

American Water Works Association  
ANSI/AWWA C214-95  
(Revisión de ANSI/AWWA C214-89)

**STANDARD AWWA**

**PARA**

**SISTEMAS DE REVESTIMIENTO DE CINTA  
PARA EL EXTERIOR DE TUBERÍAS DE ACERO DE  
TRANSPORTE DE AGUA.**

**American National Standard**

*Fecha efectiva: 1ro de Diciembre de 1996.  
Primera edición aprobada por AWWA Board of Directors, 30 de Enero de 1983.  
Esta edición fue aprobada el 17 de Junio de 1995  
Aprobado por American National Standards Institute, Inc. El 12 de Enero de 1996.*

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION  
6666 West Quincy Avenue, Denver, Colorado 80235

## CONTENIDOS

Todos los estándares AWWA siguen el formato general indicado subsecuentemente. Algunas variaciones de este formato pueden ser encontrados en un estándar particular.

Sección	Página	
<b>Prefacio</b>		
I	Introducción	VI
I.A.	Antecedentes	VI
I.B.	Historia	VI
II	Ítems especiales	VI
IIA	Información y asesoramiento para la aplicación del producto	VI
III	Uso de este estándar	VI
IIIA	Opciones y alternativas del comprador	VI
IIIB	Modificación del Estándar	VII
IV	Revisiones Mayores	VII
V	Comentarios	VIII
<b>Estándar</b>		
<b>1</b>	<b>General</b>	
1.1	Ámbito	1
1.2	Propósito	2
1.3	Aplicación	2
<b>2</b>	<b>Referencias</b>	2
<b>3</b>	<b>Definiciones</b>	3
<b>4</b>	<b>Requerimientos</b>	
4.1	Equipamiento	3
4.2	Materiales y Mano de Obra	3
4.3	Sistema de revestimiento	3
4.4	Aplicación del revestimiento	7
4.5	Procedimientos en campo	9
<b>5</b>	<b>Verificación</b>	
5.1	Ensayos para aceptación de los materiales del revestimiento	10
5.2	Inspección y ensayo por parte del comprador	10
5.3	Ensayos del sistema de revestimiento	11
5.4	Ensayos de las tuberías revestidas	12
5.5	Rechazo	12
<b>6</b>	<b>Entrega</b>	
6.1	Señalización	12
6.2	Embalaje y Transporte	12
6.3	Declaración jurada de conformidad	13

## Tablas

1	Propiedades físicas del líquido adhesivo	4
2	Propiedades físicas de la cinta en capa interior	4
3	Propiedades físicas de la cinta en capa exterior	5
4	Propiedades físicas del sistema total	5
5	Dimensiones de las cintas en capas interior y exterior	6

## PREFACIO

Este prefacio es solo para información y no es parte del ANSI/AWA C214.

### I. Introducción

**I.A. Antecedentes:** Este estándar cubre los requerimientos mínimos para materiales y aplicación para cintas plásticas prefabricadas a ser aplicadas en planta al exterior de tuberías de acero para transporte de agua con el propósito de otorgar protección corrosiva subterránea. Actualmente, el único revestimiento de cintas plásticas, para el cual se ha acumulado una significativa experiencia en relación con su desempeño, está basado en el polietileno. No obstante, este estándar puede ser también utilizado para habilitar cintas que estén basadas en otros materiales de tipo polioleafinas.

**IB Historia:** La primera edición de este estándar fue aprobada por la Junta de Directores el 30 de Enero de 1983. La segunda edición fue aprobada el 22 de Junio de 1989 y tuvo fecha efectiva el 1 de Enero de 1990. Las mayores revisiones en la segunda edición incluyen la eliminación de referencias a la norma AWWA C209, eliminación de referencias numéricas a la máxima temperatura operacional de las tuberías de acero para transporte de agua, agregado de una declaración de aplicabilidad al "exterior de tuberías de acero para el transporte de agua en el rubro de aprovisionamiento de agua potable" en la sección 1.1, Ámbito y el agregado del ítem 2.1 "Presión interna máxima operacional de la tubería" al prefacio, Sección III.B, Información suplementaria requerida para el uso de este estándar. Addendum C214a-91, aprobado por la Junta de Directores el 23 de Junio de 1991, agregado de requerimientos de propiedades físicas que limitan la cantidad de material no polioleafínico en la capa interior de la cinta a un mínimo de 1.0 % y un máximo de 3.5%, en la capa exterior a un mínimo de 3.0% y un máximo de 7.0% y el requerimiento al fabricante de la cinta de certificar que la misma cumple con este criterio. También fue revisada la Sec. 5.3.11 (anteriormente sec 4.2.11) eliminando la frase "y 140°F (60°C)" de dicha sección.

### II Ítems Especiales

**IIA Información y asesoramiento para la aplicación del producto:** Este estándar define revestimientos de cinta plástica prefabricada en términos del desempeño para establecer la calidad deseada para protección a largo plazo y la prevención de la corrosión. Dicho estándar es propuesto para el revestimiento de tuberías de acero para el transporte de agua enterradas o subacuáticas, instaladas bajo condiciones normales. Está basado en el mejor conocimiento y experiencia, pero no está diseñado para el uso no calificado bajo cualquier condición, y su uso apropiado para cualquier instalación debe ser revisado por el comprador. *Si se prevé una permanencia sobre tierra por un período extenso de la tubería revestida, se deberá considerar la*

*capacidad del recubrimiento de resistir la degradación por luz ultravioleta y otras condiciones atmosféricas y ambientales.*

Las regulaciones futuras acerca de emisiones gaseosas pueden restringir el uso de adhesivos líquidos cubiertos por este estándar. Si ello ocurriera, consultar al fabricante por equivalencias alternativas.

**III Uso de este Estándar:** AWWA no tiene responsabilidad por la aplicabilidad o compatibilidad de las provisiones de este estándar a cualquier intento de aplicación por cualquier usuario. Consecuentemente, cada usuario de este estándar es responsable de determinar que las provisiones del estándar son apropiadas y compatibles con la aplicación pretendida por el usuario.

