado de un tubo (190°C/5kg)	% del valor obtenido en el PE virgen	-25	+25	ISO 1133
Estabilidad Térmica (Tiempo de inducción a la oxidación) a 200°C de una muestra tomada de un tubo.	min	20	-	ISO TR 10837
Densidad del PE	Kg/m <sup>3</sup>	940	960	ASTM D 792
Resistencia a la Tracción en el punto de ruptura	MPa	20	-	ASTM D 638
Elongación a la ruptura	%	350	-	ASTM D 638

Tabla IV - Dimensión de la camisa de polietileno (según EN 253)

Diámetro nominal externo (mm)	Espesor mínimo de pared (mm)
125	2,5
140	3,0
160	3,0
180	3,0
200	3,2
225	3,5
250	3,9
280	4,4
315	4,9
355	5,6
400	6,3
450	7,0
500	7,8
560	8,8
630	9,8
710	11,1
800	12,5
900	12,9
1 000	13,3
1 100	13,8
1 200	14,6
1 400	15,0

## K.2 Guía de aplicación

Al revestimiento anticorrosivo de resina epoxi se le debe realizar una detección eléctrica de fallas para verificar su integridad. Toda falla eléctrica detectada, debe repararse.

Luego de verificar la integridad del revestimiento anticorrosivo, se envaina el caño de acero dentro de la camisa de polietileno de alta densidad. El diámetro de la camisa de polietileno debe ser función del espesor de poliuretano a alcanzar. Se debe garantizar la concentricidad entre el caño de acero y la camisa de polietileno. Para éste fin, la utilización de separadores o espaciadores de materiales plásticos distribuidos a lo largo del caño de acero, se acepta. Otros método que no afecten negativamente el funcionamiento del sistema, pueden ser puestos a consideración del usuario para su estudio y adopción.

A fin de garantizar la adherencia entre la superficie interna de la camisa y el poliuretano inyectado, se debe realizar la activación energética de la superficie interna de la camisa. El método conocido como "efecto corona" se acepta aunque otros método que no afecten negativamente el funcionamiento del sistema, pueden ser puestos a consideración de la Licenciataria para su adopción.

## ENARGAS

Una vez avalada la concentricidad entre el caño de acero y la camisa, se sellan temporalmente los extremos de la camisa a fin de evitar las fugas durante la inyección de poliuretano.

La inyección del polioliol y el poliuretano en el espacio anular se realiza con máquina inyectora y de acuerdo con las recomendaciones del proveedor del poliuretano y de la experiencia del Aplicador. La inyección se debe realizar de manera que se alcancen los valores de densidad requeridos y se garantice la ausencia de vacíos.

Una vez finalizada la inyección, se cortan los sobrantes de camisa y poliuretano necesarios como para alcanzar la distancia mínima requerida desde los extremos, con miras a la ejecución de la unión soldada.

El poliuretano expuesto en los extremos debe ser sellado de manera de evitar el ingreso de agua. Para tal fin, se consideran aceptables métodos tales como la aplicación de membranas termocontraíbles, pinturas selladoras o la inyección de poliuretanos más densos.

### **K.3 Guía de inspección**

La inspección debe tener a su cargo la supervisión de las pruebas y ensayos que efectúe el Aplicador con el fin de controlar las condiciones ambientales, la limpieza de la superficie de acero, la aplicación del revestimiento y sus características una vez aplicado. Dichos controles se realizan de acuerdo con los métodos de ensayo enunciados en esta norma.

#### **K.3.1 Controles sistemáticos**

Los controles sistemáticos, es decir, los que se deben efectuar permanentemente y con una frecuencia preestablecida, son los siguientes:

##### **K.3.1.1 Controles al 100% del material revestido:**

- ◆ Inspección visual de la superficie previa al ensamble para asegurar la ausencia de defectos.
- ◆ Detección eléctrica de fallas.
- ◆ Inspección de la concentricidad entre el caño de acero y el caño camisa.
- ◆ Control visual del aspecto.
- ◆ Control de la distancia del revestimiento al extremo del caño.

**K.3.1.2 Controles a realizar una vez por turno de producción:**

- ◆ Densidad libre del poliuretano.
- ◆ Contenido de celdas abiertas.
- ◆ Densidad del poliuretano aplicado.
- ◆ Absorción de agua del poliuretano aplicado.

