

<b>N° de Documento:</b> NRF-026-PEMEX-2001	 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>
<b>Rev.: 0</b>	
<b>Fecha: 16-DICIEMBRE-2001</b>	<b>SUBCOMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN DE PGPB</b>
<b>PÁGINA 1 DE 64</b>	

**PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS  
ANTICORROSIVOS PARA TUBERIAS  
ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS**

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE          PETRÓLEOS MEXICANOS Y          ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON          RECUBRIMIENTOS          ANTICORROSIVOS PARA          TUBERIAS ENTERRADAS Y          /O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b>
		<b>NRF-026 PEMEX-2001</b>
<b>DOCUMENTO NORMATIVO</b>		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 2 DE 64</b>

## HOJA DE APROBACIÓN

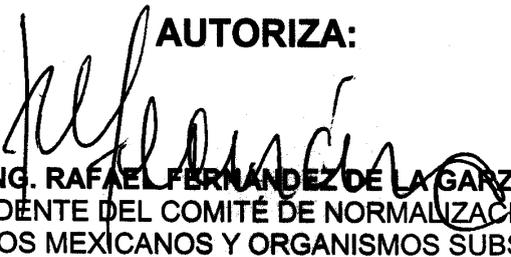
**ELABORA:**

  
**ING. MARIO NIETO GARZA**  
 COORDINADOR DEL GRUPO DE TRABAJO

**PROPONE:**

  
**ING. MARCOS RAMÍREZ SILVA**  
 PRESIDENTE DEL SUBCOMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACION  
 DE PEMEX GAS Y PETROQUIMICA BASICA

**AUTORIZA:**

  
**ING. RAFAEL FERNÁNDEZ DE LA GARZA**  
 PRESIDENTE DEL COMITÉ DE NORMALIZACION DE  
 PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

México, D.F. a 16 de Diciembre de 2001

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE          PETRÓLEOS MEXICANOS Y          ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 16-DICIEMBRE-2001	<b>PROTECCION CON          RECUBRIMIENTOS          ANTICORROSIVOS PARA          TUBERÍAS ENTERRADAS          Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento          NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 3 DE 64</b>

## CONTENIDO

<b>CAPÍTULOS</b>		<b>PÁGINAS</b>
0.	INTRODUCCIÓN.....	5
1.	OBJETIVO.....	6
2.	ALCANCE.....	6
3.	ACTUALIZACION.....	6
4.	CAMPO DE APLICACIÓN.....	7
5.	REFERENCIAS.....	7
6.	DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA.....	7
7.	SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS.....	11
8.	SISTEMAS GENERICOS DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍA ENTERRADA, SUMERGIDA E INTERFASES.....	12
8.1	Ductos a proteger.....	12
8.2	Selección de los recubrimientos anticorrosivos.....	12
8.3	Requerimientos mínimos de aceptación para la selección de sistemas genéricos de recubrimientos anticorrosivos.....	13
8.4	Requerimientos para la aplicación.....	42
8.5	Aplicación de Recubrimientos.....	45
8.6	Restricciones en la aplicación.....	45
8.7	Inspección del Recubrimiento.....	46
8.8	Rehabilitaciones del recubrimiento exterior de ductos.....	48
8.9	Manejo, almacenamiento y traslado de la tubería recubierta.....	48
8.10	Aspectos de Seguridad, Salud y Protección Ambiental.....	49
8.11	Evaluación de los sistemas de recubrimientos.....	50
9.	RESPONSABILIDADES.....	52
9.1	De Petróleos Mexicanos.....	52
9.2	Del Inspector.....	52
9.3	Del Fabricante de recubrimientos.....	52
9.4	Del contratista o aplicador.....	53
9.5	Del Constructor.....	54
9.6	Subcomités Técnicos de Normalización de Organismos Subsidiarios.....	54
10.	CONCORDANCIA CON OTRAS NORMAS.....	54
11.	BIBLIOGRAFIA.....	54

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE          PETRÓLEOS MEXICANOS Y          ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 4 DE 64</b>
<b>DOCUMENTO NORMATIVO</b> <b>FECHA: 16-DICIEMBRE-2001</b>		

12.	ANEXOS.....	56
-----	-------------	----

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  PETRÓLEOS MEXICANOS Y  ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 16-DICIEMBRE-2001	<b>PROTECCION CON  RECUBRIMIENTOS  ANTICORROSIVOS PARA  TUBERÍAS ENTERRADAS  Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 5 DE 64</b>

## 0. INTRODUCCIÓN

Petróleos Mexicanos y sus Organismos Subsidiarios cuentan con una extensa red de ductos, la cual sirve de medio para recolectar, transportar y distribuir la producción de hidrocarburos y sus derivados. Esta red distribuida en la mayor parte del territorio nacional, está expuesta a los efectos de la corrosión debido a la presencia de agentes corrosivos en el medio ambiente en el que se encuentran alojados (enterrados o sumergidos).

Para prevenir o controlar en la parte externa de los sistemas de ductos, los efectos de la corrosión e incrementar la seguridad y vida útil de los ductos, Petróleos Mexicanos requiere aplicar una protección a base de recubrimientos anticorrosivos, cuya selección, preparación, muestreo, inspección y pruebas debe realizarse de acuerdo con los requisitos de calidad y propiedades, exigidos por la normatividad nacional e internacional, incluyendo aspectos de seguridad, salud y protección al medio ambiente. El usuario debe contar con lineamientos y criterios relacionados con la aplicación de este tipo de recubrimientos, a fin de garantizar la correcta selección y adquisición para una protección efectiva de los ductos.

Esta norma de referencia se elaboró en atención y cumplimiento al decreto con el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicado en el diario oficial de la federación el 20 de mayo de 1997, Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público y la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.

Las empresas de servicios, compañías fabricantes de recubrimientos, Instituciones de investigación y Organismos Subsidiarios de Petróleos Mexicanos que participaron en la elaboración de esta norma de referencia son:

PETROLEOS MEXICANOS  
PEMEX GAS Y PETROQUÍMICA BÁSICA  
PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN  
PEMEX REFINACIÓN  
PEMEX PETROQUÍMICA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS  
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
AMERCOAT-COMEX  
TYCO POLYKEN PIPELINE COATINGS  
VITRACOAT PINTURAS EN POLVO, S.A. DE C.V.  
VALSPAR CORPORATION  
GRUPO COBOS S.A. DE C.V.  
EXCEL CORPORACIÓN INDUSTRIAL S.A. DE C.V.  
INDUSTRIAL DE ACABADOS S.A. DE C.V.  
3M MÉXICO S.A. de C.V.  
COMMERCIAL RESINS DE MÉXICO S.A. DE C.V.  
AKZO NOBEL INTERNATIONAL / COMPAÑÍA MEXICANA DE PINTURAS INTERNACIONAL  
NAPKO S.A. DE C.V.  
POLIURETANOS Y RECUBRIMIENTOS COMERCIALES, S.A. DE C.V.  
PROTEXA, S.A. DE C.V.  
CONSTRUCTORA AGUILAR SILVA, S.A. DE C.V.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE          PETRÓLEOS MEXICANOS Y          ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 16-DICIEMBRE-2001	PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 6 DE 64</b>

## 1. OBJETIVO

El objetivo de esta norma es asegurar el cumplimiento de los requisitos necesarios para llevar a cabo la selección, adquisición y prestación de servicios relacionados con la aplicación de los recubrimientos anticorrosivos para la protección exterior de los ductos enterrados y/o sumergidos, que transportan hidrocarburos y productos petroquímicos en Petróleos Mexicanos.

## 2. ALCANCE

Esta norma establece los criterios generales y requisitos mínimos de calidad que deben cumplirse para la selección, aplicación, inspección y rehabilitación, de los sistemas de recubrimientos exteriores en ductos enterrados y/o sumergidos que pertenecen a los organismos subsidiarios de Petróleos Mexicanos. Para el caso de tuberías submarinas, esta Norma no contempla el sistema de recubrimiento para la zona de mareas y oleajes.

Los sistemas genéricos de recubrimientos que contempla esta norma son los siguientes:

<b>Sistema Genérico</b>
Brea de Alquitrán de Hulla
Epóxicos en polvo adheridos por fusión
Epóxicos líquidos de altos sólidos
Polietileno Extruido tricapa
Polipropileno Extruido Tricapa
Cintas de poliolefinas
Cintas y mangas termocontraíbles
Ceras microcristalinas del Petróleo
Poliuretanos

## 3. ACTUALIZACION

La solicitud de actualización de esta norma, podrá ser generada por cualquier área usuaria de Petróleos Mexicanos, presentándola al Subcomité Técnico de Normalización de Pemex Gas y Petroquímica Básica quien analizará la viabilidad de ésta y en su caso procederá, en primera instancia, a inscribirla en el Programa Anual de Normalización de Petróleos Mexicanos a través del Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios (CNPMOS) y posteriormente integrará el Grupo de Trabajo que elaborará la actualización de la Norma de Referencia.

La Norma debe revisarse para refrendar su aplicación, efectos y observancia, cuando menos una vez cada cinco años o en periodos más cortos cuando así se requiera y sea procedente con base en el análisis del CNPMOS.

Las propuestas y sugerencias deben dirigirse por escrito a:

Pemex Gas y Petroquímica Básica

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  PETRÓLEOS MEXICANOS Y  ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 16-DICIEMBRE-2001	<b>PROTECCION CON  RECUBRIMIENTOS  ANTICORROSIVOS PARA  TUBERÍAS ENTERRADAS  Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 7 DE 64</b>

Subcomité Técnico de Normalización  
Av. Marina Nacional 329 Edif. B-1 Piso 6  
Col. Huasteca, México D.F.  
C.P. 11311  
Tel. Conm. 5722-2500 Ext. 55143  
Tel. Dir. 52 32 51 43

#### 4. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma es de observancia obligatoria en la adquisición o contrataciones de los bienes o servicios que se lleven a cabo por todas las áreas de los cuatro Organismos Subsidiarios de Petróleos Mexicanos para la selección, preparación de superficie, aplicación, inspección, mantenimiento y evaluación de los recubrimientos anticorrosivos a utilizarse en la parte externa de las tuberías enterradas y/o sumergidas (inmersas en cuerpos de agua tales como ríos, lagunas, pantanos, arroyos, mantos freáticos, marinos, etc.) de los sistemas de ductos que transportan hidrocarburos y productos petroquímicos, en los siguientes casos:

- Sistemas de Ductos de nueva construcción.
- Mantenimiento de los Sistemas de Ductos existentes.
- Interfases Tierra-Aire , Agua-Aire.

#### 5. REFERENCIAS

Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-1993: Sistema General de Unidades de Medida.

#### 6. DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA

Los conceptos y definiciones en esta sección reflejan el uso común entre el personal involucrado en el control de la corrosión, y en especial se aplica a la forma en que se usan los términos en esta norma.

- 6.1 Acabado.-** Es la capa del sistema que está en contacto con el medio ambiente y cuyas características protegen las capas subyacentes del sistema, además se utiliza para fines estéticos y para cumplir con un particular código de colores.
- 6.2 Aplicador.-** Es la persona o compañía contratista encargado de aplicar el recubrimiento exterior.
- 6.3 Aplicación en campo.-** Operación que se lleva a cabo en el sitio de la instalación con equipo portátil y a la intemperie.
- 6.4 Aplicación en planta.-** Operación que se lleva a cabo en una instalación especialmente diseñada o acondicionada para este propósito, con equipo fijo y dentro de una nave protegida de los elementos del ambiente.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  PETRÓLEOS MEXICANOS Y  ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 16-DICIEMBRE-2001	<b>PROTECCION CON  RECUBRIMIENTOS  ANTICORROSIVOS PARA  TUBERÍAS ENTERRADAS  Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 8 DE 64</b>

- 6.5 Compatibilidad química.-** Es la capacidad de los sistemas de recubrimientos a no promover ninguna reacción química que altere su funcionamiento cuando se encuentran en contacto o aledaños a otro recubrimiento.
- 6.6 Condiciones de exposición.-** Ambiente del lugar donde se localiza la instalación a proteger.
- 6.7 Contratista.-** Es la persona moral o física acreditada y preparada para realizar los trabajos de aplicación de recubrimientos industriales.
- 6.8 Constructor.-** Es la persona o compañía encargada de llevar a cabo el montaje de un ducto.
- 6.9 Curado.-** Es la reacción química por medio de la cual se polimeriza y entrecruza una resina.
- 6.10 Detección eléctrica de discontinuidades.-** Operación mediante la cual se localizan las grietas o poros de un recubrimiento haciendo pasar un electrodo sobre la superficie recubierta de un tubo conectado a tierra, al encontrarse una discontinuidad, se produce un arco eléctrico que cierra un circuito con alarma audible y/o visual.
- 6.11 Discontinuidad.-** Imperfección, grieta o poro del recubrimiento que llega hasta el acero.
- 6.12 Diseñador.-** Es la persona encargada de llevar a cabo la planeación y diseño de un proyecto de construcción nueva.
- 6.13 Enlace.-** Es la capa intermedia capaz de adherirse al primario y al acabado, cuando entre éstos existen problemas de compatibilidad o de adherencia, además de funcionar como barrera de protección, para mejorar la eficiencia del sistema de protección anticorrosivo.
- 6.14 Fluidos a altas temperaturas.-** Son las condiciones de los fluidos transportados por tuberías existentes que operan en el rango de 80 °C a 120 °C
- 6.15 Fabricante.-** Es la compañía que fabrica recubrimientos.
- 6.16 Grado de limpieza.-** Es la clasificación relacionada con la condición superficial de la tubería en cuanto a la presencia de residuos y contaminantes.
- 6.17 Interfase agua-aire.-** Sección de un ducto que cambia de una exposición sumergida en un manto acuífero (inundación) a una condición de exposición atmosférica.
- 6.18 Interfase tierra-aire.-** Sección de un ducto que cambia de una condición de exposición enterrada a una condición de exposición atmosférica.
- 6.19 Inspector.-** Es la persona designada por el Organismo Subsidiario de Petróleos Mexicanos, para verificar, vigilar y hacer cumplir los requerimientos especificados.
- 6.20 Limpieza con abrasivos.-** Es la preparación de la superficie metálica que se va a recubrir, mediante la aplicación de abrasivos a presión; los abrasivos comúnmente empleados son arena sílica y granalla metálica.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  PETRÓLEOS MEXICANOS Y  ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 16-DICIEMBRE-2001	<b>PROTECCION CON  RECUBRIMIENTOS  ANTICORROSIVOS PARA  TUBERÍAS ENTERRADAS  Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 9 DE 64</b>