**III.A. Opciones y Alternativas del Comprador:** Los siguientes ítems deberían estar contemplados en las especificaciones del comprador:

1. Estándar utilizado- que es ANSI/AWWA C214, estándar para sistemas de revestimiento por cinta para el exterior de tuberías de acero para transporte de agua, en su última revisión.
2. Cualquier excepción requerida al estándar que pueda ser solicitada.
3. Diámetro, longitud y localización de la tubería.
4. Declaración jurada de conformidad, en caso de ser requerida (sec 6.3).
5. Localización de la aplicación del revestimiento en referencia a consideraciones ambientales.
6. Requerimientos de espesor para sistemas de revestimiento (Tablas 2,3,4 y sec. 4.3.1.4).
7. Requerimientos dimensionales de la cinta (sec. 4.3.2.2.2).
8. Estándar para requerimientos de limpieza (sec. 4.4.2.2).
9. Requerimientos para rodillos de goma dura (sec 4.4.3.2).
10. Requerimientos de corte para extremos de tuberías (sec. 4.4.3.4).
11. Requerimientos para la reparación del revestimiento (sec. 4.4.4).
12. Requerimientos para revestimiento en juntas soldadas en campo (sec. 4.4.5).
13. Requerimientos para inspección y ensayo (sec. 4.3.3. y sec 5).
14. Requerimientos para ensayo de aceptación de materiales de revestimiento (sec. 5.1) Nota: En referencia a la sección 5.1 (opción 2), cuando el envío de muestras de los materiales propuestos para ensayo por el comprador sea especificado, las especificaciones del comprador deberán contemplar el costo de los ensayos. Una práctica habitualmente aceptada en la industria es que el costo inicial del ensayo de toda muestra de material de revestimiento originalmente ofrecido por el constructor, esté a cargo del comprador. Si cualquier muestra inicial fallara en el cumplimiento del estándar, se deberán ensayar nuevas muestras. Todos los costos del ensayo de muestras adicionales serán asumidos por el constructor.
15. Requerimientos para inspecciones opcionales (sec. 5.2.1).
16. Requerimientos para frecuencia de ensayo de sistemas de revestimiento (sec. 5.4.1).
17. Requerimientos para la selección de detectores de discontinuidad (sec. 5.4.2).
18. Requerimientos para el rechazo de tuberías (sec. 5.5).
19. Requerimientos para entrega (sec. 6).
20. Precauciones para el entierro de la tubería y el material de relleno de la zanja (sec. 4.5.3).
21. Requerimientos para embalaje (sec. 6.2.1).
22. Temperatura interna máxima operacional de la tubería (sec.1.1.1).
23. Requerimientos para almacenamiento al exterior (sec. 4.3.1.3).
24. Requerimientos para determinación de material no polioleafínico (tablas 2 y 3, sec 4.3.1.2 y sec. 4.3.1.3).

**IIIB Modificación del Estándar:** Cualquier modificación de las precauciones, definiciones y terminología de este estándar, debe encontrarse dentro de las especificaciones del comprador.

**IV Revisiones Mayores:** Las revisiones mayores a este estándar en esta edición, incluyen las siguientes:

1. El formato ha sido cambiado al estilo estándar AWWA.
2. Las definiciones de las partes (sec.3) han sido revisadas según terminología aprobada.
3. En el prefacio, sec III.A., Opciones y Alternativas del Comprador, se ha agregado lo siguiente: Número 24, determinación de material no polioleafínico, tablas 2 y 3, sec 4.3.1.2 y sec 4.3.1.3).
4. En tabla 4, “resistencia a la penetración” ha sido cambiado por “resistencia a deformación / penetración”. El método de ensayo no ha sido cambiado.
5. El término “imprimante” ha sido cambiado por “adhesivo líquido” a través del estándar.
6. Los agregados a este estándar, aprobado el 23 de Junio de 1991, se han insertado en las secciones apropiadas de este estándar.
7. La referencia ASTM\* D-12-78 ha sido cambiado por ASTM D4218.
8. En la sec. 4.4.2.7, “coberturas de cordón de soldadura”, se listan nuevos productos que deberán ser seguidos por el revestimiento de cordones de soldadura espiralados en tuberías.
9. Se agregaron precauciones para el uso de rodillos de goma dura (sec. 4.4.3.2).

**V Comentarios:** Si Ud. tuviera cualquier comentario o pregunta acerca de este estándar, por favor llame al Departamento de Desarrollo de Estándares y Materiales, (303) 794-7711, ext 6283, FAX (303) 795-1440, o escriba al departamento ubicado en 6666 W.Quincy Ave., Denver, CO 80235.

\* American Society of Testing and Materials, 100 Barr Harbour Dr, West Conahohocken, PA 19428-2959

# ESTÁNDAR AWWA PARA SISTEMAS DE REVESTIMIENTO POR CINTA PARA EL EXTERIOR DE TUBERÍAS DE ACERO PARA TRANSPORTE DE AGUA.

## Sección 1: GENERAL

### Sec. 1.1 **Ámbito**

Este estándar cubre los materiales y aplicación de sistemas de revestimiento por cinta en plantas de revestimiento en sitios fijos, utilizando técnicas de revestimiento de acuerdo con lo recomendado por el fabricante de la cinta de recubrimiento. Para consideraciones normales de construcción, se aplicarán cintas de polioleafinas prefabricadas como parte de un sistema de revestimiento de 3 capas consistente en (1) adhesivo líquido, (2) cinta de prevención anticorrosiva (capa interior) y (3) cinta de protección mecánica (capa exterior). Este estándar establece los requerimientos mínimos para sistemas de revestimiento por cinta utilizados en el exterior de tuberías de acero para transporte de agua usados en el rubro de transporte de agua potable. El monitoreo continuo de todos los procedimientos de aplicación para los sistemas de revestimiento por cinta deberán realizarse por el constructor.

- 1.1.1 **Temperaturas máximas:** Todos los estándares AWWA para recubrimiento de tuberías de acero están escritos para el transporte de agua potable. Por lo tanto, la temperatura máxima de servicio de este revestimiento está basada en la máxima temperatura de servicio del agua potable. Estos sistemas de revestimiento tendrán mejor desempeño a mayores temperaturas. Consultar al fabricante del revestimiento acerca de condiciones y limitaciones.
- 1.1.2 **Condiciones no comprendidas en este estándar:** Este estándar no cubre los materiales adicionales y procedimientos que se podrían requerir para condiciones difíciles como aquellas encontradas en áreas rocosas y en la construcción de líneas subacuáticas, tuberías de alivio, cruces de ríos fuera del ámbito del estándar AWWA C214.

**Sec. 1.2 Propósito:** El propósito de este estándar es proveer a compradores, fabricantes y constructores de los requerimientos mínimos de desempeño para sistemas de revestimiento por cinta para el exterior de tuberías de agua de acero, incluyendo componentes del sistema, aplicación, inspección, ensayo y requerimientos de señalización y embalaje.

**Sec 1.3 Aplicación:** Este estándar o secciones de este estándar pueden estar referenciados en especificaciones para la compra y recepción de sistemas de revestimiento por cinta para el exterior de tuberías de acero para el transporte de agua. Este estándar se puede utilizar como una guía para la aplicación, inspección, ensayo de sistemas de revestimiento por cinta para el exterior de tuberías para el transporte de agua. Lo estipulado en este estándar se aplica cuando este documento haya sido referenciado y solamente para sistemas de revestimiento por cinta para el exterior de tuberías para el transporte de agua.

## SECCIÓN 2 REFERENCIAS

Este estándar hace referencia a los siguientes documentos. En sus últimas ediciones, ellos forman parte de este estándar como extensión de la especificación. En caso de conflicto deberán prevalecer los requerimientos de este estándar.