**K.3.1.3 Controles a realizar una vez por trabajo u orden de producción:**

- ◆ Conductividad térmica del poliuretano aplicado.
- ◆ Resistencia a la compresión al 10% de deformación.

**K.3.1.4 Controles a realizar una vez por año:**

- ◆ Resistencia al corte entre el epoxy y el poliuretano.
- ◆ Fluencia lenta o creep.
- ◆ Resistencia al corte tangencial entre el epoxy y el poliuretano

**K.3.2 Controles no sistemáticos**

Todos los ensayos que figuran en esta norma, y que sean aplicables a las aislaciones térmicas de poliuretano inyectado para cañerías de acero se pueden efectuar al iniciar las tareas para una obra en particular a pedido del Inspector de la Licenciataria y se deben repetir como mínimo una vez por año o cuando existan dudas respecto de los materiales empleados o del funcionamiento de la planta.

**K.3.3 Aceptación y rechazo**

Se deben rechazar todos los caños, uniones o accesorios revestidos que tengan las siguientes características:

- a) No cumplan los requerimientos para densidad libre del poliuretano.
- b) No cumplan los requerimientos para el contenido de celdas cerradas.
- c) No cumplan los requerimientos de densidad del poliuretano aplicado.
- d) No cumplan los requerimientos de absorción de agua del poliuretano aplicado.
- e) No cumplan los requerimientos de conductividad térmica del poliuretano aplicado.

## ENARGAS

- f) No cumplan los requerimientos resistencia a la compresión al 10% de deformación.

En el caso de que alguna de estas deficiencias se produzca en más de tres caños sucesivos durante la producción, ésta se debe detener por el OC, hasta que el Aplicador las corrija.

La producción también debe detenerse en caso de no verificarse uno o más de los ensayos de control no sistemático y se reiniciará únicamente cuando el Aplicador determine y corrija el origen de esa deficiencia.

## ANEXO A

### Manta protectora del revestimiento de cañerías enterradas

En la modificación de esta norma se ha suprimido este anexo.

## **ANEXO B**

### **Ensayo de despegue catódico**

#### **B.1. Alcance**

Este método consiste en un procedimiento acelerado para determinar, en forma comparativa, las características de aislación de sistemas de revestimientos aplicados a superficies exteriores de acero de estructuras enterradas o sumergidas, con el propósito de mitigar la corrosión. Dichas estructuras pueden estar o no sujetas a protección catódica.

#### **B.2. Sumario del método**

El método consiste en someter la cobertura de los especímenes a tensiones eléctricas en presencia de un electrolito altamente conductor calefaccionado al valor de la máxima temperatura de operación continua ( $T_{m\acute{a}x}$ ).

La tensión eléctrica es producida por una fuente de tensión constante.

La cobertura se perfora intencionalmente antes de comenzado el ensayo. Los resultados se determinan por examen físico al término del período de prueba.

#### **B.3. Significado**

Las roturas o fallas en el revestimiento de una cañería o accesorio, que se producen inevitablemente durante el transporte o instalación, pueden exponer a la superficie ferrosa a un posible proceso corrosivo, dado que, el medio que circunda a la estructura, enterrada o sumergida, constituye un electrolito.

Las reacciones químicas que se desarrollan sobre la superficie de acero expuesta, asociadas a los procesos corrosivos o a la corriente de protección catódica provocan el desprendimiento de la cobertura en los bordes de las fallas incrementando así el tamaño de ésta.

Aunque el despegue del revestimiento no derive en daños por corrosión, este ensayo provee condiciones aceleradas para causar dicho despegue, dando a su vez una medición de la resistencia de los materiales de cobertura a esta tipo de acción.

Los efectos del ensayo son evaluados por examen físico y registrando la corriente absorbida por el espécimen de prueba.

En el ensayo se consideran las siguientes suposiciones:

- ◆ Que toda el área carente de adherencia fue generada por la tensión eléctrica aplicada y no atribuible a anomalías en la aplicación del revestimiento.

- ◆ Que la cantidad de corriente eléctrica circulante por el sistema de prueba es una indicación relativa de la extensión de las áreas con revestimiento dañado que requieren protección catódica.