- 6.21 Limpieza con abrasivo acabado a metal blanco.-** Este grado de limpieza se aplica cuando se requiere una excelente preparación de superficie. Se le considera la limpieza ideal del acero, remueve completamente la herrumbre y escoria dejando una superficie de color gris ligero, uniforme y sin manchas.
- 6.22 Limpieza con abrasivo acabado cercano a metal blanco.-** Este grado de limpieza remueve completamente toda la herrumbre y la escoria dejando una superficie de color gris ligero, uniforme pero con ligeras sombras, o coloraciones causadas por la herrumbre, o por la pintura que se encontraba en la superficie. Estas sombras no deben ser mayores al 5% de cada unidad de área de superficie.
- 6.23 Limpieza con abrasivo acabado grado comercial.-** Este grado de limpieza remueve óxido, escoria, aceite, pintura y otras sustancias extrañas, dejando una superficie de color gris oscuro y no se requiere que sea uniforme, con ligeras sombras o coloraciones. Estas sombras no deben ser mayores del 33% de cada unidad de área de superficie.
- 6.24 Limpieza con abrasivo tipo ráfaga.-** Este tipo de limpieza remueve las escamaciones sueltas, productos de óxidos y residuos de pintura sueltos. La superficie debe quedar libre de grasa, polvo o de cualquier sustancia extraña o suelta. Las escamaciones, óxidos, o pinturas fuertemente adheridas pueden observarse sobre la superficie y para cerciorarse de su adherencia puede utilizarse una espátula sin filo.
- 6.25 Limpieza manual.-** Es la preparación de la superficie metálica que se va a recubrir, mediante el uso de martillo, cincel, cepillo de alambre, lijas, brochas, etc., o auxiliándose de herramientas neumáticas o eléctricas portátiles. Se utiliza generalmente para eliminar herrumbre y costras superficiales que no tengan gran adherencia al metal en áreas pequeñas e inaccesibles a otros métodos de limpieza.
- 6.26 Limpieza química.-** Es la preparación de una superficie metálica que se va a recubrir, mediante la acción de productos químicos.
- 6.27 Parcheo de juntas de campo.-** Operación de recubrir la zona de recorte posterior a la soldadura.
- 6.28 Película.-** Capa de recubrimiento.
- 6.29 Perfil de anclaje.-** Es la profundidad de la rugosidad máxima del perfil que se obtiene mediante la preparación de la superficie del sustrato.
- 6.30 Preparación de superficie.-** Acción de eliminar las impurezas presentes en la superficie metálica. Está en función del grado de limpieza y del perfil de anclaje requeridos por el sistema seleccionado.
- 6.31 Primario.-** Parte de un sistema de recubrimientos cuyas funciones principales son adherirse al sustrato metálico, inhibir la corrosión y presentar una superficie compatible para que las capas de enlace o acabado logren adherirse a ella.
- 6.32 Punto de rocío.-** es la temperatura a la cual se inicia la condensación sobre la superficie del acero.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE          PETRÓLEOS MEXICANOS Y          ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 16-DICIEMBRE-2001	<b>PROTECCION CON          RECUBRIMIENTOS          ANTICORROSIVOS PARA          TUBERÍAS ENTERRADAS          Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 10 DE 64</b>

- 6.33 Recorte.-** Zona cercana a los extremos de un tubo que se deja desnuda a propósito para permitir realizar la soldadura en campo sin dañar el recubrimiento.
- 6.34 Recubrimiento anticorrosivo.-** Es una barrera firmemente adherida a la superficie metálica a proteger que la aísla de los agentes agresivos del ambiente o del medio circundante.
- 6.35 Sistema de recubrimientos anticorrosivos.-** Es el recubrimiento o combinación compatible de recubrimientos (primario, enlace, acabado); para proveer una barrera protectora a un sustrato metálico de un ambiente corrosivo.
- 6.35.1 Ceras microcristalinas de petróleo.-** Recubrimiento a base de ceras microcristalinas y aditivos derivados del petróleo, cuya aplicación puede ser en frío (en forma de cintas) y en caliente (en forma líquida), los aspectos específicos de este sistema se encuentran en la norma NACE RP 0375-94.
- 6.35.2 Epóxicos -** Recubrimientos a base de resinas epóxicas que puede ser aplicado en polvo que se funden al hacer contacto con el tubo previamente calentado o en forma líquida.
- 6.35.3 Esmalte de brea de alquitrán de hulla.-** Recubrimiento a base de brea de alquitrán de hulla con propiedades termoplásticas, adherido al tubo por medio de una película de pintura primaria y reforzada con fibra de vidrio.
- 6.35.4 Cintas y mangas termo contraíbles.-** Ligamento cruzado por radiación recubiertas con mastique. Sellador de formulación especial.
- 6.35.5 Cintas de poliolefinas.-** Consiste en un primario activado por presión o térmicamente, una capa de adhesivo butílico o elastómero termoplástico y una capa de polietileno de alta densidad o poliolefina para protección mecánica.
- 6.35.6 Poliuretanos.-** Sistema de recubrimientos de resinas termofijas con características rígidas o flexibles.
- 6.35.7 Sistema tricapa.-** Recubrimiento a base de polietileno o polipropileno extruído, adherido al tubo por medio de una capa de epóxico en polvo y una capa de adhesivo copolímero.
- 6.36 Sistema genérico.-** Es el grupo de compuestos químicos que le dan características particulares a un recubrimiento.
- 6.37 Suelos ácidos.-** Suelos ricos en cloruros, sulfatos y nitratos, cuyo pH es menor de 7.
- 6.38 Suelos arcillosos.-** Suelos consolidados con baja aireación.
- 6.39 Suelos básicos.-** Suelos ricos en calcio y magnesio, cuyo pH es mayor de 7.
- 6.40 Suelos rocosos.-** Suelos arenosos y gravosos con alta aireación.
- 6.41 Sustrato.-** Superficie sobre la cual se va a aplicar un recubrimiento.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 16-DICIEMBRE-2001	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 11 DE 64</b>

**6.42 Tiempo de curado.-** Es el tiempo requerido para completar la reacción química después de la aplicación de los componentes del sistema.

## 7. SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

En el contenido de este documento, se mencionan diversas siglas y símbolos que se describen a continuación:

7.1	NACE	Asociación Nacional de Ingenieros en Corrosión (National Association of Corrosion Engineers)
7.2	SSPC	Consejo de pintura de estructura metálicas (Steel Structures Painting Council)
7.3	ISO	Organización Internacional de Normas (International Standards Organization)
7.4	CNN	Comisión Nacional de Normalización
7.5	CNPMOS	Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios
7.6	C	Grados centígrados
7.7	K	Kelvin
7.8	s	segundos
7.9	h	horas
7.10	NOM	Norma Oficial Mexicana
7.11	NRF	Norma de Referencia
7.12	PEMEX	Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios
7.13	ASTM	Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (American Society for Testing and Materials)
7.14	AWWA	Asociación Americana del Sistema de Agua (American Water Works Association)
7.15	AFNOR NF	Asociación Francesa de Normalización (Association française de normalisation)
7.16	DIN	Instituto Alemán de Normalización (Deutsches Institut für Normung)

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE          PETRÓLEOS MEXICANOS Y          ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 16-DICIEMBRE-2001	<b>PROTECCION CON          RECUBRIMIENTOS          ANTICORROSIVOS PARA          TUBERÍAS ENTERRADAS          Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 12 DE 64</b>

<b>7.17</b>	CSA	Organización Canadiense de Estándares (Canadian Standard Organization)
<b>7.18</b>	API	Instituto Americano del Petróleo (American Petroleum Institute)
<b>7.19</b>	DDV	Derecho de Vía
<b>7.20</b>	ARMA	Asociación de fabricantes de techos de asfalto (Asphalt Roofing Manufacturers Association).

## **8. SISTEMAS GENERICOS DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍA ENTERRADA, SUMERGIDA E INTERFASES.**

En esta sección se establecen los requisitos mínimos que deben cumplir los sistemas de recubrimientos anticorrosivos utilizados para la protección exterior de sistemas de tuberías de acero, destinadas a la recolección, transporte y distribución de fluidos, así como los requisitos de selección, aplicación, inspección; rehabilitaciones, manejo, almacenamiento y traslado de la tubería recubierta.

### 8.1 Ductos a proteger.

Se debe considerar la protección anticorrosiva a base de recubrimientos, de la tubería enterrada y/o sumergida, así como de sus zonas de interfase tierra-aire y agua-aire para la aplicación en planta ó campo.

### 8.2 Selección de los recubrimientos anticorrosivos.

Para seleccionar adecuadamente un recubrimiento anticorrosivo para tubería enterrada, sumergida e interfases es necesario considerar los siguientes factores:

#### 8.2.1 Antecedentes de funcionalidad.

El sistema genérico de recubrimiento seleccionado debe contar con evidencia documental de haber sido utilizado en ductos e interfases a las condiciones ambientales de diseño y operativas similares al ducto que se pretende proteger. Lo anterior con información nacional y/o internacional.

#### 8.2.2 Temperatura de operación.

El sistema de recubrimiento anticorrosivo debe conservar sus propiedades protectoras a la temperatura de servicio del ducto. En la sección 8.3, se indican los sistemas genéricos de recubrimientos y sus requerimientos mínimos de aceptación para su selección.

#### 8.2.3 Tipo de suelo y/o agua.

Para el caso de proyectos nuevos, el diseñador debe contar con información relacionada al tipo de suelo y/o agua, entre otros:

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  PETRÓLEOS MEXICANOS Y  ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 16-DICIEMBRE-2001	<b>PROTECCION CON  RECUBRIMIENTOS  ANTICORROSIVOS PARA  TUBERÍAS ENTERRADAS  Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 13 DE 64</b>

Tipo de suelo: arcilloso, rocoso, calcáreo, fangoso, ácido, básico, etc.  
Concentración de sales en el suelo o agua  
Porosidad del suelo  
Otros contaminantes en suelo y/o agua  
Resistividad del suelo

- 8.2.4 Condiciones críticas que influyen en el potencial de polarización de la tubería recubierta y sus efectos sobre los recubrimientos y la funcionalidad del sistema de protección catódica.

En todos los casos , el personal de Petróleos Mexicanos, debe realizar un reconocimiento en el sitio de las estructuras aledañas (ductos en DDV, líneas de energía de alta y baja tensión) y presencia de efluentes que se encuentren en el entorno cercano a las tuberías a proteger, con el propósito de minimizar los riesgos y daños al sistema de ductos.

*8.2.4.1. Ducto nuevo en DDV nuevo*

Los sistemas de recubrimiento que se apliquen en esta condición deben conservar sus propiedades protectoras a un potencial máximo de polarización (en ausencia de caída óhmica IR) de  $-1.1$  V.

*8.2.4.2. Ducto nuevo en DDV compartido con otros ductos*

El sistema de recubrimiento que se aplique en esta condición debe soportar un potencial máximo de polarización lo más cercano posible al de los ductos alojados en el mismo DDV. Lo anterior a fin de evitar daños en el recubrimiento que soporta un potencial menor y además, que el ajuste de los sistemas de protección catódica existentes se afecten lo menos posible.

*8.2.4.3. Ducto en DDV compartido con líneas de energía.*

En los casos en que exista interferencia de las líneas de energía (alta o baja tensión) con los ductos a proteger, se debe realizar un estudio para que en la zona de influencia se aplique un recubrimiento que proporcione protección bajo esas condiciones particulares.

- 8.2.5 Accesibilidad al sitio de la aplicación.

El diseñador debe considerar las condiciones de espacio en las que se encuentra o localizará la tubería, con la finalidad de seleccionar el recubrimiento, para asegurar que el sistema propuesto sea factible de aplicarse en caso de limitación de espacios y además considerar los efectos adversos a otras estructuras vecinas.

- 8.3 Requerimientos mínimos de aceptación para la selección de sistemas genéricos de recubrimientos anticorrosivos.

En esta sección se agrupan como referencia los requerimientos mínimos que deben cumplir los sistemas genéricos de recubrimientos indicados, para la selección y aplicación a tubería enterrada, sumergida e interfaces.



**COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  
PETRÓLEOS MEXICANOS Y  
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS**

**DOCUMENTO NORMATIVO**

**FECHA: 16-DICIEMBRE-2001**

**PROTECCION CON  
RECUBRIMIENTOS  
ANTICORROSIVOS PARA  
TUBERÍAS ENTERRADAS  
Y/O SUMERGIDAS**

**No. de Documento  
NRF-026 PEMEX-2001**

**Rev.: 0**

**PÁGINA 14 DE 64**

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 27-SEPT-2001	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>PROY-NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 15 DE 64</b>

### 8.3.1 REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE ACEPTACIÓN PARA RECUBRIMIENTOS A BASE DE BRÉA DE ALQUITRÁN DE HULLA.

**TABLA 1A. REQUERIMIENTOS PARA ESMALTES DE ALQUITRÁN DE HULLA APLICADOS EN CALIENTE**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Gravedad específica a 25 °C	1.4. a 1.6	ASTM D 2320 ó equivalente
Penetración a 25 °C	0 a 10	ASTM D5 ó equivalente
Punto de ablandamiento	82 a 130 °C	ASTM D36 ó equivalente
Cenizas, % en peso	25 a 35	ASTM D2415 ó equivalente
Resistencia dieléctrica	5 V/μm (130 V/mil) mínimo	ASTM D149 ó equivalente

**TABLA 1B. REQUERIMIENTOS PARA COMPONENTES DE ENVOLVENTES**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
<b>Envoltente soportada — Malla de fibra de vidrio aglutinada con resina termofija.</b>		
Espesor de la malla	355 a 508 μm (14 a 20 mils)	ASTM D 1777 ó equivalente
Peso de la malla	48 a 52 g/m <sup>2</sup>	ARMA 8-82 ó equivalente
Resistencia a la tensión		ASTM D 828 ó equivalente
Longitudinal:	3.57 kg/cm mínimo	
Transversal:	2.68 kg/cm mínimo	
Resistencia al desgarre		ASTM D 689 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 27-SEPT-2001	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>PROY-NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 16 DE 64</b>

Longitudinal:	114 g mínimo	
Transversal:	150 g mínimo	
Resina	22 a 24% en peso	GFMT 05 ó equivalente

**Envoltente soportada — Malla de fibra de vidrio aglutinada con resinas termofijas saturada con asfalto y un desmoldante mineral**

Espesor de la malla	508 µm (20 mils) mínimo	ASTM D 1777 ó equivalente
Peso	300 a 450 g/m <sup>2</sup>	ARMA 8-82 ó equivalente
Resistencia a la tensión	2.95 kg/cm mínimo	ASTM D 828 ó equivalente

**TABLA 1C. REQUERIMIENTOS PARA PRIMARIOS DE ALQUITRÁN DE HULLA APLICADOS EN FRÍO**

Propiedades	Requerimientos físicos	Método de prueba
<b>Primario de alquitrán de hulla de secado rápido</b>		
Viscosidad copa Ford No. 4 a 25 °C	10 a 20 s	ASTM D 1200 ó equivalente
Gravedad específica a 25 °C	1.15 a 1.19 g/cm <sup>3</sup>	ASTM D 1475 ó equivalente
Secado al tacto minutos	15 máximo	ASTM D 1640 ó equivalente
Sólidos % peso	43 a 48	ASTM D 1644 ó equivalente
<b>Primario de hule clorado y plastificantes</b>		
Viscosidad copa Ford No. 4 a 25 °C	10 a 45 s	ASTM D 1200 ó equivalente
Gravedad específica a 25 °C	0.95 a 1.15 g/cn <sup>3</sup>	ASTM D 1475 ó equivalente
Secado al tacto minutos	5 máximo	ASTM D 1640 ó equivalente
Secado total minutos	15 máximo	ASTM D 1640 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 27-SEPT-2001	PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS	<b>No. de Documento</b> <b>PROY-NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 17 DE 64</b>

Sólidos % peso	28 a 30.5	ASTM D 1644 ó equivalente
Fineza Hegman	6 mínimo	ASTM D 1210 ó equivalente

**Tabla 1D. REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE ACEPTACIÓN DE RECUBRIMIENTOS A BASE DE BRÉA DE ALQUITRÁN DE HULLA APLICADAS SOBRE TUBERÍA DE ACERO.**

Propiedad	Requerimiento físico	Método de prueba
Espesor de recubrimiento en tubería	3480 a 5080 $\mu\text{m}$ (137 a 200 mil))	ASTM G12 ó equivalente
Absorción de agua	0.2% ó 0.3 g/30 $\text{cm}^2$	ASTM D 95 ó equivalente
Adherencia	24.6 $\text{kg}/\text{cm}^2$ mínimo	ASTM D 4541, modificada ó equivalente
Resistencia al impacto	103.2 $\text{cm}^2$ directo promedio 38.7 $\text{cm}^2$ indirecto	ASTM G 14 ó equivalente
Desprendimiento catódico	$\varnothing$ 25.4 mm (1") a 25 °C máximo	ASTM G 8 ó equivalente
Intemperismo Acelerado	500 h a 38 °C	ASTM G 23 ó equivalente
Detección de defectos	13,700 Volts a 17,700 Volts	ASTM G 62 ó equivalente
Cámara salina	1000 mínimo	ASTM B 117 ó equivalente

### 8.3.2 REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE ACEPTACIÓN PARA RECUBRIMIENTOS EPÓXICOS EN POLVO ADHERIDOS POR FUSIÓN.