**ANSI\*/ASTM<sup>+</sup> D149.** Standard Test Method for Dielectric Breakdown Voltage and Dielectric Strength of Solid Electrical Insulating Materials at Commercial Power Frequencies.

**ANSI/ASTM D570-**Standard Test Method for Water Absorption or Plastics.

**ASTM D1000-**Standard Test Method for Pressure-Sensitive Adhesive-Coated Tapes Used for Electric and Electronic Applications.

**ANSI/ASTM D4218-** Standard Test Method for Determination of Carbon Black Content in Polyethylene Compounds by the Muffle-Furnace Technique.

**ANSI/ASTM D4417-** Standard Test Methods for Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned Steel.

**ASTM E96-** Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials.

**ANSI/ASTM G14-** Standard Test Method for Impact Resistance of Pipeline Coatings (Falling Weight Test).

**ASTM G17 –** Standard Test Method for Penetration Resistance of Pipeline Coatings (Blunt Rod).

**ANSI/AWWA C203-** Standard for Coal-Tar Protective Coatings and Linings for Steel Water Pipelines-Enamel and Tape- Hot Applied.

**ANSI/AWWA C209** Standard for Cold Applied Tape Coatings for the Exterior of Special Sections, Connections, and Fittings for Steel Water Pipelines.

**ANSI/AWWA C216-** Standard for Heat-Shrinkable Cross-Linked Polyolefin Coatings for the Exterior of Special Sections, Connections and Fittings for Steel Water Pipelines.

**NACE\* RP-02-74** High-Voltage Electrical Inspection of Pipeline Coatings prior to Installation.

**NACE TM-01-70-** Visual Standards for Surfaces of New Steel Airblast Cleaned With Sand Abrasives.

**NACE TM-01-75-** Visual Standards for Surfaces of New Steel Centrifugally Blast Cleaned with Steel Grit and Shot.

**SSPC<sup>#</sup> PA2** Paint Application Specification No.2, Measurement of Dry Paint Thickness with Magnetic Gauges.

**SSPC SP1-** Surface Preparation Specification NO.1, Solvent Cleaning.

**SSPC SP6-** Surface Preparation Specification No.6, Commercial Blast Cleaning.

---

\*American National Standard Institute, 11 W. 42<sup>nd</sup> St., New York, NY 10036.

+American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Dr., West Conshohocken, PA 19428-2959.

‡ National Association of Corrosion Engineers, 1440 South Creek, Dr., Houston, TX 77218-8340.

# Steel Structures Painting Council, 40 24<sup>th</sup> St. Pittsburg, PA 15222.

## SECCIÓN 3: DEFINICIONES

En este estándar, se aplican las siguientes definiciones:

1. **Arenado:** Limpieza de la superficie de la tubería mediante impacto con arena u otro material.
2. **Constructor:** La parte que provee el trabajo y materiales para ubicación e instalación.
3. **Fabricante:** La parte que manufactura, fabrica o produce los materiales o productos.
4. **Comprador:** La persona, empresa u organización que compra cualquier material o trabajo a ser realizado.

## SECCIÓN 4: REQUERIMIENTOS

**Sec 4.1 Equipamiento:** El equipamiento del constructor para arenado y revestimiento deberá cumplir con los procedimientos y obtener los resultados prescriptos en este estándar.

**Sec 4.2 Materiales y Mano de Obra:** Los materiales provistos deberán cumplir las provisiones de este estándar. El trabajo o material que falle en el cumplimiento de este estándar puede ser rechazado en cualquier momento antes de la aceptación final.

### Sec 4.3 Sistema de Revestimiento:

**4.3.1 Componentes del sistema:** El sistema de recubrimiento con cinta de polioleafina prefabricada deberá tener al menos tres capas consistentes detalladas a continuación:

1. Una capa de adhesivo líquido.
2. Una capa interior de cinta para la protección anticorrosiva.
3. Una capa exterior de cinta para protección mecánica.

La capa interior y exterior de cinta serán en forma de cinta prefabricada en rollos. Las propiedades del sistema entero serán conforme a los valores apropiados listados en las tablas 1, 2,3 y 4.

**4.3.1.1 Adhesivo Líquido:** El adhesivo líquido deberá consistir de una mezcla apropiada de goma, componentes sintéticos y un solvente. El adhesivo líquido se deberá aplicar en la superficie preparada apropiadamente antes de la aplicación de la capa interior de cinta. La función del adhesivo líquido es proveer un medio adhesivo entre la superficie de la tubería y la capa interior de cinta. Las regulaciones futuras acerca de emisiones gaseosas pueden restringir el uso de adhesivos líquidos cubiertos por este estándar. Si ello ocurriera, consultar al fabricante por equivalencias alternativas.

**4.3.1.2 Capa interior de cinta:** La cinta de la capa interior deberá ser una cinta de 2 capas consistente en una capa de respaldo (única) de polioleafina con una capa adhesiva laminada de base butílica. El fabricante deberá certificar que el material de respaldo sea únicamente de polioleafina, conteniendo de 1.0% a no más del 3.5% en peso,



**Tabla 1. Propiedades físicas del adhesivo líquido**

Color	Base	Propiedad	
		Peso	Punto de inflamación
Negro	Goma y resinas sintéticas	Inflamable 6-8 lb./gal ( 0,72 a 0,96 Kg./lt) No inflamable 10-12 lb./gal (1,20 a 1,44 Kg./lt)	-10°F (-17°C)  ninguno

**Tabla 2. Propiedades físicas de la capa interior de la cinta\***

Propiedad	Requerimiento		Método de ensayo
	Mínimo	Máximo	
Desvío en el ancho	-5% o ¼ pulgada (6mm). El que resulte menor	+5%	Sec 5.3.1
Espesor [20 mils (508 µm)], nominal	19 mils (483 µm)	22 mils (559 µm)	Sec 5.3.2
Tasa de espesor adhesivo a la capa interna de la cinta, <i>t</i>	40 % del total <i>t</i>	60% del total <i>t</i>	Sec 5.3.2
Adhesión al metal preparado	200 ozf/pulgada de ancho (2.190 N/m ancho)	-----	Sec 5.3.3
Absorción de agua (24hs)	-----	0.2%	Sec 5.3.4
Transmisión de vapor de agua (porcentaje en peso)		0.2 perms [1.15 x 10 <sup>-11</sup> kg/(Pa.s.m <sup>2</sup> )]	Sec 5.3.5
Rigidez Dieléctrica	6000 V/cada espesor		Sec 5.3.6
Resistencia de la aislación	500.000 Megahms		Sec 5.3.7
Resistencia a la tracción	20 lbf/pulgada de ancho (3,500 N/m ancho)		Sec 5.3.8
Elongación	100%		Sec 5.3.9
Material no polioleafínico (porcentaje del peso)	1.0%	3.5%	Sec 5.3.12

\* Los métodos de ensayo son todos aquellos ensayos realizados en laboratorios. Si los métodos de ensayos en campo son requeridos para cualquier propiedad, consultar al fabricante de la cinta.

de material no polioleafínico consistente en carbón negro y antioxidante. La capa interna de cinta deberá aplicarse luego del adhesivo líquido y antes de la capa exterior de cinta. El propósito principal de la capa interna de cinta es proveer protección anticorrosiva.