#### **B.4. Aparatos**

##### **B.4.1. Recipientes de ensayo (Cuba)**

Se emplea un recipiente de vidrio o de material plástico no conductor. Sus dimensiones deben permitir los siguientes requerimientos:

- ◆ Los especímenes de prueba deben mantenerse suspendidos en forma vertical o como mínimo a 30 mm de distancia del fondo de la cuba.
- ◆ La separación entre especímenes no debe ser inferior a 40 mm y se emplaza verticalmente un dispersor de acero, platino, titanio o titanio platinado. Su ubicación debe ser equidistante de cada espécimen y a una distancia no inferior a la antedicha.
- ◆ Los especímenes están separados de las paredes del recipiente en 40 mm.

##### **B.4.2. Fuente de tensión**

Debe ser una fuente que permita obtener una tensión de salida no menor de 10 V para una intensidad de carga no mayor de 1 A.

La tensión de trabajo es aquella que permita obtener un potencial del espécimen de prueba de 1,5 V medido con respecto al electrodo de referencia, salvo en los ensayos acelerados de 24 h de duración, en los que dicho valor debe ser de 3,5 V.

##### **B.4.3. Herramientas para ocasionar las fallas**

Las fallas se provocan con mechas convencionales del diámetro requerido. Para especímenes de caños de diámetro reducido, tal como 19 mm nominal, se utiliza una mecha modificada esmerilando su filo cónico, para evitar perforar el caño. Para proceder al examen físico de la falla se recomienda el uso de un cuchillo de punta afilada con mango de seguridad. Se utiliza un instrumento magnético calibrado para medir el espesor del revestimiento en los bordes de las fallas.

##### **B.4.4. Voltímetro electrónico**

Para la medición del potencial del espécimen respecto del electrodo de referencia, se emplea un voltímetro electrónico para corriente continua de resistencia interna no menor de 10 Mohms y un rango de 0,01 a 5 V.

## **ENARGAS**

### **B.4.5. Electrodo de referencia**

El electrodo de referencia debe ser de Cobre-Sulfato de Cobre (Cu/CuSO<sub>4</sub>) saturado, de tubo convencional de plástico o vidrio, con tapón poroso preferentemente no mayor de 19 mm de diámetro. El potencial será de -0,316 V medido con respecto al electrodo estándar de hidrógeno.

### **B.4.6. Termómetro**

Se deben emplear termómetros aptos para inmersión, con graduación de 0,1 °C, y con un rango adecuado a la temperatura de ensayo.

Preferentemente se deben utilizar dos, uno midiendo a 3 cm del fondo del recipiente de ensayo y el otro a 3 cm por debajo de la superficie de la solución.

### **B.4.7. Sistema de calefacción**

Consistente en un calefactor eléctrico automático apto para inmersión y regulable para mantener la temperatura dentro de un rango de 1 °C de la temperatura  $T_{\text{máx}}$  establecida para el ensayo.

### **B.4.8. Sistema de agitación**

Sistema que permita mantener una temperatura uniforme el electrolito. La variación de temperatura dentro de la celda no debe exceder 3 °C entre la parte superior e inferior del recipiente de ensayo.

## **B.5. Espécimen de ensayo**

El espécimen de ensayo (probeta) debe estar recubierto con un revestimiento aislante conforme con el sistema de revestimiento a ensayar. Para ensayos de calificación o prototipo, se deben ensayar un mínimo de tres probetas.

Uno de los extremos de cada espécimen de ensayo debe sellarse.

Se le debe practicar una falla en la mitad de la longitud sumergida bordeando el revestimiento con una mecha de manera tal que la punta cónica penetre en el acero hasta donde comience la parte cilíndrica de la herramienta. El diámetro de la mecha no debe ser inferior a tres veces el espesor de la cobertura, pero a su vez, nunca debe ser menor de 6,3 mm. En el caso de revestimientos de los grupos B y C, la perforación no debe realizarse sobre la zona del solape del revestimiento.

El extremo del caño que permanece fuera de la parte sumergida será provisto de soportes adecuados y conexión de conductor para los fines eléctricos, fijado firmemente mediante soldadura. Dicho extremo, incluyendo soportes y conexión de cable será protegido y sellado con material aislante.

El área de ensayo del espécimen consiste en la superficie comprendida entre el borde del sello del extremo inferior y la línea de inmersión. Deben utilizarse especímenes de diámetro  $\geq 76$  mm y longitud mínima de 400 mm. El área sumergida no debe ser menor de  $23.200 \text{ mm}^2$ . De ser posible, el área aconsejable debe ser de  $92.900 \text{ mm}^2$ .

