

N° de Documento: NRF-005-PEMEX-2000	 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS
Rev.: 0	
Fecha: 18-diciembre-2000	
PÁGINA 1 DE 34	SUBCOMITE TECNICO DE NORMALIZACION DE PGPB

PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
PÁGINA 2 DE 34		
DOCUMENTO NORMATIVO		

HOJA DE AUTORIZACIÓN

ELABORA:

Ing. Mario Nieto Garza
 Coordinador del Grupo de Trabajo

PROPONE:

Ing. Marcos Ramírez Silva
 Presidente del Subcomité Técnico de Normalización de PGPB

AUTORIZA:

Ing. Rafael Fernández de la Garza
 Presidente del CNPMOS

México D.F. a 18 de diciembre del 2000.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-diciembre-2000		PÁGINA 3 DE 34

<u>CAPÍTULO</u>	<u>CONTENIDO</u>	<u>PÁGINA</u>
0.	INTRODUCCIÓN.	5
1.	OBJETIVO.	6
2.	ALCANCE.	6
3.	ACTUALIZACION.	6
4.	CAMPO DE APLICACIÓN.	7
5.	REFERENCIAS.	7
6.	DEFINICIONES.	7
7.	SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS.	9
8	DESARROLLO.	10
8.1	Clasificación de los inhibidores	10
8.2	Propiedades y características de los inhibidores de corrosión.	11
8.3	Criterios generales para implantar un programa de protección interior de ductos con inhibidores.	11
8.4	Agentes corrosivos en los fluidos transportados en ductos.	11
8.5	Condiciones operativas en los ductos de transporte.	12
8.6	Seguimiento y monitoreo	12
8.7	Historial de servicio del ducto.	12
8.8	Limpieza interior de ductos.	12
8.9	Evaluación de los residuos desplazados en la limpieza interior de ductos.	13
8.10	Criterios para la ubicación de cupones corrosimétricos en ductos.	13
8.11	Selección de los puntos de inyección.	14
8.12	Compatibilidad entre los inhibidores inyectados y los materiales de la instalación de ductos.	14
8.13	Evaluación de corrosión interior en blanco.	15
8.14	Selección de inhibidores de corrosión.	15
8.15	Pruebas de aceptación de laboratorio.	16
8.16	Caracterización de los inhibidores.	19
8.17	Métodos para el control de calidad de los inhibidores de corrosión.	20

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
DOCUMENTO NORMATIVO		PÁGINA 4 DE 34
FECHA: 18-diciembre-2000		

<u>CAPÍTULO</u>	<u>CONTENIDO</u>	<u>PÁGINA</u>
8.18	Pruebas de aceptación de campo.	21
8.19	Documentos y registros.	26
9	RESPONSABILIDADES.	28
10.	CONCORDANCIA CON OTRAS NORMAS.	28
11.	BIBLIOGRAFÍA.	29
12.	ANEXOS.	30

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
PÁGINA 5 DE 34		
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-diciembre-2000		

0. INTRODUCCION.

Para controlar la corrosión interior en los ductos de transporte de hidrocarburos líquidos y gaseosos que contengan agentes agresivos o corrosivos, los Organismos Subsidiarios de Petróleos Mexicanos, han establecido programas preventivos y han hecho uso de diversas metodologías tomadas de referencias y prácticas recomendadas a nivel Nacional e Internacional. Las pruebas de laboratorio y de campo, especificaciones de calidad y selección de los inhibidores de corrosión, se ha realizado principalmente, con base en la experiencia y criterios establecidos en las áreas operativas, debido a los resultados obtenidos en la evaluación de la corrosión interior e inyección de inhibidores en ductos.

Durante este proceso se han realizado programas de investigación y desarrollo, en conjunto con Compañías Proveedoras de productos inhibidores de la corrosión, Compañías de servicio y Centros de investigación, a fin de establecer los procedimientos y prácticas de trabajo recomendadas para proteger de la corrosión interior a los ductos de transporte de hidrocarburos líquidos y gaseosos.

Los antecedentes de esta especialidad, demuestran que no existe una Norma Nacional o Internacional, que integre todas las variables y etapas que deben de considerarse en el diseño de un programa de evaluación de la corrosión y tratamiento con inhibidores en ductos, debido a que cada fluido presenta condiciones particulares debidas a su calidad, operación, mantenimiento, diseño y construcción del ducto y limpieza interior entre otros factores.