**4.3.1.3 Capa exterior de cinta:** La capa exterior de cinta deberá ser una cinta de dos capas consistente en una capa de respaldo (única) de polioleafina con una capa de adhesivo butílico laminado. El fabricante deberá certificar que el material de respaldo será únicamente de polioleafina, conteniendo no menos de 3.0% y no más de 7.0% en peso de material no polioleafínico consistente en pigmentos, antioxidantes y estabilizadores. La capa exterior de cinta deberá ser compatible con la capa exterior. La función principal de la capa exterior de cinta será proveer protección mecánica como también a las inclemencias ambientales exteriores al sistema de cinta y secundariamente, contribuir a las propiedades de protección anticorrosivas del sistema. La capa exterior de cinta deberá estar compuesta de tal forma que será resistente a condiciones ambientales exteriores.

**Tabla 3. Propiedades físicas de la capa exterior de cinta\***

Propiedad	Requerimiento		Método de ensayo
	Mínimo	Máximo	
Desvío en el ancho	-5% o ¼ pulgada (6mm), el que resulte menor	+5%	Sec. 5.3.1
Espesor, 30 mil (762 µm), nominal	27 mil (686 µm)	33 mil (838 µm)	Sec. 5.3.2
Adhesión a la capa interna	20 ozf/pulgada de ancho (200 N/m ancho)		Sec. 5.3.3
Resistencia a la tracción	40 lbf/pulgada ancho (7,000 N/m ancho)		Sec. 5.3.8
Elongación	100%		Sec. 5.3.9
material no polioleafínico, (porcentaje del peso)	3.0%	7.0%	Sec. 5.3.12

\* Los métodos de ensayo son todos aquellos ensayos realizados en laboratorios. Si los métodos de ensayos en campo son requeridos para cualquier propiedad, consultar al fabricante de la cinta.

**Tabla 4. Propiedades físicas del sistema total\***

Propiedad	Requerimiento		Método de ensayo
	Mínimo	Máximo	
Espesor			
50 mil nominal	46 mil (1,168 µm)	55 mil (1,397 µm)	Sec 5.3.1
80 mil,+ nominal	73 mil (1,854 µm)	88 mil (2,235 µm)	Sec 5.3.1
Rigidez Dieléctrica	12,000 V		Sec 5.3.6
Resistencia al impacto	25 lbf-pulgada (2.8 Nm)		Sec 5.3.10
Resistencia a la penetración o deformación		25% sin discontinuidad a 72°F (22°C)	Sec 5.3.11

\* Los métodos de ensayo son todos aquellos ensayos realizados en laboratorios. Si los métodos de ensayos en campo son requeridos para cualquier propiedad, consultar al fabricante de la cinta.

+ Se sugiere un revestimiento de 80-mil (2,032 µm) para un diámetro de la tubería por encima de 54 pulgadas (1,372 mm). El comprador o el fabricante del revestimiento pueden recomendar este espesor o uno alternativo si el sitio de instalación presenta condiciones inusualmente severas.

Debido a que las condiciones ambientales y sobre terreno varían, el comprador deberá consultar al fabricante acerca del tipo de envoltorio recomendado para la condición de permanencia especificada y la necesidad de una protección ultravioleta. Cuando es aplicado como parte de un sistema de cinta multicapas, la capa exterior de cinta que cubre, deberá adecuarse a la forma de las capas de cinta anteriores.

**4.3.1.4 Espesor del sistema de revestimiento:** El espesor total del sistema que consiste en capa interior y exterior de cinta puede variar dependiendo del diámetro de la tubería, de las condiciones de operación y de las condiciones de instalación. En algunos casos puede utilizarse más de una aplicación de capa interior o exterior de cinta. El espesor total y la combinación de varias capas utilizadas es a criterio del comprador, prestando especial consideración a las recomendaciones del fabricante. Sin embargo, en ningún caso el espesor será menor de aquellos indicados en las tablas 2,3 y 4.

## 4.3.2 Requerimientos de los componentes

**4.3.2.1 Adhesivo líquido:** El adhesivo líquido deberá suministrarse por el fabricante que provee la capa de cinta interior. El adhesivo líquido deberá cumplir con todos los códigos y requerimientos regulatorios que estén vigentes en el sitio de aplicación. El adhesivo líquido no deberá formar en su contenedor sedimentos o barros que no permitan mezclarlo fácilmente a mano o mediante agitación mecánica y deberá tener buenas propiedades de aplicación mediante equipos.

**4.3.2.2 Capa interior de cinta:** El fabricante deberá certificar que el material de respaldo será únicamente de polioleafina, conteniendo no menos de 1.0% ni más de 3.5% por peso de material no polioleafínico consistente en carbón negro y antioxidantes. El respaldo y el adhesivo se deberán realizar de materiales que provean alta resistividad eléctrica, resistencia a ambientes corrosivos, baja absorción de humedad y permeabilidad como también deberá proveer un medio adhesivo efectivo a una superficie de acero preparada adecuadamente. La capa interior de cinta deberá ser de un material que resistirá al daño mecánico excesivo durante la aplicación normal de acuerdo con lo establecido en la sección 4.4.3.2 y deberá ser suficientemente versátil para el uso pretendido. La capa interior de cinta deberá soportar, sin formar grietas, el esfuerzo de tracción necesario para obtener un revestimiento interior ajustado sin espacios huecos. Las propiedades de la capa interior de cinta deberán alcanzar los valores expresados en la tabla 2.

**4.3.2.2.1 Forma:** La cinta de capa interior se deberá proveer en formato de rollo o bobina con un centro hueco de diámetro interior mínimo de 3 pulgadas (75mm).

**4.3.2.2.2 Dimensiones:** Para asegurar un revestimiento apropiadamente liso, la capa interior de cinta deberá presentarse en anchos estandarizados en relación con el diámetro de la tubería. Excepto otra especificación del comprador, las dimensiones de las capas interiores y exteriores de las cintas deberán ser las expresadas en la Tabla 5.