### **B.6. Reactivos y materiales**

El electrolito consistirá en una solución al 1% de cada una de las siguientes sales anhidras: Carbonato de Sodio, Cloruro de Sodio y Sulfato de Sodio.

Los materiales para sellar los extremos de los especímenes de caño revestidos pueden ser productos bituminosos, parafinas, masillas butílicas o epoxídicas.

La tapa de la cuba de ensayo que ha de soportar a los especímenes de ensayo puede ser de cualquier material no conductor que no modifique esa condición por absorción de agua durante el ensayo.

### **B.7. Procedimientos**

Se sumergen los especímenes de prueba ubicando la falla en posición opuesta al dispersor.

Se marca el correcto nivel de inmersión para mantenerlo diariamente por agregado de agua corriente en cantidad suficiente.

Se acondiciona el ambiente y el electrolito para que el ensayo a temperatura ambiente se conduzca a temperaturas comprendidas entre  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ , y para el ensayo a temperatura  $T_{\text{máx}}$  se conduzca a  $T_{\text{máx}} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Para verificar el funcionamiento del sistema se mide diariamente el potencial de cada espécimen de ensayo con respecto al electrodo de referencia. Este se coloca inmerso en el electrolito, a una distancia no mayor de 40 mm del espécimen medido y por un período lo más breve posible para evitar la contaminación de la solución de  $\text{CuSO}_4$  (típicamente no más de 20 s). Además, se mide diariamente la temperatura de la solución y la corriente aplicada a cada espécimen.

La duración del período de prueba debe ser de 30 días.

Luego de finalizado el período de prueba, debe procederse al examen físico de la siguiente manera:

- ◆ Antes del examen, lavar cuidadosamente el espécimen con abundante agua corriente sin alterar los efectos destructivos visibles.

## ENARGAS

- ◆ Examinar la totalidad de la superficie sumergida por cualquier evidencia de nuevas fallas y desprendimientos de cobertura en sus bordes, incluyendo la falla artificial.
- ◆ Practicar cuatro cortes en cruz, de 80 mm de longitud, con centro en el defecto provocado, separados aproximadamente 45° entre sí, verificando que se haya logrado en toda la longitud el corte completo del revestimiento ensayado. Determinar si la cobertura se ha desprendido intentando despegarla con la punta afilada de un cuchillo luego de practicar cortes interseccionales en la falla o punto de inspección. Se califica la cobertura de acuerdo con la factibilidad de despegue de distintas áreas con respecto a las firmemente adheridas.

### B.8. Informe final

El informe final debe contener:

- ◆ Denominación (marca/modelo) del revestimiento ensayado.
- ◆ Grupo al que pertenece según NAG-108 y sistema aplicado.
- ◆ Cantidad de especímenes ensayados.
- ◆ Dimensiones de los especímenes ensayados.
- ◆ Superficie sumergida de cada espécimen.
- ◆ Espesor total del revestimiento aplicado en cada espécimen.
- ◆ Registro en una tabla de las mediciones diarias de temperatura del electrolito, de potencial y corriente aplicada a cada espécimen.
- ◆ Resultado de la inspección visual al finalizar el ensayo.
- ◆ Medición de la longitud despegada a lo largo de cada uno de los cuatro diámetros de los cortes interseccionales.
- ◆ Registro fotográfico de cada probeta, antes del inicio del ensayo, luego de ser lavadas al final del ensayo y finalmente luego de realizada la verificación del área despegada.

El resultado del ensayo se expresa en milímetros de revestimiento despegado en cada uno de los cuatro diámetros de cada espécimen. Luego de calcular el diámetro promedio para cada espécimen y con este valor se calcula, en milímetros cuadrados, el área de un círculo equivalente.

**B.9. Criterio de aceptación**

Para el ensayo de 30 días de duración, no se acepta un área de desprendimiento mayor de 1000 mm<sup>2</sup> de superficie del círculo equivalente o un diámetro promedio mayor a 36 mm.

La aparición de nuevas fallas, distintas de la provocada originalmente, es motivo suficiente para rechazar el material de revestimiento.