El desarrollo que ha experimentado esta especialidad, hace necesario actualizar los métodos para el control de calidad de los inhibidores de corrosión que se adquieran de las compañías fabricantes, uniformizar criterios sobre las técnicas disponibles para evaluar e implantar programas de protección interior de ductos con base en inhibidores de corrosión, así como la tecnología actualmente disponible, a fin de proteger eficientemente de la corrosión interior a los ductos de transporte de hidrocarburos.

Las Empresas de servicio, Compañías fabricantes de inhibidores, Instituciones de Educación Superior, Centros de Investigación y Organismos Subsidiarios de Petróleos Mexicanos que participaron en la elaboración de esta Norma de Referencia son:

Instituto Mexicano del Petróleo
Instituto de Investigaciones Eléctricas
Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
Universidad Nacional Autónoma de México
Agua Treat, S.A. de C.V.
Química Apolo, S. A de C.V.
Productos Rolmex, S.A. de C.V.
Galvanizadora Nacional
Preñi S.A.
Pemex Exploración y Producción
Pemex Refinación
Pemex Petroquímica
Pemex Gas y Petroquímica Básica
Petróleos mexicanos

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
PÁGINA 6 DE 34		
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-diciembre-2000		

1. OBJETIVO.

Establecer los criterios, metodologías, requisitos mínimos de calidad, especificaciones y pruebas de laboratorio y campo, que deben cumplir los inhibidores de corrosión que suministren las Compañías fabricantes, ya sea a través de Adquisiciones o por Licitaciones de Contratos.

2. ALCANCE.

Esta norma establece los criterios generales y requisitos mínimos de calidad que deben cumplirse para la selección, evaluación y aplicación de inhibidores de corrosión en los sistemas de ductos de los organismos subsidiarios de Petroleos Mexicanos.

3. ACTUALIZACION.

Las sugerencias para la revisión de esta Norma de Referencia, deben enviarse al Secretario Técnico de Normalización de Pemex Gas y Petroquímica Básica, quién deberá programar y realizar la actualización de acuerdo a la procedencia de las mismas. Sin embargo, esta Norma se debe revisar y actualizar, al menos, cada 5 años o antes, si las sugerencias o recomendaciones de cambio de cualquiera de las partes involucradas lo ameritan.

Las propuestas y sugerencias deben dirigirse por escrito a:
 Pemex Gas y Petroquímica Básica
 Subcomité Técnico de Normalización.
 Av. Marina Nacional # 329 Edificio B1 piso 8
 Col. Huasteca México D.F.
 C.P. 11311
 Tel Directo: 52325437
 Tel. Microondas: 55437

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
PÁGINA 7 DE 34		
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-diciembre-2000		

4. CAMPO DE APLICACIÓN.

Esta Norma es de observancia obligatoria en las adquisiciones, arrendamientos o contratación de los bienes objeto de las mismas, que se lleve a cabo por todas las áreas de Petróleos Mexicanos, Organismos Subsidiarios. Así como para todas las Compañías particulares que fabriquen, suministren productos inhibidores de corrosión y presten el servicio para la protección interior con inhibidores de corrosión, a ductos de transporte de hidrocarburos líquidos y gaseosos.

5. REFERENCIAS.

- 5.1. Norma Oficial Mexicana NOM-Z-12/1-1987 Muestreo para la inspección por atributos.
- 5.2. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SECRE-1997, Calidad del gas natural.

6. DEFINICIONES.

Para los propósitos de esta Norma se establecen las definiciones siguientes:

- 6.1 **Absorción:** La incorporación de una sustancia en otra, de tal manera que la sustancia absorbida pierde sus características identificables, mientras que la sustancia absorbente conserva la mayoría de sus aspectos físicos originales.
- 6.2 **Aditivo:** Sustancia que se añade en pequeñas proporciones a un medio para provocar un cambio ventajoso en alguna de sus propiedades.
- 6.3 **Adsorción:** Adhesión de las moléculas de gases o líquidos a la superficie de cualquier metal u otra sustancia.
- 6.4 **Condensado:** Hidrocarburo líquido resultado de enfriamiento de los vapores de un crudo o de un gas húmedo.
- 6.5 **Corrosión metálica:** Deterioro de un metal, generalmente un metal por la reacción química ó electroquímica con su medio.
- 6.6 **Disolvente:** Líquido en el cual se disuelven los activos para facilitar el manejo del producto, este puede ser agua o cualquier solvente orgánico como diesel, queroseno, aromina, diáfano, alcohol isopropílico, alcohol metílico, por mencionar algunos. Este componente no toma parte en la

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-diciembre-2000		PÁGINA 8 DE 34

eficiencia del inhibidor de corrosión, ya que solamente es el vehículo, pero tiene que ser compatible con el sistema a tratar y no alterar la calidad del fluido a tratar.