**4.3.2.3 Capa exterior de cinta:** El fabricante deberá certificar que el material de respaldo sea únicamente de polioleafina, conteniendo no menos de 3.0% ni más de 7.0% en peso, de material no polioleafínico consistente en pigmentos, antioxidantes y estabilizadores. Los materiales utilizados en la capa exterior de cinta deben proveer alguna resistividad eléctrica,

**Tabla 5. Dimensiones de las capas interiores y exteriores de cinta**

Diámetro nominal de la tubería	Ancho de cinta recomendado*
4 pulgadas (100mm) o menor	4 pulgadas (100 mm)
6 a 12 pulgadas (150 a 300 mm)	9 pulgadas (230 mm)
14 pulgadas (350mm) o mayor	12 pulgadas (300 mm)

\* Si se desean anchos de cinta mayores como por ejemplo 18 pulgadas (460mm), consultar al fabricante acerca de anchos de cinta disponibles conjuntamente con cualquier requerimiento de aplicación especial para anchos mayores a 12 pulgadas (300mm).

baja absorción de humedad y permeabilidad así como también resistencia a ambientes corrosivos. Los materiales utilizados deberán proveer protección mecánica durante el manipuleo y almacenamiento en exterior. La capa exterior de cinta deberá ser suficientemente versátil para operaciones normales de aplicación, de acuerdo con lo establecido en la sección 4.4.3.3 y deberá formar un medio efectivo de adhesión con la capa interior de cinta. Las propiedades de la capa exterior de cinta deberán alcanzar los valores indicados en la Tabla 3.

**4.3.2.3.1. Forma:** La capa exterior de cinta se deberá proveer en rollos o bobinas con un centro hueco con diámetro interior mínimo de 3 pulgadas (75mm).

**4.3.2.3.2 Dimensiones:** La capa exterior de cinta se deberá proveer en anchos y longitudes estandarizados. El ancho de la capa exterior de cinta deberá ser al menos igual al de la capa interior de cinta. (sec. 4.3.2.2.2).

**4.3.3 Ensayos:** Los revestimientos de cinta deberán cumplir con las propiedades físicas expresadas en las Tablas 2, 3 y 4. A pedido, el fabricante de cinta podrá proveer al comprador con reportes certificados de ensayos en cada orden de cinta provista.

#### **Sec 4.4 Aplicación del revestimiento:**

**4.4.1 General:** La aplicación del revestimiento deberá ser una operación continua comenzando con una preparación adecuada de la superficie de acero. Los 3 pasos que se deberán realizar consecutivamente deberán consistir en (1) aplicación del adhesivo líquido, (2) aplicación de la capa interior de cinta directamente en la superficie preparada del acero y (3) aplicación de la capa exterior de cinta directamente encima de la capa interior de cinta. Los materiales de revestimiento se deberán almacenar en un área limpia y seca. Durante los pasos 2 y 3, una o más capas de cinta interior o exterior pueden ser aplicadas cuando lo especifique el comprador.

#### **4.4.2 Preparación de la tubería:**

**4.4.2.1 Estado de la superficie metálica:** La tubería desnuda deberá estar libre de barro, laca, escamas, cera, brea, asfalto, aceite, grasa o cualquier otra sustancia foránea. Antes de la limpieza por arenado, las superficies deberán ser inspeccionadas y en caso de ser necesario, prelimpiadas de acuerdo con SSPC SP1 para remover aceite, grasa y depósitos adheridos parcialmente. Se deberán remover las manchas de grasa y aceite visibles mediante el enjuagado con solvente. Solamente podrán utilizarse solventes que no dejen residuos. Puede utilizarse el precalentamiento para remover aceite, grasa y laca teniendo en cuenta que toda la tubería sea precalentada uniformemente para evitar distorsiones.

**4.4.2.2 Limpieza por arenado:** Luego del secado y remoción de todas las partículas foráneas adheridas parcialmente, la superficie de la tubería deberá limpiarse mediante arenado o impacto de partículas para alcanzar una preparación superficial al menos equivalente a la especificada en SSPC SP6; NACE TM-01-70, nro. 3; ó NACE TM-01-75, nro. 3. El patrón de anclaje o el perfil de profundidad no deberán exceder los 3 mil (75 µm), medidos en concordancia con la norma ASTM D4417.

**4.4.2.3 Estándares visuales comparativos:** El constructor deberá preparar un área representativa en un sector de trabajo en curso, así como también estándares visuales en paneles de al menos 6 pulgadas x 6 pulgadas x ¼ pulgada (150mm x 150mm x 6mm). Cuando los estándares visuales cumplan los requerimientos de la sección 4.4.2.2 de este estándar, los paneles deberán envolverse en plástico grueso, sellados con cinta o protegidos de otra forma contra contaminación o corrosión, y mantenidos como referencias visuales estándares a través de las operaciones de revestimiento. Se deberá tener cuidado durante el sellado de los estándares para prevenir la oxidación. Alternativamente, pueden utilizarse otros estándares comparativos visuales aceptados industrialmente que hayan sido convenidos entre las partes contratantes.

**4.4.2.4 Mezcla de trabajo abrasiva:** Para una terminación superficial consistente, se deberá mantener una mezcla estabilizada de trabajo en los equipos de arenado y reciclado abrasivo, mediante pequeños agregados de munición, granalla o arena (todo de acuerdo con el consumo de

material abrasivo). Se deberán evitar grandes agregados de material. La mezcla de trabajo abrasiva en los equipos de arenado con reciclado se deberá mantener libre de contaminantes mediante la operación efectiva continua de tamizadores y separadores por lavado con aire.

**4.4.2.5 Inspección de la superficie:** Se deberá inspeccionar la superficie exterior de la tubería limpia para una preparación adecuada de la superficie. Las imperfecciones superficiales, como por ejemplo astillas, costras, rebabas, salpicaduras de soldadura y escallas deberán removerse mediante limado o cepillado metálico si fuere necesario a los efectos de prevenir discontinuidades.

**4.4.2.6 Protección contra la humedad:** Las superficies de las tuberías arenadas deberán protegerse contra condiciones como alta humedad, lluvia, humedad superficial. No se deberá permitir el inicio de la corrosión en las tuberías antes del revestimiento. Para asegurar una superficie seca de la tubería en el momento de la aplicación del adhesivo líquido, la temperatura de la tubería deberá ser de 45°F (7.7°C) y al menos de 5°F (3°C) por encima del punto de rocío.

#### **4.4.2.7 Cobertura del cordón de soldadura**

**4.4.2.7.1 Uniones de soldadura longitudinales y en espiral:** Antes de la aplicación de la capa de cinta interior, los cordones de unión de soldadura longitudinales y en espiral deberán ser puestos a tierra a una distancia de 18 pulgadas (460mm) a lo largo de ambos extremos de la tubería. Estos cordones de soldadura deberán revestirse con adhesivo líquido y luego cubierto con un tramo de cinta que tenga las mismas propiedades anticorrosivas que la capa interior de cinta. El ancho de la cinta sobre el cordón de soldadura será determinado por el comprador según recomendaciones del fabricante. La cinta sobre el cordón de soldadura deberá cumplir con las previsiones de este estándar.

**4.4.2.7.2 Soldadura en espiral:** El cordón de soldadura deberá ser puesto a tierra a un total de 18 pulgadas (457mm) a lo largo de ambos extremos de la tubería previamente al proceso de revestimiento.