Para ensayos de calificación o prototipo, los tres especímenes deben arrojar resultado satisfactorio y de los cuatro diámetros medidos en cada espécimen se acepta que sólo uno exceda de los 36 mm.

## **ANEXO C**

### **Detección de fallas de cobertura en cañerías revestidas**

#### **C.1. Objeto**

El objeto de este ensayo es investigar la presencia de puntos débiles o defectuosos de la cobertura. Esos puntos pueden estar formados por rajaduras, agujeros o inclusiones de impurezas, conductoras o no, dentro del material de revestimiento de cañerías.

No debe interpretarse como la determinación de la rigidez dieléctrica del revestimiento.

#### **C.2. Método**

La detección de estas fallas se efectúa mediante el empleo de una fuente generadora de alta tensión pulsante entre el caño (masa) y un electrodo circular (collarín) que se desplaza longitudinalmente sobre el caño revestido mediante el empleo de una pértiga.

Al pasar el collarín por una falla se genera un arco voltaico y una señal sonora indicativa de ésta.

Los valores de la tensión a aplicar son función del espesor y tipo del revestimiento.

Se calibran mediante el empleo de un voltímetro para alta tensión, del tipo conocido como “de cresta”, según lo indicado en el apartado C.5.

#### **C.3. Procedimiento de detección**

Se conecta el cable desnudo al caño y se hace correr el collarín mediante la pértiga. En el caso de detectarse en línea, se pone a tierra el caño y al desplazarse el collarín, el cable desnudo se arrastra por tierra cerrando de esa forma el circuito.

Es de suma importancia lograr en todo momento un contacto franco entre pértiga y collarín, de lo contrario se tienen detecciones erróneas.

#### **C.4. Tensión de prueba**

Los valores de tensión se adoptan de acuerdo con el revestimiento que se trate. Se distinguen tres casos:

- a) Para los revestimientos comprendidos dentro del Grupo E de esta norma la tensión a aplicar se debe determinar por la siguiente fórmula, conforme a la NACE RP 0490:

$$V = K.\sqrt{e}$$

donde:

e = espesor del revestimiento en  $\mu\text{m}$

K= 104 (constante)

V = tensión a aplicar en V

- b) Para los revestimientos comprendidos en el Grupo G de esta norma la tensión a aplicar será de 25.000 V (25 kV) para todos los subgrupos cuando la detección se efectúe en la Planta de Revestimiento. Para la detección en línea se debe tener en cuenta el tipo de material empleado en las uniones soldadas.
- c) Para el resto de los revestimientos comprendidos en esta norma, el valor de la tensión estará dado por la siguiente fórmula conforme a la NACE RP 0274:

$$V = 7900.\sqrt{e}$$

donde:

e = espesor del revestimiento en mm

V = tensión a aplicar en V

### C.5. Calibración

La calibración de la tensión a aplicar se efectúa conforme a lo indicado en el apartado 4.6 Calibración de la norma NACE RP 0188, que indica: Antes de las detecciones iniciales el detector debe calibrarse a la tensión especificada a usar para la detección de fallas.

La calibración del detector debe ser calibrado a la tensión de corriente especificada a ser utilizada para la detección del revestimiento.

La prueba inicial y la de recalibración se realiza después de cada 3 000 m de revestimiento inspeccionado, o como mínimo, cada 8 h.

Debe usarse el siguiente procedimiento:

- 1) conectar un voltímetro para alta tensión entre la probeta y la puesta a tierra;
- 2) activar el detector;

## ENARGAS

- 3) comparar la tensión del voltímetro con la tensión de salida del detector; ajustar a la tensión especificada (5%), usando el regulador variable o la llave de selección predeterminada según el tipo de detector;
- 4) desactivar el detector;
- 5) desconectar el voltímetro.

## ANEXO D

### Control de limpieza de superficies de acero

#### D.1. Objeto

Establecer las condiciones mínimas en que debe encontrarse la superficie de acero de cualquier estructura (cañería o accesorio), luego de la limpieza con abrasivos e inmediatamente antes de la aplicación del revestimiento protector.

#### D.2. Campo de aplicación

Las pautas establecidas en este Anexo deben observarse en la limpieza previa a la aplicación de cualquiera de los materiales descritos en esta norma.