**TABLA 2A. REQUERIMIENTOS PARA POLVO EPÓXICO MATERIA PRIMA**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Gravedad específica a 25 °C		ASTM D 70 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 27-SEPT-2001	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b>
		<b>PROY-NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 18 DE 64</b>

Polvo:	1.40 a 1.50 ± 0.03	
Película curada	1.36	
Contenido de humedad	0.5% máximo	CSA Z245.20 ó equivalente
	3% máximo de polvo retenido en una malla de	
Tamaño de partícula	150 µm	CSA Z245.20 ó equivalente
	0.2% máximo de polvo retenido en una malla de	
	250 µm	
Resistencia a la tensión	660 kg/cm <sup>2</sup> (9400 lb/pulg <sup>2</sup> ) mínimo	ASTM D882 ó equivalente
Elongación a la ruptura	6.1%	ASTM D882 ó equivalente
Resistencia a la compresión	819 kg/cm <sup>2</sup> (11,600 lb/pulg <sup>2</sup> ) mínimo	ASTM D695 ó equivalente
Resistencia dieléctrica	47.2 V/µm (1200 V/mil) mínimo	ASTM D 149 ó equivalente

**TABLA 2B. REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE ACEPTACIÓN PARA EPÓXICOS ADHERIDOS POR FUSIÓN APLICADOS SOBRE ACERO.**

<b>Propiedad</b>	<b>Requerimientos físicos</b>	<b>Método de prueba</b>
Resistencia al Impacto	1.8 kg-m (160 lb-pulg) 1.5J SIN DEFECTOS	CSA 245.20 ó equivalente
Resistencia a la abrasión	20 a 35 mg pérdida /1000 ciclos	ASTM D 4060 ó equivalente
Porosidad en sección transversal	Calificación de 1-4	CSA 245.20 ó equivalente
Porosidad en la interfase	Calificación de 1-4	CSA 245.20 ó equivalente
Adhesión	437 kg/cm <sup>2</sup> (6215 lb/pulg <sup>2</sup> )	ASTM D1022 ó equivalente
Penetración	0% (-40°C a 93°C)	ASTM G17 ó equivalente
Cámara de niebla salina	Sin ampollamiento, sin cuarteaduras u óxido, sin	ASTM B117 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 27-SEPT-2001	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>PROY-NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 19 DE 64</b>

---

	decoloración, sin pérdida de adherencia (1000 h)	
Desprendimiento catódico		
24 ó 48 horas, 65 °C, 1.5 V, 3% NaCl	Ø 16 mm máximo	CSA 245.20 ó equivalente
28 días, 70 °C, 1.5 V-Cu/CuSO <sub>4</sub> , 3%NaCl	Ø 20 mm máximo	
Resistencia al agua		British Gas PS/CW6 ó equivalente
7 días a 50 °C	Desprendimiento de 1mm de radio máximo	
28 días a 50 °C	Desprendimiento de 2.2 mm de radio máximo	
Prueba de doblez		CSA Z245.20 sección 12.11 ó equivalente
A 23 °C Ø 8.3 mm, 350 µm ± 20%	6.9 grados / diámetro longitud mínimo	
A -18 °C Ø 13.3 mm 350 µm ± 20%	4.3 grados / diámetro longitud mínimo	
A -30 °C Ø 19.1 mm	3.0 grados/diámetro longitud mínimo	
Resistencia dieléctrica	46.5 V/µm (1180 V/mil) mínimo	ASTM D 149 ó equivalente
Resistividad eléctrica	> 10 <sup>8</sup> ohms-m <sup>2</sup>	ASTM D5682 ó equivalente
100 días, #5 NaCl, 80 °C		
Cámara de humedad	Sin ampollamiento cuarteaduras u óxido 1000 h	ASTM D2247 ó equivalente
	mínimo	
Intemperismo acelerado	Superficie talqueada, sin cuarteaduras o quiebres	ASTM G23 ó equivalente
Espesor	300µm (12 mils) mínimo 400µm (16 mils) promedio	ASTM G-12 ó equivalente

---

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 27-SEPT-2001	PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS	<b>No. de Documento</b> <b>PROY-NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 20 DE 64</b>

### 8.3.3 REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE ACEPTACIÓN PARA SISTEMAS DE RECUBRIMIENTOS EPÓXICOS LÍQUIDOS DE ALTOS SÓLIDOS.

**TABLA 3A. REQUERIMIENTOS DE RESINA BASE**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Libre de contenido de Isocianatos	Sin Isocianatos	
Gravedad específica a 25 °C	1.57 ± 0.10	ASTM D 1475 ó equivalente
Viscosidad Brookfield a 25 °C	465,000 ± 100,000 centipoise	ASTM D 1084 ó equivalente

**TABLA 3B. REQUERIMIENTOS PARA ENDURECEDOR**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Libre de contenido de Isocianatos	Sin Isocianatos	
Gravedad específica a 25 °C	1.05 ± 0.10	ASTM D 1475 ó equivalente
Viscosidad Brookfield a 25 °C	2,500 ± 500 centipoise	ASTM D 1084 ó equivalente

**TABLA 3C. REQUERIMIENTOS PARA EPÓXICO CURADO**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Resistencia dieléctrica a 23 °C	15.75 V/μm (400 V/mil) mínimo	ASTM D 149 ó equivalente
Resistividad volumétrica a 23 °C	10 <sup>14</sup> Ω-cm mínimo	ASTM D 257 ó equivalente
Absorción de agua a 23 °C	0.15% máximo	ASTM D 570 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 27-SEPT-2001	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>PROY-NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 21 DE 64</b>

**TABLA 3D. REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE ACEPTACIÓN PARA RECUBRIMIENTOS EPÓXICOS LÍQUIDOS DE ALTOS SÓLIDOS APLICADOS SOBRE ACERO.**

<b>Propiedad</b>	<b>Requerimientos físicos</b>	<b>Método de prueba</b>
Dureza Shore D a 23 ° C	85 mínimo	ASTM D 2240
Desprendimiento catódico 30 días a 95 °c	30 mm Ø máximo (1.18 pulg. Ø máximo)	ASTM G 42 ó equivalente
Flexibilidad	Sin agrietamiento del polietileno	ASTM D 638 ó equivalente
Resistencia al impacto a 23 °C	2.5 J (22 pulg. lb)	ASTM G 14 ó equivalente
Flexibilidad a 23 °C	2.5°/pd	CSA Z245.20, sección 12.11 ó equivalente
Elongación	9 %	ASTM D 638 ó equivalente
Resistencia a la Tensión	436.3 kg/cm <sup>2</sup> (6,200 psi) mínimo	ASTM D 638 ó equivalente
Absorción de agua ( 24 hrs )	0.12 % máximo	ASTM D 570 ó equivalente
Adherencia después de inmersión en agua 2 caliente 24 horas a 95 °C		CSA Z245.20, sección 12.14 ó equivalente
Resistencia al desprendimiento a 23 °C	140.7 kg/cm <sup>2</sup> (2,000 psi) mínimo	ASTM D 4541 ó equivalente
Espesor total	700 a 1400 µm (27 a 55 mils)	ASTM G-12 ó equivalente
Detección de discontinuidades	2,000 a 6,000 Volts (relativo al espesor)	NACE RP-0188 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 27-SEPT-2001	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>PROY-NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 22 DE 64</b>

### 8.3.4 REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE ACEPTACIÓN PARA SISTEMAS DE RECUBRIMIENTOS DE POLIETILENO EXTRUÍDO TRICAPA.

**TABLA 4A. REQUERIMIENTOS PARA PRIMARIOS EPÓXICOS EN POLVO**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Gravedad específica a 25 °C		
Polvo:	1.40 a 1.50 ± 0.03	ASTM D 70 ó equivalente
Película curada	1.36	
Contenido de humedad	0.5% máximo	CSA Z245.20 ó equivalente
Tamaño de partícula	3% máximo de polvo retenido en una malla de 150 µm	
	0.2% máximo de polvo retenido en una malla de 250 µm	CSA Z245.20 ó equivalente
Resistencia a la tensión	660 kg/cm <sup>2</sup> (9400 lb/pulg <sup>2</sup> ) mínimo	ASTM D882 ó equivalente
Elongación	6.1%	ASTM D882 ó equivalente
Resistencia a la compresión	819 kg/cm <sup>2</sup> (11,600 lb/pulg <sup>2</sup> ) mínimo	ASTM D695 ó equivalente
Resistencia dieléctrica	47.2 V/µm (1200 V/mil) mínimo	ASTM D 149 ó equivalente
Espesor	150 a 254µm (6 a 10 mils)	ASTM G-12 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>PROY-NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 23 DE 64</b>
<b>DOCUMENTO NORMATIVO</b>		
<b>FECHA: 27-SEPT-2001</b>		

**TABLA 4B. REQUERIMIENTOS PARA PRIMARIOS EPÓXICOS LÍQUIDOS**

<b>Propiedad</b>	<b>Requerimientos físicos</b>	<b>Método de prueba</b>
Densidad de la resina base (g/cm <sup>3</sup> )	± 0.05 del valor nominal especificado por el fabricante	ASTM D 1475 ó equivalente
Densidad del agente curante (g/cm <sup>3</sup> )	± 0.05 del valor nominal especificado por el fabricante	ASTM D 1475 ó equivalente
Viscosidad de la resina base (MPa-s)	± 15% del valor nominal especificado por el fabricante	ASTM D 2196 ó equivalente
Viscosidad del agente curante (MPa-s)	± 15% del valor nominal especificado por el fabricante	ASTM D 2196 ó equivalente
Peso equivalente de epóxicos	± 10% del valor nominal especificado por el fabricante	ASTM D 1652 ó equivalente
Valor total de amina (mg KOH/g)	± 15% del valor nominal especificado por el fabricante	ASTM D 2083 ó equivalente
Tiempo de gelado (Componentes mezclados)	± 20% del valor nominal especificado por el fabricante (s)	CSA Z245.20, sección 12.2 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 27-SEPT-2001	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>PROY-NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 24 DE 64</b>

**TABLA 4C. REQUERIMIENTOS PARA ADHESIVOS DE POLIETILENO**

<b>Propiedad</b>	<b>Requerimientos físicos</b>	<b>Método de prueba</b>
<b>Sistemas A1 y A2</b>		
Viscosidad (MPa-s)	± 30% del valor nominal especificado por el fabricante	CSA Z245.21, sección 12.1 ó equivalente
Prueba de flujo a la temperatura máxima de diseño (mm)	≤ 20% del valor nominal especificado por el fabricante	CSA Z245.21, sección 12.2 ó equivalente
Punto de ablandamiento en anillo y bola	20 °C mínimo arriba de la temperatura máxima de diseño	ASTM E 28 ó equivalente
Absorción de agua (% peso)	0.1 máximo	ASTM D570 ó equivalente
<b>Sistema B</b>		
Velocidad de flujo (g/10 min)	± 20% del valor nominal especificado por el fabricante	ASTM D 1238 ó equivalente
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	± 1% del valor nominal especificado por el fabricante	ASTM D 792 ó D 1505 ó equivalentes
Punto de ablandamiento Vicat (°C)	10 °C mínimo arriba de la temperatura máxima de diseño	ASTM D 1525 ó equivalente
Temperatura de fragilización	≤ -50 °C	ASTM D 746 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 27-SEPT-2001	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>PROY-NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 25 DE 64</b>

**TABLA 4D. REQUERIMIENTOS PARA RESINAS BASE DE POLIETILENO**

Propiedad	Requerimientos físicos			Método de prueba
	Densidad baja (LD)	Densidad media (MD)	Densidad alta (HD)	
	Densidad lineal baja (LLD)			
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	< 0.925	0.925 a 0.940	> 0.940	ASTM D 792 ó D 1505 ó equivalentes
Elongación hasta ruptura (%)	600 mínimo	600 mínimo	600 mínimo	ASTM D 638 ó equivalente
Velocidad de flujo (g/10 min)	LD: 0.15 a 0.6 LLD: 0.5 a 2.0	0.1 a 1.0	0.15 a 0.80	ASTM D 1238 (190 °C/2.16 kg) ó equivalente
Dureza Shore D	45 mínimo	50 mínimo	60 mínimo	ASTM D 2240 ó equivalente
Resistencia a la tensión en el punto de cedencia(Mpa)	9.7 mínimo	12.4 mínimo	18.5 mínimo	ASTM D 638 ó equivalente
Tiempo de inducción oxidativa en oxígeno a 220 °C (minutos)	10 mínimo	10 mínimo	10 mínimo	ASTM D 3895 ó equivalente
Temperatura de fragilización (°C)	≤ -70	≤ -70	≤ -70	ASTM D 746 ó equivalente
Resistencia al agrietamiento ambiental por esfuerzos (horas)	300 mínimo (Condición "C")	300 mínimo (Condición "C")	300 mínimo (Condición "C")	ASTM D 1693 ó equivalente
Punto de ablandamiento Vicat (°C)	90 mínimo	110 mínimo	120 mínimo	ASTM D1525 ó equivalente

**TABLA 4E. REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE ACEPTACIÓN PARA RECUBRIMIENTOS DE POLIETILENO EXTRUÍDO TRICAPA APLICADOS SOBRE ACERO.**

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 27-SEPT-2001	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>PROY-NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 26 DE 64</b>

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Desprendimiento catódico		
28 días a 20 °C	30 mm Ø máximo	CSA Z245.21, sección 12.3 ó equivalente
28 días a la temperatura máxima de diseño	Según especificación del fabricante	
Resistencia al impacto	3.0 J/mm del espesor actual total del sistema	CSA Z245.20, sección 12.12 ó equivalente
Flexibilidad	Sin agrietamiento del polietileno	CSA Z245.20, sección 12.11 ó equivalente
Resistencia al desprendimiento		
Sistema A1	3 N mínimo	ó 12.5 ó equivalentes
Sistema A2	19.6 N mínimo	
Sistema B	150.0 N mínimo	
Resistencia a la tensión en el punto de cedencia		
LD ó LLD	8.5 MPa mínimo	ASTM D 638 ó equivalente
MD	11.0 MPa mínimo	
HD	17.0 MPa mínimo	
Elongación hasta ruptura (%)	300% mínimo	ASTM D 638 ó equivalente
Envejecimiento por calor	≥ 65% de la resistencia a la tensión en el punto de cedencia; mínimo de elongación 150%	CSA Z245.21, sección 12.6 ó equivalente
Detección de discontinuidades	15,000 Volts máximo	CSA Z245.21, sección 7.4.2 ó equivalente

**TABLA 4F. REQUERIMIENTOS DE ACEPTACIÓN PARA ESPESORES RECUBRIMIENTOS DE POLIETILENO EXTRUÍDO TRICAPA APLICADOS SOBRE TUBERÍA DE ACERO.**



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS  
MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

DOCUMENTO NORMATIVO

FECHA: 27-SEPT-2001

PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS  
ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS  
ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS

No. de Documento  
PROY-NRF-026 PEMEX-2001

Rev.: 0

PÁGINA 27 DE 64

Diámetro externo (mm)	Espesor mínimo de recubrimiento (mm)				
	Esesor del primario	Esesor del adhesivo	Esesor del polietileno		
Sistemas A1 y A2					
< 75	_____	0.15	0.55		
75 a 115	_____	0.15	0.60		
> 115 a 170	_____	0.15	0.70		
> 170 a 275	_____	0.15	0.85		
> 275	_____	0.20	1.05		
<b>Sistema B</b>			LD ó LLD	MD	HD
< 100	0.05	0.05	1.80	1.00	0.85
100 a 250	0.05	0.05	2.00	1.15	1.00
> 250 a 500	0.05	0.05	2.20	1.15	1.00
> 500 a 800	0.05	0.05	2.50	1.15	1.00
> 800	0.05	0.05	3.00	1.15	1.00

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 27-SEPT-2001	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>PROY-NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 28 DE 64</b>

### 8.3.5 REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE ACEPTACIÓN PARA SISTEMAS DE RECUBRIMIENTOS DE POLIPROPILENO EXTRUÍDO TRICAPA.