**4.4.2.7.3** El recubrimiento del cordón de soldadura en espiral con un tramo de cinta es requerido únicamente cuando el perfil y la posición del cordón de soldadura perturba la conformación de la cinta en la superficie de acero. Esta condición se encuentra más habitualmente en tuberías de mayores diámetros [>60 pulgadas (1,500mm)]. En dichos casos, el tratamiento de la soldadura se deberá especificar por el comprador luego de consultar al fabricante de la cinta.

### **4.4.3 Aplicación del revestimiento**

**4.4.3.1. Aplicación del adhesivo líquido:** El adhesivo líquido deberá aplicarse en una capa fina y uniforme con una tasa de recubrimiento recomendada por el fabricante. El adhesivo líquido será minuciosa y continuamente mezclado y agitado durante la aplicación para prevenir la sedimentación. El adhesivo líquido puede aplicarse a la superficie exterior total de la tubería mediante métodos tipo spray, de esparcir o cualquier otro método apropiado para cubrir la totalidad de la superficie exterior de la tubería. La tubería revestida con adhesivo líquido deberá estar uniforme y libre de derrames, chorreaduras, desvíos, goteos o manchas desnudas y libre de toda sustancia foránea, como por ejemplo arena, grasa, aceite, óxido, partículas o suciedad. Antes de aplicar la capa interior de cinta, se deberá permitir el secado de la capa de adhesivo líquido en concordancia con las recomendaciones del fabricante.

**4.4.3.2 Aplicación de la capa interna de cinta:** La capa interior de cinta deberá aplicarse en la superficie preparada de la tubería por medio de un equipo de revestimiento que efectúe una tensión

mecánica constante. La capa interior de cinta deberá aplicarse a una temperatura mínima en el rollo de 70°F (21°C). La capa interior de cinta deberá aplicarse en forma de espiral con un ancho de solapado y tensión de aplicación de acuerdo con lo recomendado por el fabricante. Cuando sea aplicada en tuberías de soldadura espiralada, la dirección del espiral de la cinta será generalmente paralela a la del espiral de soldadura. El solapado mínimo será no menor a 1 pulgada (25mm). Cuando se inicie un nuevo rollo de cinta, los extremos serán solapados por al menos 6 pulgadas (150mm) medidas circunferencialmente. El solapado será liso y se deberá ubicar para asegurar la continuidad de la capa interior del revestimiento. Opcionalmente, el comprador podrá requerir un rodillo de goma dura, de un ancho mayor al de la cinta, que es utilizado para asegurar el máximo contacto de la cinta con la superficie de la tubería.

**4.4.3.3 Aplicación de la capa exterior de cinta:** La capa exterior de cinta deberá aplicarse sobre la capa interior de cinta utilizando el mismo equipo mecánico que el utilizado para la aplicación de la capa interior de cinta. El solapado de la capa exterior de cinta no deberá coincidir con el solapado de la capa interior. El solapado mínimo de la cinta aplicada y el del tramo inicial de un rollo serán los mismos que los indicados en la Sec. 4.4.3.2. La capa exterior de cinta deberá aplicarse a una temperatura mínima en el rollo de 70°F (21°C). Consultar al fabricante de la cinta acerca de las temperaturas recomendadas del rollo por encima de los 70°F (21°C) para mejorar la conformabilidad del envoltorio exterior a la superficie de la tubería.

**4.4.3.4 Cortes:** Los cortes deberán determinarse según el tipo de junta de la tubería y estarán de acuerdo con lo especificado por el fabricante y aprobado por el comprador. Los cortes pueden tener un borde recto para el total del espesor del revestimiento o pueden ser chaflanados según la especificación del comprador.

**4.4.4 Reparación del revestimiento en planta o en campo:** Todas las discontinuidades descubiertas tanto en la planta de revestimiento como en campo, deberán repararse pelando y removiendo la capa exterior e interior del área dañada. Luego, el área expuesta deberá cubrirse con adhesivo líquido y después podrá colocarse tanto (1) una capa interior de cinta que envuelva todo el diámetro de la tubería para cubrir el área defectuosa, como (2) un parche de cinta interior directamente en el área defectuosa de acuerdo con la especificación del comprador. El solapado mínimo en el área dañada será alrededor de 4 pulgadas (100mm). Se deberá testear el área reparada con un detector de discontinuidad luego de que se complete la reparación. Si no se encontrasen discontinuidades, se deberá cubrir luego el área reparada con la capa exterior, con un solapado mínimo de 4 pulgadas (100mm) más allá del parche de cinta interior. Puede utilizarse cinta que cumpla con el estándar AWWA C209 como reemplazo de la capa interior de cinta cuando se hagan reparaciones.

**4.4.5 Revestimiento de juntas de campo soldadas y mecánicas:** Las juntas de campo serán revestidas con productos de acuerdo con lo descrito en AWWA C203, AWWA C209 y AWWA C216. Las juntas soldadas deberán estar limpias y libres de barro, aceite, grasa y otros contaminantes foráneos. El metal expuesto en la zona de soldadura deberá limpiarse con cepillo metálico de acuerdo con el requerimiento para eliminar cualquier producto corrosivo. El revestimiento de cinta adyacente deberá estar limpio de todo elemento foráneo y deberá secarse a una distancia de 2 pulgadas (50mm) hacia atrás de la zona de corte. La zona de soldadura es la zona sin revestimiento que resulta de dos juntas con revestimiento cortado cuando son ensambladas en campo, en concordancia con la sec. 4.4.3.4 de este estándar. Cuando la junta sea de tipo campana o con espiga, o junta tipo mecánica y las especificaciones no requieran una soldadura totalmente redondeada, o cuando la soldadura de campana se haga en el interior solamente, se deberá utilizar en el "step down" (escalón), un material de relleno moldeable y compatible recomendado por el fabricante de la cinta antes de la aplicación del revestimiento de la junta.

**4.4.6 Acoples mecánicos y extremos de tuberías:** Donde se utilicen juntas de goma con empaquetadura o acoples mecánicos, los revestimientos pueden extenderse hasta el extremo de la tubería, sin embargo, el espesor del revestimiento en la superficie de la tubería que recibe la empaquetadura de sellado no deberá exceder el espesor recomendado por el fabricante del equipo de sellado. Si el revestimiento de la tubería hasta el extremo interferirá con el asentamiento propio del sello, el revestimiento deberá ser removido hasta una distancia según lo requerido por el tipo de junta, de tal forma que el sistema de revestimiento por cinta no interferirá con el sello de la junta.

#### **4.5 Procedimientos en campo**

En todo momento durante la construcción de la tubería, el constructor deberá tener precaución para prevenir el daño al revestimiento de protección de la tubería. No se permitirá que herramientas u objetos metálicos entren en contacto innecesariamente con el revestimiento terminado. Sólo se permitirá que los trabajadores caminen sobre el revestimiento cuando fuera necesario, en cuyo caso se deberán utilizar zapatos con suela de goma, compuestos y tacos u otro tipo de calzado apropiado que no dañe el revestimiento.