#### D.3. Procedimiento

Luego de la verificación del grado de limpieza a “metal casi blanco”, Sa 2½, empleando los patrones visuales de la norma ISO 8501-1, se debe constatar que la superficie así arenada o granallada no contenga residuos de polvo, arena, granalla, herrumbre o cualquier otro material extraño.

Para efectuar el control, se adhiere firmemente sobre la superficie de acero una cinta adhesiva transparente de 70 mm de longitud dejando 20 mm libres aproximadamente para facilitar su remoción.

Se retira la cinta y se compara con los patrones visuales, empleando un fondo negro o blanco.

#### D.4. Aceptación y rechazo

El grado de contaminación debe ser igual o superior al valor 7 de la escala de patrones visuales indicados en la norma ISO 8501-1.

En caso contrario el Aplicador debe suspender las tareas de revestimiento e implementar los medios necesarios para corregir la deficiencia.

## ANEXO E

### Certificado de aprobación de los revestimientos

Los certificados de aprobación de revestimientos incluidos en esta norma, a través de OC, que cumplan con lo establecido en la Resolución ENARGAS N°138/95 o la que en el futuro la reemplace, deben tener como mínimo, el siguiente contenido:

- N° del certificado.
- Razón social del fabricante o del proveedor.
- N° de CUIT.
- Nombre del Representante Legal.
- Nombre del Representante Técnico, número de la matrícula profesional.
- Dirección comercial o de los depósitos, del fabricante o del proveedor.
- N° de teléfono.
- Página Web
- Dirección de la Planta industrial (de corresponder)
- Nombre del producto a certificar, con indicación de la marca y modelo.
- Indicación del Grupo de revestimiento de acuerdo con la NAG-108.
- Lugar de fabricación.
- Fecha de vigencia del certificado.
- Tipo de trámite.
- N° de matrícula de inscripción.
- Trámite anterior.
- **Características técnicas del producto:**

#### 1. Descripción general del producto.

*(ejemplo: Grupo "B")*

*Cinta de polietileno, con adhesivo bituminoso en base a caucho butílico y film desmoldante de polietileno. Aplicación en frío y en forma manual en simple o doble*

cobertura, sobre superficie de acero previamente arenadas o granalladas e imprimadas. Anchos y sobrepuestos conforme a la norma NAG-108).

## 2. Características técnicas principales:

Temperatura máxima de operación continua	xx °C
Temperatura ambiente de aplicación	xx °C
Tensión de aplicación	máxima kg/cm mínima kg/cm

## 3. Precauciones y advertencias:

*Ejemplo: Las declaradas por el fabricante, ejemplo: Grupo "B". Aplicar únicamente en doble cobertura. No instalar en cañerías expuestas a suelos agresivos (resistividad < 1000  $\Omega \cdot \text{cm}$ ). Este revestimiento no debe ser expuesto en terrenos con posibilidad de derrames de hidrocarburos o ácidos. No someter a sobre-potencial catódico más negativo que  $-1.100 \text{ mV vs. (CSE)}$ . La pintura imprimadora puede causar irritación— siga atentamente las recomendaciones indicadas en las hojas informativas sobre sustancias peligrosas (MSDS); etc.).*

## 4. Propiedades físicas de la pintura imprimadora

Tipo de solvente	
Punto de inflamación	
Densidad a 23 °C	
Contenido de sólidos, % en peso	
Contenido de compuestos aromáticos, % en volumen	
Rendimiento, en $\text{l/m}^2$	

*Nota: Para mayores datos técnicos y de hojas de seguridad, remitirse a la página WEB, Especificación Técnica N°xx).*

**5. Propiedades físicas del laminado plástico**

*Ejemplo.*

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Resultado del ensayo para aprobación (1)	Protocolo de ensayo N° (2)	Método de ensayo
Espesor del film base	mm	0,1	0,33			ASTM D 1000
Espesor del adhesivo	mm	0,5	--			ASTM D 1000
Espesor total	mm	0,75	--			ASTM D 1000
Resistencia a la tracción	N/cm	30	--			ASTM D 1000 / D 882
Elongación a la rotura	%	150	--			ASTM D 1000 / D 882
Velocidad de transmisión de vapor de agua	g/m <sup>2</sup> día	--	0,5			ASTM E 96
Absorción de agua	%	--	0,2			ASTM D 570
Rigidez dieléctrica	Kv/mm	15	--			ASTM D 1000
Resistencia de aislación	GΩ	500	--			ASTM D 1000 / D 257
Índice de saponificación	mg.OHK/g	--	10			DIN 30672
Adherencia sobre acero imprimado	N/cm	22	--			DIN 30672
Adherencia sobre el film base	N/cm	12	--			DIN 30672
Resistencia a los hongos	satisfactorio					
Resistencia a las bacterias	satisfactorio					
Envejecimiento por calor	satisfactorio					
Envejecimiento por migración de plastificantes	satisfactorio					

(1) Por cada propiedad debe indicarse el resultado del ensayo realizado.