**TABLA 5A. REQUERIMIENTOS PARA PRIMARIO EPÓXICO EN POLVO**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Gravedad específica a 25 °C		
Polvo:	1.40 a 1.50 ± 0.03	ASTM D 70 ó equivalente
Película curada	1.36	
Contenido de humedad	0.5% máximo	CSA Z245.20 ó equivalente
Tamaño de partícula	3% máximo de polvo retenido en una malla de 150 µm	CSA Z245.20 ó equivalente
	0.2% máximo de polvo retenido en una malla de 250 µm	
Resistencia a la tensión	660 kg/cm <sup>2</sup> (9400 lb/pulg <sup>2</sup> ) mínimo	ASTM D882 ó equivalente
Elongación	6.1%	ASTM D882 ó equivalente
Resistencia a la compresión	819 kg/cm <sup>2</sup> (11,600 lb/pulg <sup>2</sup> ) mínimo	ASTM D695 ó equivalente
Resistencia dieléctrica	47.2 V/µm (1200 V/mil) mínimo	ASTM D 149 ó equivalente
Espesor	150 a 254µm (6 a 10 mils)	ASTM G-12 ó equivalente

**TABLA 5B. REQUERIMIENTOS PARA ADHESIVOS DE POLIPROPILENO**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Gravedad específica a 23 °C	0.9 g/cm <sup>3</sup>	ASTM D 792 ó equivalente
Punto de fusión	140 °C	ASTM G14 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 27-SEPT-2001	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>PROY-NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 29 DE 64</b>

Dureza Rockwell R	80	ASTM D 785 ó equivalente
Elongación hasta la ruptura	> 400%	ASTM D638 ó equivalente
Resistencia a la tensión	22 MPa	ASTM D638 ó equivalente
Velocidad de flujo (g/10 min)	10	ASTM D 1238 L ó equivalente (230 °C/2.16 kg)
Módulo de flexión	700 MPa	ASTM D 790 ó equivalentes
Punto de ablandamiento Vicat	125 ° C	ASTM D 1525 ó equivalentes
Temperatura de fragilización	-50 ° C ó menor	ASTM D 746 ó equivalente
Intemperismo acelerado	Superficie talqueada, sin cuarteaduras o quiebres	ASTM G23 ó equivalente
Espesor	152 a 355µm (6 a 14 mils)	ASTM G-12 ó equivalente

**TABLA 5C. REQUERIMIENTOS PARA ACABADO DE POLIPROPILENO**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Elongación hasta la ruptura	>400 %	ASTM D 638 ó equivalente
Velocidad de flujo (g/10 min)	0.8	ASTM D 1238L (230 °C, 2.16 kg) ó equivalente
Dureza Rockwell R	79 mínimo	ASTM D 785 ó equivalente
Resistencia a la tensión en el punto de cedencia	23 MPa mínimo	ASTM D 638 mdificado ó equivalente
Punto de fusión	160 °C mínimo	ASTM D 3418 ó equivalente
Módulo de flexión	1000 MPa mínimo	ASTM D 790 ó equivalente
Resistencia al impacto		
A 23 °C	500 J/m	ASTM D 256 ó equivalente
A -20 °C	50 J/m	
Punto de ablandamiento Vicat	145 °C mínimo	ASTM D 1525 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 27-SEPT-2001	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b>
		<b>PROY-NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 30 DE 64</b>

Resistencia a hongos	Sin crecimiento	ASTM G 21 ó equivalente
Resistencia a bacterias	Sin crecimiento	ASTM G 22 ó equivalente
Espesor	Complemento para 1.8 mm del sistema	ASTM G-12 ó equivalente

**TABLA 5D. REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE ACEPTACIÓN PARA RECUBRIMIENTOS DE POLIPROPILENO EXTRUÍDO TRICAPA APLICADOS SOBRE ACERO.**

<b>Propiedad</b>	<b>Requerimientos físicos</b>	<b>Método de prueba</b>
Desprendimiento catódico		
28 días a 23 °C	< 4 mm Ø	
2 días a 65 °C	< 4 mm Ø	NFA 49-711 ó equivalente
28 días a 95 °C	< 12 mm Ø	
30 días a 108 °C	< 14 mm Ø	
Resistencia al desprendimiento		
A 23 °C	Sin desprendimiento	DIN 30678 ó equivalente
A 120 °C	> 8 N/mm	
Resistencia al agua (95 °C, 1000 horas)	Sin ampollamiento, sin grietas, sin corrosión bajo película	ASTM D 870 modificado ó equivalente
Resistencia al impacto	> 3.0 J/mm	DIN 30678 ó equivalente
Flexibilidad	Sin agrietamiento del polietileno	NFA 49-711 ó equivalente
Resistencia a la indentación		
A 20 °C	< 0.1 mm	NFA 49-711 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 27-SEPT-2001	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>PROY-NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 31 DE 64</b>

A 110 °C	< 0.4 mm	
Resistividad eléctrica	10 <sup>8</sup> ohms-m <sup>2</sup>	NFA 49-711 ó equivalente
Espesor	1.8 mm promedio	ASTM G-12 ó equivalente
Detección de discontinuidades	25,000 Volts máximo	DIN 30678 ó equivalente

**TABLA 5E. REQUERIMIENTOS DE ACEPTACIÓN PARA ESPESORES RECUBRIMIENTOS DE POLIPROPILENO EXTRUÍDO TRICAPA APLICADOS SOBRE TUBERÍA DE ACERO.**

<b>Díámetro externo (mm)</b>	<b>Espesor mínimo de recubrimiento (mm)</b>
≤ 114.3	1.2
> 114.3 ≤ 273	1.5
> 273 ≤ 508	1.8
> 508 ≤ 762	2.0
> 762	2.5

**8.3.6 REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE ACEPTACIÓN PARA SISTEMAS DE RECUBRIMIENTOS DE CINTAS DE POLIOLEFINAS.**

**TABLA 6A. REQUERIMIENTOS PARA PRIMARIOS**

<b>Propiedad</b>	<b>Requerimientos físicos</b>	<b>Método de prueba</b>
% sólidos en volumen	> 20%	ASTM D 5201 ó equivalente
Espesor de capa húmeda	50.8 a 101.6 μm (2 a 4 mils) promedio	ASTM D 1000 ó equivalente
Contenido de orgánicos volátiles (COV)	0 a 600 g/l	ASTM D 3960 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 27-SEPT-2001	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>PROY-NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 32 DE 64</b>

Punto de flasheo	-12 °C Mínimo	ASTM D 1310 ó equivalente
------------------	---------------	---------------------------

**TABLA 6B. REQUERIMIENTOS PARA CINTAS SENSIBLES A LA PRESIÓN (CAPA INTERNA)**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Espesor	500 a 635 µm (20 a 25 mils)	ASTM D 1000 ó equivalente
Resistencia a la tensión	52 a 88 N/10-mm-ancho (30 a 50 lb/pulg.-ancho)	ASTM D 1000 ó equivalente
Elongación hasta ruptura	100 a 400%	ASTM D 1000 ó equivalente
Adherencia en acero primado	21.9 N/10-mm-ancho (200 oz/pulg.-ancho) promedio	ASTM D 1000 ó AWWA C-214 ó equivalente
Resistencia dieléctrica	18,000 a 22,000 V/mm (450 a 550 V/mil)	ASTM D 1000 ó equivalente
Resistencia aislante	450,000 a 550,000 Megohms	ASTM D 1000 ó D 257 ó equivalentes
Velocidad de transmisión de vapor de agua	0.025 a 0.035 g/24 h/100 cm <sup>2</sup> (0.15 a 0.25 g/24 h/100 pulg <sup>2</sup> )	ASTM E 96 ó equivalente
Resistencia al deslizamiento por esfuerzo de suelos 24 horas a Temp. máxima de operación	8.64 mm (0.340 pulg) máximo	Alyeska Shear Test No. 206 ó equivalente
Desprendimiento catódico 30 días	25.4 mm Ø máximo (1 pulg. Ø máximo)	ASTM G 8 ó equivalente

**TABLA 6C. REQUERIMIENTOS PARA CINTAS LAMINADAS (CAPA INTERMEDIA)**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Espesor	500 a 635 µm (20 a 25 mils)	ASTM D 1000 ó equivalente
Resistencia a la tensión	18 a 88 N/10-mm-ancho (10 a 50 lb/pulg.-ancho)	ASTM D 1000 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 27-SEPT-2001	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>PROY-NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 33 DE 64</b>

Elongación hasta ruptura	60 a 400%	ASTM D 1000 ó equivalente
Adherencia al respaldo	2 N/10-mm-ancho (20 oz/pulg. -ancho	AWWA C-214 ó equivalente
Resistencia dieléctrica	18,000 a 22,000 V/mm (450 a 550 V/mil)	ASTM D 1000 ó equivalente
Resistencia aislante	400,000 a 600,000 Megohms	ASTM D 257 ó equivalentes

**TABLA 6D. REQUERIMIENTOS PARA PROTECCIÓN MECÁNICA**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Espesor	500 a 750µm (20 a 30 mils)	ASTM D 1000 ó equivalente
Resistencia a la tensión	35 a 114 N/10-mm-ancho (20 a 65 lb/pulg. -ancho	ASTM D 1000 ó equivalente
Elongación hasta ruptura	100 a 500%	ASTM D 1000 ó equivalente
Resistencia dieléctrica	18,000 V/mm (450 V/mil) mínimo	ASTM D 1000 ó equivalente
Adherencia al respaldo y capa interna	2 N/10-mm-ancho (20 oz/pulg. -ancho mínimo	AWWA C-214 ó equivalentes

**TABLA 6E. REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE ACEPTACIÓN PARA RECUBRIMIENTOS MULTICAPA DE CINTAS DE POLIOLEFINAS APLICADOS SOBRE ACERO.**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Espesor total	1,000 a 3000 µm (40 a 125 mils)	ASTM D 1000 ó equivalente
Elongación hasta ruptura	100 a 600%	ASTM D 1000 ó equivalente
Resistencia dieléctrica	18,000 V/mm mínimo (450 V/mil) mínimo	ASTM D 1000 ó equivalente
Adherencia al acero primado	21.9 N/10 mm ancho (20 oz/pul ancho) mínimo	ASTM D 1000 ó equivalente
Resistencia al deslizamiento por esfuerzo de	8.64 mm (0.340 pulg) máximo	Alyeska Shear Test TPO-206 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 27-SEPT-2001	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b>
		<b>PROY-NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 34 DE 64</b>

suelos 24 horas a Temp.. máxima operación		
Desprendimiento catódico 30 días	25.4 mm Ø máximo (1 pulg. Ø máximo)	ASTM G 8 ó equivalente
Resistencia al impacto		
Caída de peso	3.4 J (30 pulg. lb) mínimo	ASTM G 14 ó equivalente
Caída de roca	Sin defectos después de 30 caídas 454 kg (1000 lbs)	ASTM G 13 ó equivalente
Velocidad de transmisión de vapor de agua	0.025 g/24 h/100 cm <sup>2</sup> (0.15 g/24 h/100 pulg <sup>2</sup> máximo del sistema completo)	ASTM E 96 ó equivalente
Resistividad volumétrica	6.0 x 10 <sup>15</sup> Ω-cm promedio	ASTM D 257 ó equivalente
Detección de discontinuidades	7,000 a 10,600 Volts	NACE RP-0174 ó equivalente

### 8.3.7 REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE ACEPTACIÓN PARA SISTEMAS DE RECUBRIMIENTOS DE CINTAS Y MANGAS TERMOCONTRAIBLES.

**TABLA 7A. REQUERIMIENTOS PARA RESPALDOS**

<b>Propiedad</b>	<b>Requerimientos físicos</b>	<b>Método de prueba</b>
Resistencia a la tensión a 23 °C	154.8 kg/cm <sup>2</sup> (2200 psi) mínimo	ASTM D 638 ó equivalente
Elongación hasta ruptura	400% mínimo	ASTM D 638 ó equivalente
Envejecimiento por calor seguido por elongación hasta ruptura (21 días a 150 °C)	200% mínimo	ASTM D 638 ó equivalente
Tenacidad a 23 °C	2,815 kg/cm <sup>2</sup> (40,000 psi) mínimo	ASTM D 882 ó equivalente
Dureza Shore D	50	ASTM D 2240 ó equivalente
Fuerza de contracción	2.46 kg/cm <sup>2</sup> (35 psi) mínimo	ASTM D 638 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 27-SEPT-2001	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>PROY-NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 35 DE 64</b>

Resistividad	10 <sup>15</sup> Ω-cm	ASTM D 257 ó equivalente
Choque térmico por 4 hrs a 225 ° C	Sin fisuras a la vista, sin fluir o escurrir	ASTM D 2671 ó equivalente

**TABLA 7B. REQUERIMIENTOS PARA ADHESIVOS**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Punto de ablandamiento anillo y bola	100 a 155 ± 15 °C (dependiendo de la temperatura máxima de operación)	ASTM E 28 ó equivalente
Cizalladura por traslape A 23 °C	17.6 a 56.3 kg/cm <sup>2</sup> (250 a 800 psi) mínimo dependiendo de la temperatura máxima de operación	ASTM D 1002 ó equivalente
A la temperatura de operación de 60 °C a 120 °C	1.76 a 3.5 kg/cm <sup>2</sup> (25 a 50 psi) mínimo dependiendo de la temperatura máxima de operación	

**TABLA 7C. REQUERIMIENTOS PARA PROTECCIÓN MECÁNICA**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Espesor	1,270 a 2,540µm (50 a 100 mils)	ASTM D 2671 ó equivalente
Resistencia al impacto	7.9 J (70 pulg. lb) mínimo	ASTM G 14 ó equivalente
Resistencia a la penetración (24 horas a la temperatura máxima de operación de 60 a 120	Sin defectos	ASTM G 17 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 27-SEPT-2001	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>PROY-NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 36 DE 64</b>

°C)

Resistencia al desprendimiento		ASTM D 1000 ó equivalente
A 23 °C	17.3 kg-cm (15 lb-pulg) mínimo	
A la temperatura de operación de 60 a 120 °C	3.46 kg-cm (3 lb-pulg) mínimo	
Resistencia al deslizamiento por esfuerzo de suelos 24 horas a la temperatura máxima de operación de 60 a 120 °C	2.54 mm (0.10 pulg) máximo	Alyeska TP-206 ó equivalente
Transmisión de vapor de humedad 90% RH a 38 °C	0.08 g/24 h /645 cm <sup>2</sup> máximo	ASTM E 398 ó equivalente
Inmersión en agua caliente 120 días a 90 °C	Sin delaminación, sin ampollas o agua bajo la cinta	ASTM D 870 ó equivalente
Desprendimiento catódico 30 días a la temperatura de operación de 60 a 120 °C	25.4 mm Ø máximo	ASTM G 42 ó equivalente
Resistencia a formación de hongos, 28 días a 30° C	Rango 1 o menor	ASTM G - 21 ó equivalente
Resistencia a ataque de bacterias, 21 días a 35°C	Sin crecimiento	ASTM G - 22 ó equivalente
Voltaje dieléctrico de ruptura	30,000 Volts mínimo	ASTM D 149 ó equivalente
Flexibilidad a baja temperatura	-10.0 °C	ASTM D 2671 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 27-SEPT-2001	PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS	<b>No. de Documento</b> <b>PROY-NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 37 DE 64</b>

### 8.3.8 REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE ACEPTACIÓN PARA RECUBRIMIENTOS A BASE DE CERAS MICROCRISTALINAS DE PETRÓLEO.