Cualquier daño a la tubería o al revestimiento protector por cualquier causa durante la instalación y antes de la aceptación final por parte del comprador, deberá repararse según la dirección del comprador, pero con cargo al constructor.

**4.5.1 Protección durante la soldadura:** Se colocará una banda de material resistente al calor de 18 pulgadas (450mm) de ancho, en la mitad superior del artículo recubierto en cada lado de la zona de soldadura durante la ejecución de la misma, para evitar dañar al revestimiento producido por salpicaduras calientes. No deberá realizarse descarga a tierra para soldadura en alguna parte del artículo recubierto.

**4.5.2 Manipuleo:** Se deberá izar la tubería por medio de lingas de cintas anchas. No se permitirán cadenas, cables, pinzas u otro equipamiento que puedan dañar el revestimiento; tampoco será permitido el arrastre o deslizamiento de los artículos. El constructor deberá permitir la inspección del revestimiento en las partes ocultas de los artículos cuando éstos se encuentren suspendidos mediante lingas.

**4.5.3 Enterrado y rellenado de zanjas.** Los materiales de relleno deberán manejarse en todo momento de tal forma que evite la abrasión u otro daño en el revestimiento. Excepto otra especificación por parte del comprador, se deberán cumplir los siguientes requerimientos:

**4.5.3.1** Cuando la zanja atraviese terrenos rocosos conteniendo objetos duros que podrían penetrar el revestimiento protector, se colocará una capa de protección de tierra tamizada, arena u otro material de relleno no menor a 6 pulgadas (150mm) de espesor en el fondo de la zanja, antes de la instalación de la tubería.

**4.5.3.2** La colocación del material de relleno alrededor del exterior de la tubería revestida deberá realizarse solamente luego de que el comprador haya efectuado la inspección final y haya aceptado el revestimiento exterior.

**4.5.3.3** La compactación del material de relleno en la zanja se hará de acuerdo con las especificaciones. No se aceptará el aplanado con rodillos metálicos u otras herramientas metálicas que pudieran tomar contacto con el revestimiento o dañarlo.

## **SECCIÓN 5 – VERIFICACIÓN**

### **Sec 5.1 Ensayos de Aceptación de Materiales de Revestimiento**

La base para la aceptación de los materiales de revestimiento propuestos deberán ser los especificados para el comprador según las siguientes opciones: (1) Aceptación en base a los reportes de ensayos certificados del fabricante enviados por el constructor, (2) aceptación en base a los ensayos de muestras de los materiales propuestos enviados por el constructor con ensayos

realizados por el comprador en su laboratorio o por laboratorios comerciales responsables designados por el comprador, ó (3) aceptación en base a lo definido y especificado por el comprador.

## **Sec 5.2 Inspección y ensayo por parte del comprador**

**5.2.1 Inspección opcional:** A opción del comprador, el procedimiento completo de aplicación de los materiales de revestimiento de protección, tal como aquí se describe, será inspeccionado desde el momento de la preparación de la superficie hasta completar la aplicación del revestimiento. Esta inspección no releva al constructor de la responsabilidad de proveer materiales y mano de obra de acuerdo con este estándar.

**5.2.2 Inspección de la Aplicación del Revestimiento:** Cuando fuere acordado todo trabajo de revestimiento será realizado en presencia del comprador. Todo trabajo de revestimiento no realizado en presencia de un representante del comprador puede estar sujeto a rechazo en concordancia con la sec. 5.5 de este estándar.

**5.2.3 Acceso al comprador:** El comprador deberá tener acceso al sitio de construcción y a aquellas áreas de todas las plantas relacionadas con el resultado del trabajo bajo este estándar.

**5.2.4 Instalaciones para el comprador.** El constructor deberá proveer al comprador de las instalaciones y espacio, sin cargo, para la inspección, ensayo y recolección de tanta información como fuera deseada; en relación con el carácter del material utilizado, el progreso y forma de trabajo y los resultados obtenidos.

## **Sec. 5.3 Ensayos del sistema de revestimiento**

**5.3.1 Desvío en el ancho:** Se deberá retirar de cada tres rollos elegidos al azar, una muestra de la capa interior y exterior de cinta de al menos 3 pies (0.9m) de longitud. El ancho de la muestra deberá medirse en varios puntos a lo largo de la muestra con precisión de 1/16 pulgadas (1.6mm) utilizando una escala estándar de acero. El desvío en el ancho no deberá exceder los límites mostrados en las Tablas 2 y 3.

**5.3.2 Espesor:** El espesor de la capa interior y exterior de la cinta deberá medirse en por lo menos 10 lugares en los tres rollos de revestimiento de cinta utilizados en la sección 5.2.1 de este estándar. Las mediciones deberán realizarse con un micrómetro calibrado de lectura en milésimas de pulgadas y deberán tener contacto en pie no menor a ¼ de pulgada (6mm) en el diámetro. Las mediciones de espesor fuera de los límites mostrados en las tablas 2 y 3 deberán constituir falla en el cumplimiento de los requerimientos de espesor. Consultar al fabricante por el método preferido de remoción del material para la medición del espesor en el respaldo únicamente.

**5.3.3 Adhesión:** En la capa interior de cinta prefabricada deberá realizarse el ensayo de adhesión a una superficie de acero preparada en concordancia con la norma ASTM D1000. La capa exterior de cinta deberá someterse al ensayo de adhesión a la capa interior de cinta en concordancia con la norma ASTM D1000. Un valor promedio por debajo de los límites indicados en las Tablas 2 y 3 deberán constituir falla en el cumplimiento de los requerimientos de adhesión.

**5.3.4 Absorción de agua:** El revestimiento de capa interior de cinta prefabricada deberá ensayarse por absorción de agua en concordancia con la norma ASTM D570. Un valor promedio por encima de los límites indicados en la Tabla 2 deberá constituir falla en el cumplimiento de los requerimientos de absorción de agua.

**5.3.5 Transmisión de vapor de agua:** El revestimiento por cinta prefabricada con capa interior deberá ser ensayado por transmisión de vapor de agua en concordancia con la norma ASTM E96, método B (a 23°C). Un valor promedio por encima de los límites indicados en la Tabla 2 deberá constituir falla de la cinta en el cumplimiento de los requerimientos de transmisión de vapor de agua.



**5.3.6 Rigidez Dieléctrica:** Las capas interior y exterior de cinta prefabricadas, juntas, deberán ser ensayadas por rigidez dieléctrica en concordancia con la norma ASTM D149. Un valor promedio por debajo de los límites indicados en la Tabla 4 deberá constituir falla en el cumplimiento de los requerimientos de rigidez dieléctrica.

**5.3.7 Resistencia de la aislación:** Las capas interior y exterior de cinta prefabricadas deberán ser ensayadas por resistencia a la aislación en concordancia con la norma ASTM D1000. Un valor promedio por debajo de los límites indicados en la Tabla 2 deberá constituir falla en el cumplimiento de los requisitos de resistencia de la aislación.