(2) Se debe incluir el número del protocolo de ensayo respectivo confeccionado conforme al método de ensayo establecido.

**6. Propiedades físicas del sistema aplicado**

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Resultado del ensayo para aprobación (1)	Protocolo de ensayo N° (2)	Método de ensayo
Despegue Catódico	mm <sup>2</sup>	--	1000			NAG-108, ANEXO B
Resistencia a la penetración (espesor residual)	mm	0,6	--			DIN 30672
Resistencia específica	Ωm <sup>2</sup>	10 <sup>6</sup>	--			DIN 30672
Resistencia al impacto:	N.m					DIN 30672
Ø <sub>n</sub> ≤ 51 mm		3,5	--			
51 mm < Ø <sub>n</sub> < 203 mm		4,25	--			
Ø <sub>n</sub> > 203 mm		5,0	--			
Adherencia:	N.cm					DIN 30672
sobre acero imprimado		12	--			
sobre el film base		6	--			
Detección de fallas	satisfactorio					

(1) Por cada propiedad debe indicarse el resultado del ensayo realizado.

(2) Se debe incluir el número del protocolo de ensayo respectivo confeccionado conforme al método de ensayo establecido.

**7. Propiedades especiales**

XXXXXXXXXXXXX Marca: XXXXXXXXXXXX Modelo: XXXXXXXX, posee las propiedades no comunes en materiales de su Grupo. A continuación se describen dichas propiedades y se informan bajo qué normas, reconocidas como válidas para evaluar dichas propiedades han sido ensayados:

*Propiedad    Método de ensayo    Resultado obtenido    Protocolo de ensayo*

**8. Tipo y cantidad de probeta/s ensayada/s**

- Dimensiones: Caño (Φ"/mm- mínimo Φ3" - espesor (mm.); largo (mm.)
- Cantidad: xxx

### 9. Tipo de esquema aprobado

- *Especificar: Simple cobertura; ancho de la solapa (mm) / doble cobertura (sobrepuesto 50%)*

➤ Anexos.

*Ejemplo:*

*(Nombre del OC) posee en su poder la información entregada por el fabricante/proveedor que soporta lo enunciado en los puntos 1, 2, 3, 4 y 7, y los protocolos de ensayo citados en los puntos 5, 6 y 7, copia de los cuales se entrega a las Licenciatarias en caso de ser requerida.*

*La autorización del uso de este producto se rige por la colocación en cada unidad de expendio, de una estampilla autoadhesiva con el código alfanumérico con el logotipo de identificación del elemento aprobado, del OC, establecido en la Resolución ENARGAS N° 138/95 o la que en el futuro la reemplace. El incumplimiento de este requisito invalida el presente certificado*

*El presente certificado es válido para el producto aprobado conforme la denominación comercial citada*

**XXXXXXXXXXXX** Marca: **XXXXXXXXXX** Modelo: **XXXXXX**,

*cualquier modificación invalida la vigencia de éste. En tal caso el fabricante o proveedor, debe realizar una nueva certificación.*

**Observaciones propuestas a la NAG-108 Año 2009  
REVESTIMIENTOS ANTICORROSIVOS DE CAÑERÍAS Y ACCESORIOS**

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

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

**Página:** \_\_\_\_\_ **Punto:** \_\_\_\_\_ **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, adjuntando sus copias, o bien detallando la experiencia propia en que se basa.
5. Las observaciones además de presentarlas en papel, también se anexará digitalizado en "Word" (CD).
6. No se considerarán aquellas observaciones que no cumplan con el formato solicitado.
7. Dirigir las observaciones a la Gerencia de Distribución del ENTE NACIONAL REGULADOR DEL GAS (ENARGAS), Suipacha 636, (1008) Ciudad Autónoma de Buenos Aires.