**TABLA 8A. REQUERIMIENTOS PARA CERAS APLICADAS EN CALIENTE**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Gravedad específica a 25 °C	0.85 a 0.92	ASTM D 70 ó equivalente
Penetración de aguja a 25 °C	26 a 50	ASTM D1321 ó equivalente
Punto de fusión	71 a 79 °C	ASTM D127 ó equivalente
Punto de flasheo	260 °C mínimo	ASTM D92 ó equivalente
Resistencia dieléctrica	4 V/μm (100 V/mil) mínimo	ASTM D149 ó equivalente

**TABLA 8B. VALORES DE PROPIEDADES DE COMPONENTES DE ENVOLVENTES**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
<b>Envolvente soportada — Película de cera-plástico laminada sobre una colcha de plástico tejido o tejido de algodón</b>		
Espesor de la película plástica	13 a 25 μm (0.5 a 1 mils)	ASTM D 1000 ó equivalente
Punto de fusión de la cera	71 a 99 °C	ASTM D 127 ó equivalente
Espesor total	250 a 360 μm (10 a 14 mils)	ASTM D 1000 ó equivalente
Resistencia dieléctrica	14 V/μm (350 V/mil) mínimo	ASTM D 149 ó equivalente

**Envolvente soportada — Polietileno extruido sobre malla de vidrio**

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 27-SEPT-2001	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>PROY-NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 38 DE 64</b>

Esesor de película de polietileno	50 a 150 $\mu\text{m}$ (2 a 6 mils)	ASTM D 1000 ó equivalente
Esesor total	150 a 250 $\mu\text{m}$ (6 a 10 mils)	ASTM D 1000 ó equivalente
Resistencia dieléctrica	28 V/ $\mu\text{m}$ (700 V/mil) mínimo	ASTM D 149 ó equivalente

**Envolvente sin soporte — Cloruro de polivinilideno**

Esesor (3 capas)	38 $\mu\text{m}$ (1.5 mils)	ASTM D 1000 ó equivalente
Resistencia dieléctrica	79 V/ $\mu\text{m}$ (2,000 V/mil) mínimo	ASTM D 149 ó equivalente

**TABLA 8C. REQUERIMIENTOS PARA CERAS APLICADAS EN FRÍO**

Propiedades	Requerimientos físicos	Método de prueba
Punto de congelación	66 °C mínimo	ASTM D 938 ó equivalente
Gravedad específica a 25 °C	0.88 a 0.94	ASTM D 70 ó equivalente
Penetración de cono a 25 °C	160 a 290	ASTM D 937 ó equivalente
Punto de flasheo	93 °C mínimo	ASTM D 92 ó equivalente
Resistencia dieléctrica	4 V/ $\mu\text{m}$ (100 V/mil)	ASTM D 149 ó equivalente

**TABLA 8D. REQUERIMIENTOS PARA CINTA Y PRIMARIO DE CERA**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
	<b>Primario</b>	
Punto de congelación	57 a 68 °C	ASTM D 938 ó equivalente
Punto de flasheo	66 °C Mínimo	ASTM D 92 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 27-SEPT-2001	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b>
		<b>PROY-NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 39 DE 64</b>

Gravedad específica a 25 °C	0.88 a 1.25	ASTM D 70 ó equivalente
Penetración de cono a 25 °C	74 a 224	ASTM D 937 ó equivalente
Resistencia dieléctrica	4 V/μm (100 V/mil) mínimo	ASTM D 149 ó equivalente

**Cinta**

Punto de congelación del saturante	63 a 71 °C	ASTM D 938 ó equivalente
Punto de flasheo del saturante	60 °C mínimo	ASTM D 92 ó equivalente
Espesor	1,000 μm (40 mils) mínimo	ASTM D 1000 ó equivalente
Resistencia dieléctrica	6.7 V/μm (170 V/mil) mínimo	ASTM D 149 ó equivalente

**TABLA 8E. PARÁMETROS MÍNIMOS DE ACEPTACIÓN DE RECUBRIMIENTOS A BASE DE CERAS MICROCRISTALINAS DE PETRÓLEO APLICADAS SOBRE TUBERÍA DE ACERO.**

<b>Propiedad</b>	<b>Requerimiento físico</b>	<b>Método de prueba</b>
Espesor de recubrimiento en tubería		ASTM G12 ó equivalente
Aplicación en caliente:	250 a 350 μm (10 a 14 mils)	
Aplicación en frío:	1270 a 1770 μm (50 a 70 mils)	
Resistencia al agua	Sin cambio a 25 °C (Color, ampollas, agrietamiento)	ASTM D 870 ó equivalente
Absorción de agua	0.2% en 24 h	ASTM D 570 ó equivalente
Adherencia	4A = muy buena (mínimo)	ASTM D 3359, modificada ó equivalente
Resistencia al impacto	0.16 kg-m (mínimo)	ASTM G 14 ó equivalente
Desprendimiento catódico	Ø 25.4 mm (1") a 25 °C máximo	ASTM G 8 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>PROY-NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 40 DE 64</b>
		<b>DOCUMENTO NORMATIVO</b> <b>FECHA: 27-SEPT-2001</b>

Intemperismo Acelerado	2000 h a 25 °C	ASTM G 53 ó equivalente
Detección de defectos		NACE RP0274-98 ó equivalente
Aplicación en caliente:	6,000 Volts	
Aplicación en frío:	10,000 Volts	
Cámara salina	1000 horas (mínimo)	ASTM B 117 ó equivalente

### 8.3.9 REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE ACEPTACIÓN PARA SISTEMAS DE RECUBRIMIENTOS A BASE DE POLIURETANOS.

**TABLA 9A. REQUERIMIENTOS DE COMPONENTES**

Propiedad	Requerimientos físicos		Método de prueba
Gravedad específica a 25 °C	"A"	"B"	ASTM D 1475 ó equivalente
	1.073	1.104	
Viscosidad	6,500 a 9000 cps	≥ 100,000 cps	ASTM D 2196 ó equivalente
Finura	≥ 6 Hegman		ASTM D 1210 ó equivalente
Secado al tacto	40 ± 10 minutos		ASTM D 1640 ó equivalente
Secado duro	7 días		ASTM D 1640 ó equivalente
Resistencia a la compresión	819 kg/cm <sup>2</sup> (11,600 lb/pulg <sup>2</sup> ) mínimo		ASTM D695 ó equivalente
Resistencia dieléctrica	47.2 V/μm (1200 V/mil) mínimo		ASTM D 149 ó equivalente

**TABLA 9B. REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE ACEPTACIÓN PARA POLIURETANOS APLICADOS SOBRE ACERO.**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
-----------	------------------------	------------------

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> DOCUMENTO NORMATIVO FECHA: 27-SEPT-2001	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>PROY-NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 41 DE 64</b>

% Sólidos en volumen	80% ± 2%	ASTM D 1644 ó equivalente
Proporción de mezcla	1:1	ASTM D 4060 ó equivalente
Adhesión	≤ 100 %	ASTM D 2197 ó equivalente
Elongación	300%	ASTM D 1642 ó equivalente
Desprendimiento catódico		
30 días, 70 °C, 1.5 V-Cu/CuSO <sub>4</sub> , 3%NaCl	Ø < 25.4 mm	ASTM G 8 ó equivalente
Resistencia al agua	120 h	ASTM D 1735 ó equivalente
Cámara de niebla	750 horas mínimo	ASTM B 117 ó equivalente
Prueba de doblez	Pasa 3°/pd	ASTM D 522 ó equivalente
Resistencia dieléctrica	40 V/μm (1,000 V/mil) mínimo	ASTM D 149 ó equivalente
Resistividad a 889 μm (35 mils)	10 <sup>16</sup> Ω-cm	ASTM D 257 ó equivalente
Cámara de humedad	Sin ampollamiento cuarteaduras u óxido 1000 h mínimo	ASTM D2247 ó equivalente
Intemperismo acelerado	Superficie talqueada, sin cuarteaduras o quiebres	ASTM G23 ó equivalente
Espesor de película seca	330μm (13 mils) mínimo 400μm (16 mils) promedio	ASTM G-12 ó equivalente
Detección de defectos	2,000 Volts a 2,500 Volts	NACE RP0274-98 ó equivalente
Prueba de resistencia a esfuerzo de suelos 30 días	Sin ampollamiento ni pérdida de adherencia del recubrimiento al sustrato metálico	ALYESKA SOIL STRESS TEST 217 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 42 DE 64</b>
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 27-SEPT-2001		

#### 8.3.10 Información técnica requerida.

Los fabricantes o proveedores de servicios de sistemas de recubrimientos, deben entregar en su propuesta técnica como mínimo la siguiente información:

- Nombre del sistema Genérico propuesto.
- No. de componentes.
- Potencial de polarización máximo (protección catódica).
- Prueba de desprendimiento catódico.
- Pruebas de laboratorio de acuerdo a los requerimientos de aceptación indicados en 8.3 ( abrasión, esfuerzos de suelo, impacto, etc.)
- Listado de procedimientos de todas las actividades relacionadas con la obra.
- Preparación de superficie requerida.
- Plan de calidad del contratista, para el proyecto.
- Programa de obra o de surtimiento.
- Tiempo de vida útil del recubrimiento.

El fabricante debe incluir evidencia documental que soporte la información proporcionada. para el caso de las pruebas de laboratorio y bajo que estándares se llevan a cabo, estas deben estar realizadas por un laboratorio reconocido, indicando el responsable, fecha, numeración de páginas e indicando que las muestras correspondan al recubrimiento a ser aplicado, con una vigencia no mayor a 18 meses.

Una vez que se haya adjudicado el servicio, la compañía ganadora debe entregar los procedimientos listados en su propuesta.

#### 8.4 Requerimientos para la aplicación.

##### 8.4.1 Generalidades.

Previo al inicio de los trabajos para la aplicación del material anticorrosivo sobre la tubería, el contratista debe presentar al inspector de Petróleos Mexicanos, los procedimientos relacionados con la aplicación así como el equipo y accesorios que serán utilizados. Los procedimientos deben estar validados por el fabricante del material anticorrosivo e incluir sin ser limitativo, los siguientes aspectos:

- Título, identificación, fecha de vigencia y firmas de autorización.
- Objetivo, alcance, requerimientos, aspectos de seguridad.
- Desarrollo, anexos y formatos (para mostrar evidencia de la ejecución de actividades).

Cuando Petróleos Mexicanos lo requiera, el fabricante del material anticorrosivo debe presentarse en el sitio de la obra previo al inicio de los trabajos, con la finalidad de validar su producto y avalar los procedimientos de aplicación del contratista.

El proceso de aplicación involucra las siguientes etapas:

- Preparación de la superficie.
- Aplicación del recubrimiento.
- Inspección.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 43 DE 64</b>
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 27-SEPT-2001		

#### 8.4.2 Preparación de la superficie.

Este es el aspecto más crítico en el desempeño de los recubrimientos, por lo que será necesario extremar la vigilancia en la realización de esta operación y para ello se debe tomar en cuenta lo siguiente:

Verificar que el tipo de limpieza corresponda, para el sistema de recubrimiento seleccionado, al indicado en las tablas del Anexo 1.

El grado de limpieza que especifique el fabricante debe corresponder con alguno de los grados mencionados en el apartado 8.4.3.3.

La humedad relativa debe cumplir con los parámetros especificados en la sección 8.3.

La temperatura debe estar por lo menos 5 °C arriba del punto de rocío.

El perfil de anclaje cumpla las especificaciones del fabricante y avalado por el inspector.

La preparación de la superficie a recubrir debe cumplir con dos criterios: el grado de limpieza y el perfil de anclaje, los cuales deben ser especificados por el fabricante, dependiendo de cada sistema de recubrimientos seleccionado.

##### 8.4.2.1 Criterios de aceptación

- a) **Grado de limpieza.-** Se considera la superficie limpia o preparada por recubrirse, cuando no haya huellas de grasa, aceite u otras sustancias extrañas. Su aceptación es bajo criterio de examen visual según los patrones descritos en 8.4.3. La calificación del grado de limpieza debe realizarse mediante comparación con patrones de limpieza reconocidos internacionalmente como por ejemplo: el comparador visual NACE TM 0175, o fotográficos como el ISO 8501-1:1988 ó el SSPC VIS 1-89.
- b) **Perfil de anclaje.-** Para comprobar que la profundidad del anclaje es la especificada, la superficie preparada se debe comparar con la del patrón aceptada para cada sistema de recubrimiento, utilizando la lámpara comparadora de anclaje. Además se pueden emplear también métodos como la medición directa del perfil de anclaje por medio de un rugosímetro de aguja o la medición indirecta del mismo mediante el uso de cinta réplica y un micrómetro de yunque.

El grado de limpieza y el perfil de anclaje requeridos para un sistema de recubrimiento particular, debe especificarse en la hoja técnica del fabricante de dicho sistema.

Para pronta referencia, a continuación se indican las características generales de aceptación para los distintos grados de limpieza:

- 8.4.3 La preparación de la superficie se puede realizar por diferentes métodos, entre los más comunes se encuentran limpieza manual, química o mecánica dependiendo de los requerimientos del sistema seleccionado.

##### 8.4.3.1 Limpieza Manual

Limpieza Manual (SSPC-SP2 o equivalente).

La superficie por proteger debe quedar libre de óxidos, pintura, herrumbre y cualquier materia extraña que no se encuentra adherida al substrato metálico.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 44 DE 64</b>
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 27-SEPT-2001		

#### 8.4.3.2 Limpieza química.

Limpieza química y/o con solvente (SSPC-SP1 o equivalente).

Este tipo de limpieza es usada para remover contaminantes como aceite o grasa sobre la superficie del sustrato antes del tratamiento mecánico.

#### 8.4.3.3 Limpieza mecánica

a) Limpieza con abrasivo acabado a metal blanco (SSPC-SP5/NACE -1 o equivalente).

La superficie por proteger debe quedar de color gris claro, metálico y uniforme. Debe quedar libre de óxidos, aceite, grasa, pintura, herrumbre, productos de corrosión y de cualquier materia extraña.

b) Limpieza con abrasivo acabado comercial (SSPC-SP6/NACE -3 o equivalente).

La superficie a proteger debe quedar de color gris oscuro y no requiere que sea uniforme. Debe quedar con una apariencia similar a la descrita en la limpieza de acabado cercano a metal blanco, excepto que las manchas se limitan a no más del 33% por cada pulgada cuadrada de superficie. Las manchas pueden consistir de ligeras sombras o decoloraciones de herrumbre.

Este es el grado de limpieza mínimo recomendado para recubrimiento de juntas de soldadura en campo.

c) Limpieza con abrasivo tipo ráfaga (SSPC-SP7/NACE-4 o equivalente).

Este tipo de limpieza considera la permanencia de herrumbre, óxidos, residuos de pintura fuertemente adheridos sobre la superficie por proteger.

d) Limpieza con abrasivo acabado cercano a metal blanco (SSPC-SP10/NACE-2 o equivalente).

La superficie por proteger debe tener apariencia similar a la descrita en la limpieza de acabado a metal blanco, excepto que se aceptan áreas sombreadas o manchadas en la superficie a proteger, las manchas están limitadas a no más del 5% por cada pulgada cuadrada de superficie.

Para aplicaciones en planta, este es el grado mínimo de limpieza que deberá obtenerse.

e) Limpieza con agua a presión (SSPC-SP12/NACE -5 o equivalente).

Este tipo de limpieza remueve la presencia de sustancias extrañas de la superficie que afecten la buena adherencia del recubrimiento, dependiendo de la presión de agua utilizada (de 34.5 MPa a 172 MPa) será el acabado y la apariencia de la superficie.