**5.3.8 Resistencia a la tracción:** Las capas interior y exterior de cinta prefabricadas deberán ser ensayadas por resistencia a la tracción en concordancia con la norma ASTM D1000. Un valor promedio por debajo de los límites indicados en las Tablas 2 y 3 deberán constituir falla en el cumplimiento de los requerimientos de resistencia a la tracción.

**5.3.9 Elongación:** Las capas interior y exterior de cinta prefabricadas deberán ser ensayadas por elongación en concordancia con la norma ASTM D1000. Un valor promedio por debajo de los límites indicados en las Tablas 2 y 3 deberá constituir falla en el cumplimiento de los requerimientos de elongación.

**5.3.10 Resistencia al impacto:** El total del sistema de cintas deberá ser ensayado por resistencia al impacto en concordancia con la norma ASTM G14. Se deberán ensayar 5 muestras y los resultados se promediarán. Un valor promedio por debajo de los límites indicados en la Tabla 4 deberá constituir falla del sistema en el cumplimiento de los requerimientos de resistencia al impacto.

**5.3.11 Resistencia a la deformación/penetración:** El total del sistema de cintas deberá ser ensayado en concordancia con la norma ASTM G17 a 72°F (22°C). Se deberán ensayar 5 muestras y promediar los resultados. Un valor promedio por encima de los límites indicados en la Tabla 4 deberá constituir falla en el cumplimiento de los requerimientos de resistencia a la penetración/deformación sin discontinuidad.

**5.3.12 Contenido de material no polioleafínico:** Las capas interior y exterior de cintas deberán ser ensayadas por contenido de material no polioleafínico en concordancia con la norma ASTM D4218, Secciones 9.11, 9.12 y no se requiere en el método de ensayo de la sección 9.13 de la norma ASTM D4218, obtener resultados exactos. La capa adhesiva no deberá estar presente en la cinta de respaldo durante la ejecución del ensayo según la norma ASTM D4218. Consultar al fabricante de cinta por el método preferido de remoción del adhesivo. Los ensayos deberían realizarse solamente sobre muestras tomadas de la cinta provista por el fabricante. Se deberán ensayar 5 muestras y promediar los resultados. Un valor promedio fuera de los límites suministrados en las Tablas 2 y 3 deberá constituir falla en el cumplimiento de los requerimientos.

## **Sec 5.4 Ensayos en la Tubería Revestida:**

**5.4.1 Espesor:** El espesor del sistema de recubrimiento deberá controlarse en concordancia con la norma SSPC PA2. El espesor deberá estar de acuerdo con la Tabla 4 y deberá controlarse en la frecuencia especificada por el comprador.

**5.4.2 Inspección eléctrica de continuidad:** Cada sección de tubería revestida deberá ser eléctricamente testeada para detectar defectos en el revestimiento, por medio de un detector apropiado de discontinuidad aprobado por el comprador. El detector deberá imprimir un voltaje mínimo de 6000 V y se debería hacer referencia a la norma NACE RP-0274. La inspección eléctrica

deberá tener lugar en la capa interior de cinta antes de que la capa exterior de cinta sea aplicada. Si se detectara una discontinuidad, se deberá reparar de acuerdo con la sec. 4.4.4 de este estándar.

## **Sec. 5.5 Rechazo**

**5.5.1 Tubería:** El comprador podrá rechazar la tubería si la condición de la superficie no cumple con los requerimientos de la sección 4.4.2.2 de este estándar. La tubería que se rechace por limpieza inadecuada deberá limpiarse nuevamente y reinspeccionada antes de su revestimiento sin costo para el comprador.

**5.5.2 Materiales de revestimiento:** Si cualquier muestra del material de revestimiento no cumpliera con este estándar, el material representado por dicha muestra deberá ser rechazado. Si las muestras de los materiales de revestimiento del constructor que previamente han sido aprobadas no conformaran a este estándar, entonces, todo dicho material de revestimiento deberá ser rechazado.

## **SECCIÓN 6: ENTREGA**

### **Sec. 6.1 Señalización**

Los contenedores deberán estar claramente identificados con el nombre del fabricante, tipo de material, tanda o número de lote, fecha de fabricación, condiciones de almacenamiento e información de acuerdo con lo requerido por las leyes federales o estatales.

### **Sec. 6.2 Embalaje y Transporte**

**6.2.1 Embalaje:** Cualquier cinta de capa interior o exterior, o adhesivo líquido, será embalado en contenedores apropiados para asegurar la aceptación y entrega segura en su destino. Las preferencias por embalajes individuales o múltiples de las cintas y el tamaño de los contenedores del adhesivo líquido deberán ser especificados por el comprador. Los rollos de capa interior de cinta deberán embalsarse en cantidades que no excedan las limitaciones de las especificaciones del contenedor. Cada rollo de cinta de capa interior o exterior deberá ser protegido, mediante el uso de los separadores, para que no se adhiera a otros rollos, al contenedor o al material de embalaje. El adhesivo líquido deberá embalsarse en bidones de 5 galones (19 lt), tambores de 55 galones (210 lt) o cualquier otro contenedor apropiado.

**6.2.2 Transporte, manipuleo y almacenamiento:** Las tuberías revestidas deberán ser manipuladas, almacenadas y transportadas de forma tal que se evite dañar al revestimiento. La tubería deberá también ser manipulada y almacenada de forma tal que evite dañar a la pared de la tubería y a sus extremos. La tubería o el revestimiento dañado durante el manipuleo u otras operaciones deberán repararse a satisfacción del comprador sin costo adicional para el comprador. El daño al revestimiento externo deberá repararse en concordancia con la sec. 4.4.4. El manipuleo durante el período de revestimiento también deberá hacerse de tal forma que se evite el daño en el revestimiento. La expansión térmica es una característica del revestimiento que puede provocar áreas desparejas en la superficie de la tubería revestida, pero no afecta adversamente el rendimiento del sistema de revestimiento. Estas áreas no requieren ninguna reparación.

**6.2.2.1 Apilado:** Se deberán utilizar espaciadores o almohadillas suficientes para prevenir algún daño en la tubería o el revestimiento.

**6.2.2.2 Transporte:** La tubería deberá transportarse del área de revestimiento a la zona de trabajo utilizando suficientes protecciones, bandas, muelles para proteger adecuadamente a la tubería y a su revestimiento.

**6.2.2.3 Carga:** La tubería deberá cargarse para transporte en conformidad con los estándares y regulaciones de transporte.

**6.2.2.4 Almacenamiento en lateral de la zanja:** La tubería almacenada a lo largo del lateral de la zanja deberá apoyarse convenientemente fuera de tierra para evitar dañar al revestimiento.

**Sec. 6.3 Declaración jurada de Conformidad:** El comprador puede requerir al constructor la provisión de una declaración jurada certificando que todos los materiales y trabajos provistos cumplen con los requerimientos aplicables a este estándar.