#### 8.4.3.4 Requisitos adicionales en la preparación de la superficie.

Debe asegurarse que independientemente del método de limpieza seleccionado, el equipo, herramienta, accesorios y materiales utilizados en la limpieza, no contaminen la superficie a proteger con polvo, aceites, grasas, sales o cualquier otro material extraño que provoque una falta de adherencia.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 45 DE 64</b>
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 27-SEPT-2001		

#### 8.5 Aplicación de Recubrimientos.

El contratista o aplicador debe contar con los procedimientos y equipos de aplicación que cumplan con los requerimientos especificados por el fabricante del recubrimiento seleccionado. Dicha aplicación en si misma incluye la preparación de superficie, aplicación e inspección.

La aplicación de los recubrimientos anticorrosivos pueden ser aplicados en planta y en campo.

La aplicación en planta es responsabilidad exclusiva del fabricante o aplicador.

Para aplicación en campo, además de lo indicado en los procedimientos de aplicación del fabricante, el contratista debe tomar en cuenta los siguientes requisitos:

- Tiempo máximo para recubrir en campo. El tiempo máximo entre la limpieza y la protección de la superficie metálica depende de las condiciones climatológicas, pero nunca debe ser mayor de 4 horas.
- No se permite el uso del material de recubrimiento que este contaminado con sustancias extrañas o que no conserven sus propiedades físicas y químicas originales.
- Cada extremo de la tubería debe quedar sin recubrir hasta una distancia de 30.48 cm (1 pie) del extremo, para facilitar las maniobras, alineación y soldadura de juntas.
- En los accesorios, cuando sea posible y las dimensiones lo permitan, cada extremo debe quedar libre de recubrimiento como mínimo 15.24 cm (6 pulgadas).
- Debe proporcionar a personal de Petróleos Mexicanos las previsiones y cuidados en el manejo de la tubería y/o sus accesorios, durante el proceso de aplicación del recubrimiento, a fin de evitar daños al mismo, conforme a las instrucciones y/o especificaciones del fabricante.
- El curado se debe llevar a cabo conforme las especificaciones del fabricante del producto utilizado, es decir, se deben respetar los tiempos de curado entre capa y capa.
- Cuidados posteriores a la aplicación. La tubería recubierta no debe exponerse a la intemperie por periodos de tiempo que excedan los especificados por el fabricante, sin que el recubrimiento pierda sus propiedades protectoras.
- La distancia entre soportes o apoyos de la tubería recubierta no debe exceder la distancia especificada por el fabricante, para evitar pandeo, deflexión y esfuerzos que provoquen daños al recubrimiento.

El inspector debe suspender las actividades de aplicación del recubrimiento, cuando observe desviaciones a los procedimientos, no cumplimiento de los requerimientos de aplicación, así como, especificaciones o recomendaciones del fabricante.

#### 8.6 Restricciones en la aplicación.

No se permitirá la aplicación del recubrimiento anticorrosivo si se presenta cualquiera de las condiciones siguientes:

- a) El contratista o aplicador no cuenta o no cumple con los procedimientos y equipos correspondientes.
- b) Preparación de superficie inadecuada.
- c) Las condiciones de temperatura y humedad no adecuadas.
- d) Medidas de seguridad, salud y protección ambiental inapropiadas.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 46 DE 64</b>
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 27-SEPT-2001		

## 8.7 Inspección del Recubrimiento.

La inspección de los trabajos relacionados con el proceso de aplicación de un sistema de recubrimientos anticorrosivos, debe incluir la revisión de las tres fases: antes, durante y después de la aplicación. Ver Anexo 1.

La inspección del recubrimiento debe ser realizado por el contratista conforme a los procedimientos del fabricante del material anticorrosivo y con base a los requerimientos indicados en las tablas del Anexo 1, bajo la supervisión y validación del inspector de Petróleos Mexicanos.

### 8.7.1 Personal involucrado en la inspección.

A continuación se mencionan los requerimientos que debe cumplir el contratista y personal de Petróleos Mexicanos involucrado en el proceso de inspección.

- a) Contar con la experiencia suficiente y el conocimiento teórico para seleccionar y evaluar la calidad de los productos, materiales y equipos así como dominar las técnicas de aplicación.
- b) Contar con los programas, normas, reglamentos, códigos, especificaciones y procedimientos aplicables a la especialidad.
- c) Contar con los equipos e instrumentos de medición de los diferentes parámetros, debidamente calibrados y certificados por un laboratorio acreditado en la materia.
- d) El personal de Petróleos Mexicanos debe contar con un programa o plan de inspección previamente elaborado con el fabricante y el contratista, que cubra todas las fases iniciando desde recepción y almacenaje de los productos hasta la fase final del curado.

### 8.7.2 Equipo de inspección.

El personal que realiza la inspección del recubrimiento, debe seguir las recomendaciones de uso del equipo correspondiente y a las condiciones operativas que le permitan verificar los parámetros especificados para el material anticorrosivo.

### 8.7.3 Trabajos de inspección.

El contratista o aplicador en coordinación con el inspector deben efectuar los muestreos, revisiones y/o pruebas que sean necesarios para que se garantice que el sistema de recubrimientos anticorrosivo cumple con las recomendaciones y especificaciones estipuladas por el fabricante.

#### **Antes de la aplicación se debe verificar lo siguiente:**

#### 8.7.3.1 *Materiales.*

La superficie de la tubería debe cumplir con los parámetros especificados de acuerdo al recubrimiento por aplicarse.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 47 DE 64</b>
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 27-SEPT-2001		

El abrasivo de limpieza debe ser del tipo, contenido de sales y granulometría especificado para cada sistema de recubrimiento.

Verificar que la profundidad del perfil de anclaje y grado de limpieza sean las especificadas para el recubrimiento por aplicar.

#### 8.7.3.2 *Materiales para recubrimientos.*

Se deben verificar que los materiales para recubrimientos sean los especificados por el usuario o el diseñador en la ingeniería del proyecto, conforme a dimensiones, cantidad y que dichos materiales no hayan caducado para cuando vayan a ser aplicados. Dichos componentes deben de ser del mismo proveedor, la mezcla de componentes (cuando aplique) se haga conforme a las especificaciones del sistema por aplicar y una vez hecha dicha mezcla se observen con detalle los tiempos de caducidad de los componentes mezclados, además de estar debidamente identificados y que contengan los procedimientos de aplicación y las condiciones de almacenamiento de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

#### 8.7.3.3 *Equipos e instalaciones.*

El inspector debe verificar que los equipos e instalaciones del contratista o aplicador sean los adecuados para el tipo de recubrimiento y sea el especificado por el fabricante, los cuales deben de estar en óptimas condiciones de operación, con los instrumentos funcionando correctamente y con las condiciones de trabajo seguridad, salud y protección del medio ambiente adecuadas.

#### 8.7.3.4 *Personal.*

El inspector debe verificar que el personal participante en la aplicación del recubrimientos tenga los conocimientos y experiencia sobre el sistema anticorrosivo a aplicar, este capacitado y sea autorizado por el fabricante para realizar la aplicación; así como disponer de los equipos de seguridad necesarios para el trabajo.

Además de lo antes mencionado debe cumplirse con los especificado en los apartados 8.4.2 y 8.4.3.

#### **Durante la aplicación del recubrimiento se debe verificar lo siguiente:**

8.7.3.5 Temperatura, tiempos de curado y secado deben ser los especificados por el fabricante así como verificar la homogeneidad en las diferentes capas del recubrimiento.

8.7.3.6 En el caso de cintas se debe checar que la tensión de aplicación sea la correcta y que los traslapes se lleven a cabo con lo especificado en el Anexo 1.

8.7.3.7 Se debe verificar el espesor de película húmeda.

#### **Después de la aplicación del recubrimiento:**

8.7.3.8 El contratista debe realizar, con el detector, una inspección de discontinuidad eléctrica de todo el recubrimiento exterior aplicado a la tubería, para localizar fallas como son: partes sin revestir, picaduras, grietas y discontinuidades. Cualquier falla detectada o no cumplimiento de los requerimientos, debe ser marcado en forma visible y registrado para proceder a su reparación.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 48 DE 64</b>
<b>DOCUMENTO NORMATIVO</b>		
<b>FECHA: 27-SEPT-2001</b>		

8.7.3.9 El espesor del recubrimiento debe ser inspeccionado de acuerdo a lo especificado en la sección 8.3, dependiendo del material de recubrimiento utilizado.

8.7.3.10 El número de capas y espesor de película cumplan con las especificaciones del sistema.

8.7.3.11 El contratista debe mostrar evidencia de los resultados de las pruebas especificadas para el sistema de recubrimiento aplicado sobre la tubería, mediante las cuales se compruebe que el recubrimiento cumple con las especificaciones correspondientes, sin ser limitativo, entre otras:

- Adherencia.
- Curado.
- Espesores de película.
- Apariencia del producto después de aplicado.
- Continuidad de película.

#### 8.8 Rehabilitaciones del recubrimiento exterior de ductos.

El sistema de recubrimiento que se utilice en la rehabilitación debe ser compatible con el recubrimiento existente, además de soportar un potencial máximo de polarización lo más cercano posible al del recubrimiento existente; dichas rehabilitaciones, se deben realizar conforme al procedimiento y equipo propuesto por el fabricante del material anticorrosivo.

En el caso de tubería en rehabilitación, juntas o parches, se debe de tomar en cuenta que los residuos o materiales utilizados no dañen el entorno ecológico (suelo, aire, agua, animales, etc.) para lo cual, el recubrimiento seleccionado y el tipo de aplicación, se deben apegar a las regulaciones locales, estatales o federales en materia de protección ambiental. Esta responsabilidad compete al fabricante, contratista o aplicador y al inspector.

Para el caso de ductos submarinos los trabajos de rehabilitación y mantenimiento deben hacerse conforme a la norma de referencia **NRF-014-PEMEX-2001 "Inspección y Mantenimiento de Líneas Submarinas"**.

La jefatura del centro de trabajo debe contar con los registros de las reparaciones efectuadas a las tuberías a su cargo y dentro de su jurisdicción.

#### 8.9 Manejo, almacenamiento y traslado de la tubería recubierta.

La mayor parte de los daños a los recubrimientos anticorrosivos de las tuberías son ocasionados durante su manejo, almacenamiento, traslado, colocación en zanja, izaje y montaje, por lo que la inspección en todas las maniobras debe ser rigurosa.

- a) La zanja debe estar de acuerdo a las especificaciones de Petróleos Mexicanos.
- b) Los equipos para realizar las maniobras deben ser los especificados por el fabricante.
- c) Deben existir los accesorios necesarios para el manejo de tuberías recubiertas.
- d) Las maniobras deben ser realizadas por personal calificado en este trabajo.
- e) El material para relleno de la zanja debe cumplir con la normatividad vigente.

La tubería y/o sus accesorios deben ser manejados de tal forma que se prevengan daños al recubrimiento anticorrosivo y a los biseles. En caso de ocurrir algún daño al recubrimiento, causado por el manejo

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 49 DE 64</b>
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 27-SEPT-2001		

inadecuado o por cualquier otra operación, este debe ser reparado por el contratista, conforme al procedimiento de reparación autorizado o el indicado por el fabricante.

El almacenamiento en patio, debe estar de acuerdo con las prácticas de transporte, manipuleo y almacenamiento del contratista. Asimismo, se debe considerar suficiente espacio, acolchonamiento y cantidad de camas, para prevenir daños a la tubería y al recubrimiento.

Las actividades para el traslado deben considerar la mano de obra, maquinaria, equipo y herramientas propuestos por el contratista para su transporte por tracto-camión, ferrocarril o barcaza, según sea el caso, debiéndose proteger el recubrimiento anticorrosivo adecuadamente, conforme a las instrucciones y prácticas recomendadas API-RP-5L1 y API-RP-5LW.

#### 8.10 Aspectos de Seguridad, Salud y Protección Ambiental.

- 8.10.1 Para la ejecución de los trabajos de preparación y aplicación de recubrimientos anticorrosivos a tuberías enterradas o sumergidas en las instalaciones de Petróleos Mexicanos y sus Organismos Subsidiarios, deben atenderse las normas y procedimientos de seguridad industrial, salud ocupacional y protección ambiental que para tal fin establezca cada uno de los organismos mencionados.
- 8.10.2 Las actividades involucradas en la preparación y aplicación de los sistemas de recubrimientos en las instalaciones de ductos, implican riesgos debido a las condiciones de los escenarios en donde se realizan. Los escenarios contemplan entre otras condiciones, la inflamabilidad de los productos transportados por los ductos, las condiciones operativas de los mismos, los espacios confinados, así como la naturaleza química de los componentes de los recubrimientos y las implicaciones derivadas en aplicación de los abrasivos en la preparación de la superficie.
- 8.10.3 Previamente al inicio de cualquier trabajo en alguna de las instalaciones de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios, personal de Pemex debe impartir al personal que ejecutará los trabajos, una plática de inducción en materia de seguridad industrial, salud ocupacional y protección ambiental, comentando entre otros aspectos los siguientes:
- Trabajos considerados con riesgo.
  - Acceso a las instalaciones.
  - Uso de equipo de protección personal
  - Medidas de seguridad.
  - Protección ambiental.
  - Almacenamiento de materiales.
  - Trabajos en espacios confinados.
- 8.10.4 Ninguna acción asociada a la aplicación de recubrimientos anticorrosivos en tuberías enterradas o sumergidas y que involucre un riesgo podrá realizarse en las instalaciones de Petróleos Mexicanos sin la debida autorización del permiso de trabajos peligrosos de acuerdo con el procedimiento establecido en cada Centro de Trabajo.
- 8.10.5 Queda estrictamente prohibido al constructor, contratista o aplicador accionar, mover, operar o manipular válvulas, instrumentos, controles eléctricos, etc. de las instalaciones de ductos.
- 8.10.6 Queda estrictamente prohibido fumar en las instalaciones de Pemex.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 50 DE 64</b>
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 27-SEPT-2001		

- 8.10.7 El prestador de servicio debe proporcionar a sus trabajadores la ropa, calzado y equipo de protección personal adecuado acorde con el escenario y las actividades a realizar, cumpliendo con las normas NRF-006-PEMEX-2001, NRF-007-PEMEX-2000 y NRF-008-PEMEX-2001.
- 8.10.8 Queda estrictamente prohibido descargar a los drenajes pluviales o en áreas que puedan ser contaminadas desechos como aceites, solventes, componentes de los sistemas de recubrimientos, polvos, estopas, etc.
- 8.10.9 Todos los residuos peligrosos y no peligrosos los debe recolectar y disponer el prestador de servicios. En el caso de los primeros se debe apegar a lo indicado en el capítulo VI de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- 8.10.10 El contenido aceptable de componentes orgánicos volátiles en un sistema de recubrimientos, depende de la legislación ambiental de la región donde se apliquen los recubrimientos, en general un rango internacionalmente aceptado es de 340 mg/l a 420 mg/l .
- 8.10.11 El contratista, constructor o aplicador debe invariablemente cumplir los ordenamientos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Medio Ambiente y sus respectivos acuerdos y arreglos, para prevenir la contaminación por vertimiento de desechos y otras materias.
- 8.10.12 Para poder cumplir con la norma NOM-010-STPS-1999, el prestador de servicios debe proporcionar al Organismo Subsidiario contratante, las hojas de seguridad de los productos que usará en los trabajos, antes de su inicio.

#### 8.11 Evaluación de los sistemas de recubrimientos.

En todos los casos, los sistemas de recubrimientos deben ser sometidos a una evaluación que involucre tres etapas generales: *Respaldo documental, pruebas de laboratorio y pruebas de campo*. El recubrimiento debe ser rechazado en caso de no cumplir con este requisito o si los resultados de la evaluación no son plenamente satisfactorios.

Petróleos Mexicanos puede en un momento determinado corroborar la información entregada por el fabricante o proveedor mediante la obtención de una muestra del material suministrado la cual enviará con un laboratorio acreditado, y de no cumplir con lo especificado en los requerimientos mínimos de aceptación para el material correspondiente este será rechazado, independientemente de que el proveedor haya entregado la evidencia que soporte el cumplimiento de la especificación.

##### 8.11.1 Respaldo documental.

El personal de Petróleos Mexicanos debe revisar y analizar la información técnica de respaldo referente a las especificaciones, control de calidad y funcionalidad del sistema de recubrimiento. Esta información y las evidencias documentales deben ser proporcionadas por el fabricante y/o proveedor o contratista.

La información debe incluir lo siguiente:

Especificaciones:

- Tipo genérico de recubrimiento.
- Descripción y número de componentes.
- Porcentaje de sólidos en volumen.
- Durabilidad estimada del sistema.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 51 DE 64</b>
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 27-SEPT-2001		

- Espesor de capa seca, número de capas y rendimiento teórico.
- Relación de mezcla y tiempo de vida útil de la mezcla.
- Tiempo de caducidad.
- Contenido de Compuestos Orgánicos Volátiles.
- Temperatura de aplicación y servicio.
- Preparación de superficie requerida.
- Porcentaje de humedad relativa en la aplicación.
- Equipos de aplicación.
- Apariencia del producto, disponibilidad de colores.
- Aspectos de Seguridad, Salud y Protección Ambiental.
- Aspectos de mantenimiento y/o rehabilitación.
- Aspectos de almacenamiento y manejo.
- Control de calidad.
- El fabricante debe proporcionar un certificado actualizado (no mayor a 12 meses) en el que garantice que sus productos cumplen con los requerimientos mínimos de aceptación especificados en la sección 8.3, dependiendo del sistema.

#### 8.11.2 Funcionalidad del sistema.

El fabricante debe proporcionar evidencias de los resultados históricos del desempeño en campo del sistema de recubrimiento propuesto, indicando entre otros aspectos los siguientes:

- Subsidiarias, Dependencias o Compañías donde se aplicó el sistema.
- Tipo de instalaciones protegidas.
- Condiciones de exposición y servicio de las instalaciones protegidas.
- Especificaciones del sistema aplicado.
- Lugar y fecha de aplicación del sistema.
- Reportes de evaluación y seguimiento del sistema.
- Mantenimiento y rehabilitación del sistema.

#### 8.11.3 Evaluación en laboratorio.

El fabricante o contratista debe contar con la evidencia de las pruebas de control de calidad del sistema de recubrimiento aplicado a la tubería, indicando invariablemente, los resultados, parámetros de aceptación así como los métodos de prueba correspondientes; incluyendo el laboratorio, fecha y lugar en el que se realizaron. Lo anterior para confirmar la información técnica de respaldo.

#### 8.11.4 Evaluación en campo.

El fabricante o contratista debe contar con la evidencia de la funcionalidad del sistema de recubrimiento, bajo condiciones de exposición similares a las de la tubería por proteger. La evidencia debe incluir como mínimo lo siguiente:

- Datos de la instalación (Ø, longitud, enterrada, interfase, etc.)
- Tipo de recubrimiento
- Dependencia a cargo de la instalación
- Fecha de aplicación
- Resultados de desempeño
- Registros de seguimiento
- Anexos (fotografías, cartas de satisfacción de clientes, pedidos, etc.)

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 52 DE 64</b>
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 27-SEPT-2001		

- 8.11.5 El personal de Petróleos Mexicanos debe contar, para cada tubería enterrada y/o sumergida, con los documentos generados durante la preparación y aplicación del sistema de recubrimientos seleccionado.
- 8.11.6 El personal de Petróleos Mexicanos debe contar con los registros de seguimiento de comportamiento posterior a la aplicación de un sistema de recubrimientos.
- 8.11.7 Los documentos deben estar bajo resguardo y a disposición de la jefatura del centro de trabajo correspondiente.
- 8.11.8 Los registros y documentos deben incluir como mínimo lo siguiente:
- Los resultados de las pruebas de laboratorio.
  - Los resultados de las pruebas de campo.
  - Especificaciones de los recubrimientos anticorrosivos utilizados.
  - Contratos de obra pública.
  - Planos o croquis de localización de la tubería enterradas y/o sumergidas intervenidas.
  - Programa de mantenimiento posterior a la aplicación del sistema.

## 9. RESPONSABILIDADES

### 9.1 De Petróleos Mexicanos.

- 9.1.1 Vigilar la aplicación de esta norma de referencia, en lo que se refiere a la evaluación documental, de laboratorio y de campo de los sistemas de recubrimientos, así como el cumplimiento de los lineamientos de preparación, aplicación, inspección y seguridad, salud y protección ambiental principalmente.

### 9.2 Del Inspector:

- 9.2.1 El objetivo primordial del inspector de Petróleos Mexicanos en la obra es asegurarse de que los trabajos sean ejecutados conforme a los requerimientos indicados tanto en la ingeniería del proyecto, como en las especificaciones y procedimientos incluidos en el contrato de la obra ó el pedido del material anticorrosivo.
- 9.2.2 El inspector de Petróleos Mexicanos debe revisar y obtener un listado de los requerimientos de la ingeniería de proyecto, de la presente norma y los procedimientos, el cual le servirá como un control de calidad durante el proceso de surtimiento o aplicación del sistema de recubrimiento, mismo que será de observancia y cumplimiento obligatorio del contratista o proveedor. (previo y durante las actividades).
- 9.2.3 El inspector debe efectuar los muestreos, revisiones y/o pruebas que sean necesarios para que se garantice que el sistema de recubrimientos anticorrosivos aplicado cumple con las recomendaciones y especificaciones estipuladas.

### 9.3 Del Fabricante de recubrimientos.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 53 DE 64</b>
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 27-SEPT-2001		

- 9.3.1 Entregar al personal de Petróleos Mexicanos la información técnica de respaldo referente a las especificaciones, control de calidad y funcionalidad del sistema de recubrimiento.
- 9.3.2 Realizar las pruebas de los recubrimientos en laboratorios especializados.
- 9.3.3 Realizar las pruebas de campo de los recubrimientos, en coordinación con el personal de Petróleos Mexicanos.
- 9.3.4 Documentar las pruebas de campo y de laboratorio.
- 9.3.5 Proporcionar asistencia técnica al personal de Petróleos Mexicanos y al aplicador del recubrimiento cuando se utilicen sus productos.
- 9.3.6 Especificar las temperaturas máxima y mínima de aplicación y curado, así como otras limitantes relevantes relacionadas con las condiciones de aplicación y curado.
- 9.3.7 Cotizar la mejor alternativa, que resuelva de forma integral el problema de corrosión existente o potencial en una tubería.
- 9.3.8 Deberá indicar el tipo de recubrimiento, sus características generales, número de componentes, espesores, tiempos de curado, temperaturas de aplicación y operación, limitaciones, además: Precio, presentación, rendimientos, cantidades a comprar para trabajos específicos y forma de hacer el pedido.
- 9.4 Del contratista o aplicador.
- 9.4.1 El contratista o aplicador debe entregar al inspector el programa detallado de trabajo acorde al programa del contrato (preparación de superficie, aplicación, inspección, etc.) y los procedimientos aplicables de cada una de las actividades.
- 9.4.2 Contar con personal capacitado para realizar los trabajos.
- 9.4.3 Realizar el trabajo de acuerdo con las indicaciones del fabricante.
- 9.4.4 Respetar los horarios y reglamentos de trabajo de la Empresa para la cual se realiza la obra.
- 9.4.5 Cumplir con los requisitos de indumentaria y protección exigidos por el contratante.
- 9.4.6 Mantener al día la bitácora de trabajo.
- 9.4.7 Participar en la inspección final y firmar el acta de entrega.
- 9.4.8 Elaborar y entregar el programa detallado de la obra al inspector.
- 9.4.9 Efectuar los trabajos con equipos y herramientas que se encuentran en óptimas condiciones.
- 9.4.10 Efectuar los trabajos utilizando los materiales especificados en el contrato.
- 9.4.11 Efectuar los trabajos de acuerdo a las características y especificaciones de los recubrimientos a aplicar.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 54 DE 64</b>
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 27-SEPT-2001		

9.4.12 Cumplir con los lineamientos de seguridad, salud y protección ambiental de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.

9.4.13 Efectuar las actividades con base en procedimientos de trabajo actualizados y aprobados por el fabricante y avalados por el inspector de Petróleos Mexicanos.

9.5 Del Constructor.

9.5.1 Recibir e inspeccionar todos los materiales que se utilizarán en la obra.

9.5.2 Cumplir los lineamientos necesarios para tener un manejo adecuado de todos los materiales que serán instalados en la obra.

9.5.3 Verificar que la construcción, inspección y condiciones de la zanja, que alojará la tubería, sean las adecuadas para evitar el daño de la tubería recubierta, así como la constitución y composición de los materiales de relleno.

9.5.4 Participar en la inspección final y firmar el acta de entrega.

9.6 Subcomités Técnicos de Normalización de Organismos Subsidiarios.

9.6.1 Establecer vías de comunicación con las áreas usuarias de los Centros de Trabajo de Petróleos Mexicanos, fabricantes e Institutos de Investigación y de Educación Superior, para promover la aplicación y mejoras al contenido de esta norma.

**10. CONCORDANCIA CON OTRAS NORMAS**

10.1 Esta norma no concuerda con ninguna norma mexicana o internacional.

**11. BIBLIOGRAFIA**

11.1 NACE RP169. Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping Systems..

11.2 ISO/EN 12944, Part 18, "Paint and Varnishes – Corrosion Protection of Steel Structures by Protective Paint Systems".

11.3 NORSOK Standard, "Surface preparation and protective coating".

11.4 Coating and Lining Inspection Manual, SSPC Publication #91-12.

11.5 Corrosion Prevention by Protective Coatings. Charles G.Munger. An official NACE publication NACE International 1997.

11.6 DCSSI-P-AC-014: Procedimiento para la Elaboración y Actualización de Normas de Referencia en Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.

11.7 NACE RP0375.- Wax Coating Systems for Underground Piping Systems.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
		<b>PÁGINA 55 DE 64</b>
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 27-SEPT-2001		

- 11.8 NACE TM 0175.- Visual Standard for Surfaces of New SteelCentrifugally Blast Cleaned with Steel Grit and Shot.
- 11.9 NACE RP-0274.- High-Voltage Electrical Inspection of Pipeline Coatings.
- 11.10 NACE MR-0274.- Material Requirements for Polyolefin Cold-Applied Tapes for Underground or Submerged Pipeline Coatings.
- 11.11 NACE RP-0188.- Discontinuity (Holiday) Testing of New Protective Coatings on Conductive Substrates.
- 11.12 NACE-RP-0490.- Holiday Detection of Fusion Bonded Epoxy External Pipeline Coatings of 10 to 30 mils.
- 11.13 CSA Z245.20.- External Fusion Bond Epoxy Coating for Steel Pipe.
- 11.14 CSA 245.21.- External Polyethylene Coating for Steel Pipe.
- 11.15 AFNOR NF A49-711.- Tubes en Acier - Revtement Externe Triple Couche a Base de Polyproylene - Application par Extrusion.
- 11.16 DIN 30678.-Polypropylene Coatings for Steel Pipes.
- 11.17 ISO 8501-1:1988.- 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 after Overall Removal of Previous Coatings.
- 11.18 SSPC-SP2.- Hand Tool Cleaning.
- 11.19 SSPC-SP1.- Solvent Cleaning.
- 11.20 SSPC-SP5/NACE-1.- White Metal Blast Cleaning.
- 11.21 SSPC-SP6/NACE-3.- Commercial Blast Cleaning.
- 11.22 SSPC-SP7/NACE-4.- Brush-Off Blast Cleaning.
- 11.23 SSPC-SP10/NACE -2.Near-White Blast Cleaning.
- 11.24 SSPC-SP12/NACE -5.- Surface Preparation and Cleaning of Steel and Other Hard Material bu High- and Ultrahigh-Pressure Water Jetting Prior to Recoating.
- 11.25 API-RP-5L1.- Recommended practice for Railroad transportation of line pipe.
- 11.26 API-RP-5LW.- Recommended practice for Marine Ship transportation of line pipe.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
<b>DOCUMENTO NORMATIVO</b>		<b>PÁGINA 56 DE 64</b>
<b>FECHA: 27-SEPT-2001</b>		

## 12. ANEXOS

### ANEXO No. 1. PARÁMETROS DE VERIFICACIÓN.

**TABLA A1. LISTA DE VERIFICACION DE EQUIPOS E INSTALACIONES PARA LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS A BASE DE BREA DE ALQUITRÁN DE HULLA SOBRE TUBERÍA DE ACERO**

Antes de aplicación	Durante la aplicación	Después de la aplicación
<p>La caldera debe tener indicador de temperatura por lo menos de 0 a 350 °C.</p> <p>La caldera debe tener sistema de agitación que permita mantener el material homogenizado cuando ésta se encuentre en operación.</p> <p>La caldera no debe contener materiales extraños y/o contaminación.</p> <p>El equipo para aplicar el primario (pistola de aire, brochas o rodillos) debe estar limpio.</p> <p>Cuando el primario se aplique por aspersión, se recomienda una presión de operación de 3.0 a 5.0 kg/cm<sup>2</sup>.</p> <p>La caldera debe tener un filtro en la salida para retener partículas mayores a 1.59mm.</p> <p>El sistema de alimentación de tubos (tren de rodillos) debe estar despejado y debe girar en la dirección correcta y a la velocidad adecuada de acuerdo al diámetro de tubería.</p> <p>Las boquillas distribuidoras de esmalte caliente, deben estar libres de taponamiento.</p> <p>El equipo detector de discontinuidad (Holiday Detector) debe estar calibrado y en condiciones de operación.</p>	<p>Los rollos de fibras de refuerzo deben aplicarse en forma helicoidal sin arrugas y con traslape según lo especificado por el fabricante.</p> <p>Las boquillas distribuidoras de esmalte caliente no deben estar taponadas.</p> <p>El indicador de temperatura debe estar funcionando correctamente.</p> <p>Los rodillos del tren de alimentación de tubos deben estar girando correctamente.</p> <p>El sistema de agitación de la caldera debe mantenerse operando durante la aplicación del esmalte.</p>	<p>La tubería debe almacenarse apoyada en los extremos por madera o sacos de arena.</p> <p>El equipo de aplicación del primario debe limpiarse después de la jornada de uso.</p> <p>Se recomienda que la caldera quede sin material al terminar la jornada de aplicación, en caso contrario se recomienda bajar la temperatura del esmalte sobrante hasta tener entre 140 y 160 ° C agitando 10 minutos cada 2 horas.</p> <p>La tubería no debe estar expuesta a la intemperie por más de 30 días sin protección contra rayos ultravioleta.</p> <p>La zanja no debe contener agua ni piedras o material que pueda dañar el recubrimiento al momento de bajar la tubería.</p>



**COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  
PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS  
SUBSIDIARIOS**

DOCUMENTO NORMATIVO

FECHA: 27-SEPT-2001

PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS  
ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS  
ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS

**No. de Documento  
NRF-026 PEMEX-2001**

**Rev.: 0**

**PÁGINA 57 DE 64**

El material abrasivo (granalla de acero o arena) debe cumplir con lo especificado por el fabricante del recubrimiento.

**TABLA A2. LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS EPÓXICOS EN POLVO ADHERIDOS POR FUSIÓN SOBRE TUBERÍA DE ACERO**

Antes de aplicación	Durante la aplicación	Después de la aplicación
Número de componentes: 1	Humedad relativa: máximo 40%	Inspección visual
Vigencia y fecha de caducidad	Preparación superficial : SSPC-SP10/NACE2 ó equivalente	Detección eléctrica de defectos Ver tabla 2B.
Tamaño de partícula	Temperatura de aplicación: Metal: 232 a 253 °C	Espesor (Ver tabla 2B)
Debe cumplir los requerimientos especificados: Tablas 1B	No de capas: 1	
La superficie del tubo debe estar seca previo a la aplicación del recubrimiento	Equipo de aplicación: Pistolas electrostáticas corona Planta de recuperación	
Inspección visual de la superficie		

**TABLA A3. LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS EPÓXICOS LÍQUIDOS DE ALTOS SÓLIDOS SOBRE TUBERÍA DE ACERO**

Antes de aplicación	Durante la aplicación	Después de la aplicación
Número de componentes: 2 : ( resina base 3 partes y endurecedor 1 parte , por volumen )	Humedad relativa: máximo 90% y 3°C arriba de punto de condensación de humedad.	Inspección visual: Comprobar cobertura adecuada y verificar espesores.
Vigencia y fecha de caducidad : 1 año, almacenado entre 15°C y 40°C, en area cubierta y sin humedad.	Temperatura en superficie para aplicación : entre 10°C y 100°C	Reposo : 4 horas a 23°C antes de manejar la tubería o tapar con relleno de zanja.
Vida útil (Pot life) Una vez mezclados los	Numero de capas: 2 ó 3, aplicadas a intervalos no mayores a 20 minutos cuando 100°C o no	Detección eléctrica de defectos : Con detector Holiday a máximo 100 volts por milésima.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
<b>DOCUMENTO NORMATIVO</b>		<b>PÁGINA 58 DE 64</b>
<b>FECHA: 27-SEPT-2001</b>		

componentes, para aplicar, se dispone de :  
7 a 15 minutos.

Preparación de superficie : Limpieza a metal  
grado Nace 2, SIS SA 21/2, SSPC-SP10 ó  
equivalente. Perfil de anclaje 50-100 micrones  
(2 – 4 mils )

En el caso de uso para juntas soldadas.,  
adicional a limpieza de superficie del metal,  
deberá limpiarse la superficie del recubrimiento  
adiascente.

La superficie del tubo debe estar seca previo a la  
aplicación del recubrimiento

Pre calentamiento adecuado de la superficie, con  
medio no contaminante. Puede ser por medio  
eléctrico o con antorcha a gas.

Debe cumplir los requerimientos especificados:  
Tablas 3A a 3B

Inspección visual de la superficie

mayor a 2 horas cuando a 23°C.

Equipo de aplicación: Rodillo cojinete cuando se  
usa la versión de aplicación manual. Equipo air-  
less Graco Hydra-Cat para aplicación spray.

Se verifica espesor de película húmeda para  
garantizar 0.5 mm mínimo.

Espesor máximo de aplicación de una pasada  
sobre superficie vertical de 1.0 a 1.25 mm.

Almacenamiento a intemperie de tubería  
recubierta :

Recomendable cubrirla de los rayos del sol.

Reparación de areas : Se debe limpiar area y lijar  
antes de aplicar material, versión manual, para  
areas menores. Para areas mayores, se  
“rafaguea” con sand-blast, seguido de cepillado  
para remover polvo, para proceder a aplicar con  
equipo airless-spray. En ambos casos, sólo  
sobre superficie seca.

**TABLA A4. LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS DE POLIETILENO EXTRUIDOS TRICAPA SOBRE TUBERÍA DE ACERO**

<b>Antes de aplicación</b>	<b>Durante la aplicación</b>	<b>Después de la aplicación</b>
Número de componentes: 2 ó 3	Temperatura de aplicación:	Inspección visual
Vigencia y fecha de caducidad	No de capas: 2 ó 3	Detección eléctrica de defectos Ver tabla 4E.
Tamaño de partícula	Equipo de aplicación:	

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE          PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS          SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS          ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS          ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
<b>PÁGINA 59 DE 64</b>		
<b>DOCUMENTO NORMATIVO</b>		
<b>FECHA: 27-SEPT-2001</b>		

Espesor (Ver tabla 4F)

Debe cumplir los requerimientos especificados:  
 Tablas 4A

Preparación superficial :  
 SSPC-SP10/NACE2 ó equivalente.

La superficie del tubo debe estar seca previo a la  
 aplicación del recubrimiento

Inspección visual de la superficie

**TABLA A5. LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS DE POLIPROPILENO EXTRUIDO TRICAPA SOBRE  
 TUBERÍA DE ACERO**

<b>Antes de aplicación</b>	<b>Durante la aplicación</b>	<b>Después de la aplicación</b>
Número de componentes: 2 ó 3	Temperatura de aplicación:	Inspección visual
Vigencia y fecha de caducidad	No de capas: 2 ó 3	Detección eléctrica de defectos Ver tabla 5D.
Tamaño de partícula	Equipo de aplicación:	Espesor (Ver tabla 5E)
Debe cumplir los requerimientos especificados: Tablas 5A		
Preparación superficial : SSPC-SP10/NACE2 ó equivalente.		
La superficie del tubo debe estar seca previo a la aplicación del recubrimiento		
Inspección visual de la superficie		

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
<b>DOCUMENTO NORMATIVO</b>		<b>PÁGINA 60 DE 64</b>
<b>FECHA: 27-SEPT-2001</b>		

**TABLA A6. LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS DE CINTAS DE POLIOLEFINAS SOBRE TUBERÍA DE ACERO**

<b>Antes de aplicación</b>	<b>Durante la aplicación</b>	<b>Después de la aplicación</b>
Número de componentes: 3	Humedad relativa: máximo No afecta	Inspección visual
Vigencia y fecha de caducidad	Temperatura de aplicación: Ambiente: 2.8°C sobre el Punto de rocío.	Detección eléctrica de defectos Ver tabla 6E.
Mismo Fabricante	No de capas: 2, 3 ó mas	Traslape 25.4 mm (1")
Cantidad de material suficiente	Sistema completo	Espesor (Ver tabla 6E)
Características	Equipo de aplicación: brocha rodillo o equivalente y máquina aplicadora de cinta de tensión constante.	Prueba de Pelado: 21.9 N/10-mm-ancho (200 oz/pulg.-ancho
Especificaciones de Aplicación		Uniones y su procedimiento
Posición de almacenamiento	Traslape: 25.4 mm (1") promedio y nunca inferior a (3/4")	Manejo
Debe cumplir los requerimientos especificados: Tablas 6A a 6D	Tensión: Suficiente para producir al menos 1% de estrechamiento.	Transporte
Preparación superficial : SSPC-SP6 ó equivalente Mínimo.		Distancia entre soportes de la tubería (DDV)
La superficie del tubo debe estar seca previo a la aplicación del recubrimiento		Bajado de Zanja
Inspección visual de la superficie		Cerrado de Zanja

**TABLA A7. LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS DE CINTAS Y MANGAS TERMOCONTRAIBLES SOBRE TUBERÍA DE ACERO**

<b>Antes de aplicación</b>	<b>Durante la aplicación</b>	<b>Después de la aplicación</b>
Número de componentes:	Humedad relativa: No afecta.	Inspección visual :

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
<b>DOCUMENTO NORMATIVO</b>		<b>PÁGINA 61 DE 64</b>
<b>FECHA: 27-SEPT-2001</b>		

<p>Para Cintas : 2 ( Adhesivo y Respaldo )  Para Mangas : 3 ( Adhesivo, Respaldo y Cierre )  Para Manga Tri-capa : 5 ( Adhesivo, Respaldo, Cierre , Epóxico primario parte "A", y Epóxico primario parte "B" )</p> <p>Vigencia y fecha de caducidad : deberá indicarse en empaque (s)</p> <p>Posición y forma de almacenamiento : deberá indicarse en empaque (s). Debe almacenarse a cubierto en lugar libre de humedad y a no mas de 40 ° C.</p> <p>Debe cumplir los requerimientos especificados: Tablas 7A a 7C</p> <p>Preparación de superficie : Limpieza a metal blanco, grado SIS SA 21/2, SSPC-SP10 ó equivalente.</p> <p>En el caso de mangas, adicional a limpieza de superficie del metal, deberá limpiarse la superficie del recubrimiento adyacente.</p> <p>La superficie del tubo debe estar seca previo a la aplicación del recubrimiento</p> <p>Precalentamiento adecuado de la superficie, con medio no contaminante. Puede ser por medio eléctrico o con antorcha a gas.</p>	<p>No debe aplicarse durante lluvia.</p> <p>Temperatura de aplicación, Precalentamiento de tubería de acero :  Para adhesivos de 60°C, se precalienta a 140°C  Para adhesivos de 80°C, se precalienta a 180°C  P/ adhesivos de 120°C, se precalienta a 220°C</p> <p>Para Mangas Termocontráctiles : durante instalación, deberá aplicarse dosis de calor de contracción gradual y uniforme en toda la superficie, para garantizar adhesión</p> <p>No de capas: 2 para cintas termocontráctiles,  2 para mangas termocontráctiles  3 para mangas tri-capa</p> <p>Equipo de aplicación:  Las cintas y mangas termocontráctiles pueden aplicarse en planta o en campo con el siguiente equipo :  Limpieza : Sand-blast o Shot-blast  Precalentamiento : Eléctrico o con gas  Encintado : Con control de tensión de cinta.</p>	<p>- Comprobar adhesión correcta en traslapes  - Verificar no existencia de aire atrapado</p> <p>Reposo :  La tubería recubierta con cintas y mangas termocontráctiles deberá enfriarse hasta temperatura ambiente, antes de ser manejada o cubierta con relleno en zanja.</p> <p>Detección eléctrica de defectos  Con detector Holiday a 10,000 volts .</p> <p>Espesor (Ver tabla 7C)</p> <p>Almacenamiento a intemperie de tubería recubierta :  Recomendable cubrirla de los rayos del sol.</p>
---	--	--

**TABLA A8.- LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS A BASE DE CERAS MICROCRISTALINAS DE PETRÓLEO**

**Antes de aplicar.**

**Durante la aplicación.**

**Después de aplicar.**

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</p>	<p><b>No. de Documento</b> <b>NRF-026 PEMEX-2001</b></p>
<p>DOCUMENTO NORMATIVO</p>		<p><b>Rev.: 0</b></p>
<p>FECHA: 27-SEPT-2001</p>		<p><b>PÁGINA 62 DE 64</b></p>

Aplicación en frío. Verificar que en el interior de las latas de primario no exista agua ni polvo

Aplicación en caliente. Verificar que el recipiente destinado para precalentar el material se encuentre completamente limpio y libre de contaminación, El material que se presenta en bloques o cubos sólidos, se debe mantener a una temperatura constante de 100 ° C en Verano y 170° C en Invierno.

Verificar la existencia y cantidad necesaria de primario, así como de cinta anticorrosiva y protección mecánica.

Verificar que los materiales no se encuentren contaminados con polvo, arena, agua y cualquier otra sustancia extraña.

No estibar mas de 20 camas en latas de primario, no mas de 10 camas en cajas de cinta de cera y no mas de 15 camas en cajas de protector mecánico.

Verificar que el ancho de los rollos tanto en cinta anticorrosiva como en protector mecánico sea el indicado para el diámetro de la tubería a recubrir.

Seleccionar adecuadamente los materiales que componen el sistema de ceras microcristalinas de petróleo, de acuerdo con el tipo de tubería, ya que varían los sistemas para tubería enterrada y otro para tubería expuesta.

Durante su almacenaje todos los materiales se debera evitar el contacto directo con los rayos

1. Limpiar la superficie metálica conforme a lo especificado al procedimiento de preparación de superficies SSPC-SP 2 ó equivalente. Si la superficie está mojada, quitar el exceso de agua con un trapo (o similar).

2. Efectuar inspección visual para ver puntos en donde se considere que aún se pueda eliminar alguno de los elementos indicados en el punto 1

3. Si se considera necesario, repetir el punto 1, después de llevar a cabo el punto 2.

4. Aplicar manualmente una capa fina y transparente de primario en toda la superficie metálica a proteger. El exceso de aplicación de primario no afecta el rendimiento del recubrimiento en su conjunto.

5. Efectuar inspección visual para asegurar que no existen superficies sin aplicación de cinta. Si este fuera el caso, proteger los huecos con "pedazos" de otro rollo del mismo material. Poner especial énfasis en la "panza" del tubo. La cinta para protección mecánica no requiere de tiempo de curado o secado.

6. Si se considera necesario, repetir el punto 4 en los sitios en donde la inspección visual indique falta de primario. El primario no requiere de tiempo de curado o secado.

7. Aplicar la protección anticorrosiva en forma de cinta alrededor del tubo y en forma espiral con un traslape mínimo de 1 pulg. (2.5 cms.).

En caso de existir recubrimiento anterior, se deberá efectuar un traslape con este de al menos 1 pie, para diámetros de hasta 10", de 2 pies hasta 20", y de 3 pies en diámetros mayores.

La cinta anticorrosiva no requiere de tiempo de curado o secado.

Realizar prueba de detección de defectos de acuerdo a la tabla 8E.

Mantener cerradas las latas después de ser utilizadas solo si contienen primario y los rollos sobrantes tanto de cinta anticorrosiva como de protección mecánica, para evitar contaminación rellenar zanja teniendo cuidado de no golpear o dañar el recubrimiento con las herramientas, ya sea manuales o con la pala mecánica.

Los desechos de los materiales antes mencionados podrán desecharse en un basurero común, ya que no son biodegradables y no causan ningún daño al medio ambiente y el usuario o aplicador.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
<b>DOCUMENTO NORMATIVO</b>		<b>PÁGINA 63 DE 64</b>
<b>FECHA: 27-SEPT-2001</b>		

solares y el calor excesivo, así como conservarse en un lugar fresco y seco.

Importante no aplicar ninguno de los sistemas anticorrosivos si no se cuenta con todos y cada uno de los materiales que los conforman.

curado o secado.

8. Para aplicación en caliente, aplicar el recubrimiento en caliente, vertiendo manualmente o con máquina aplicadora una capa fina y uniforme de primario utilizando el método de bandeado.

9. Pasar la palma de la mano en los traslapes para "suavizar" estos, tratando de "expulsar" el aire que pudiera quedar atrapado en los mismos. Al terminar la aplicación de un rollo en su totalidad, traslapar el siguiente con el inmediato anterior en la menos 4 pulgs. (10 cms.).

10. Repetir esta operación hasta proteger la superficie en su totalidad y, en caso necesario, lograr el traslape con el recubrimiento anterior, tal y como se anotó en el punto 7, si este fuera el caso.

11. Efectuar inspección visual para asegurar que no existen superficies sin aplicación de cinta. Si este fuera el caso, proteger los huecos con "pedazos" de otro rollo del mismo material. Poner especial énfasis en la "panza" del tubo...

12. Aplicar la protección mecánica final alrededor del tubo, encima de la cinta anterior, y en forma espiral con un traslape mínimo de 1 pulg. (2.5 cms.). Esta cinta deberá cubrir completamente a la protección anticorrosiva previamente aplicada.  
La cinta para protección metálica no requiere de tiempo de curado o secado.

**TABLA A9. LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS A BASE DE POLIURETANOS SOBRE TUBERÍA DE ACERO**

Antes de aplicación

Durante la aplicación

Después de la aplicación

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS  SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS  ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS  ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-026 PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b>
<b>DOCUMENTO NORMATIVO</b>		
<b>PÁGINA 64 DE 64</b>		
<b>FECHA: 27-SEPT-2001</b>		

Número de componentes: 2

Humedad relativa: máximo 60%

Inspección visual

Vigencia y fecha de caducidad

Temperatura de aplicación:  
Metal: 20 a 80 °C

Detección eléctrica de defectos  
Ver tabla 9B.

Tamaño de partícula

No de capas: 2 (20 mils cada una)

Espesor (Ver tabla 9B)

Debe cumplir los requerimientos especificados:  
Tablas 9A.

Equipo de aplicación:  
Equipo airless relación 30:1 con boquilla 535  
mínimo

Preparación superficial :  
SSPC-SP6 ó equivalente.

La superficie del tubo debe estar seca previo a la  
aplicación del recubrimiento

Inspección visual de la superficie

No aplicar sobre superficies húmedas o heladas