- 6.7 Gas amargo:** Gas natural que contiene azufre en forma de Sulfuro de Hidrógeno y mercaptanos.
- 6.8 Gas Asociado:** Gas que contiene una proporción de hidrocarburos condensables y que son recuperables como líquidos a la presión y temperatura ambientales.
- 6.9 Gas Húmedo:** Gas que contiene agua en alguna proporción.
- 6.10 Gas seco:** Gas natural con poco contenido de licuables, en cuya composición predomina el metano.
- 6.11 Ingrediente activo:** Sustancia contenida en una formulación que actúa como inhibidor de la corrosión. Una formulación puede contener una o mas sustancias o componentes activos.
- 6.12 Inhibidor de corrosión tipo fílmico:** Es un compuesto químico orgánico, que al dosificarse al interior de los ductos forma una película entre la pared metálica y el medio corrosivo disminuyendo la velocidad de corrosión interior.
- 6.13 Inhibidor de corrosión:** Compuesto químico o formulación, ya sea orgánico o inorgánico, que se adiciona al fluido transportado en concentraciones adecuadas para controlar o reducir la corrosión.
- 6.14 Medio amargo:** Se define al fluido que contiene sulfuro de hidrógeno.
- 6.15 Medio Dulce:** Se define al fluido que contiene bióxido de carbono.
- 6.16 Método de polarización lineal:** Es el método que se basa en perturbar el sistema +/- 20 milivolts, a partir del potencial de corrosión y medir la corriente neta dada por el sistema. La pendiente de la gráfica corriente vs potencial, proporciona el valor de Rp (resistencia a la polarización), para posteriormente calcular la velocidad de corrosión.
- 6.17 Método de resistencia eléctrica:** Es el método que se basa en la variación de la resistencia del electrodo que se encuentra en contacto con el fluido, debido a la disminución de la sección transversal del mismo, por efecto corrosivo del medio.
- 6.18 Mezcla aditiva:** Mezcla de dos o más compuestos inhibidores de corrosión, los cuales no interfieren entre sí para mejorar o disminuir la protección que se esperaría de cada uno aisladamente.
- 6.19 Mezcla antagonica:** Mezcla de dos o más compuestos inhibidores de corrosión que en forma conjunta tienen un efecto contraproducente, presentando niveles de protección inferiores a los esperados de cada compuesto aisladamente.
- 6.20 Mezcla envenenante:** Mezcla de dos o más compuestos inhibidores de corrosión que en forma conjunta aceleran el proceso de corrosión.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
PÁGINA 9 DE 34		
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-diciembre-2000		

- 6.21 Mezcla sinérgica:** Mezcla de dos o más compuestos inhibidores de corrosión que en forma conjunta alcanzan niveles de protección mayores a los esperados de cada compuesto aisladamente.
- 6.22 Monitoreo de la corrosión:** Determinación de la velocidad de corrosión en tiempo, mediante la aplicación de diferentes técnicas gravimétricas y electroquímicas.
- 6.23 Parafinas:** Familia de hidrocarburos alifáticos saturados (alcanos), con fórmula general $C(n)H(2n+2)$
- 6.24 Sonda corrosimétrica:** Elemento electrónico de medición de velocidad de corrosión por el principio de operación de resistencia eléctrica o resistencia a la polarización lineal, el cual mediante el apoyo de instrumentación adecuada puede obtener registros instantáneos acumulados, locales o remotos.
- 6.25 Técnica electroquímica:** Métodos de análisis basados en principios electroquímicos.
- 6.26 Técnica gravimétrica:** Método de análisis basado en pérdida de peso que sufre un material por efecto de la corrosión.
- 6.27 Testigo corrosimétrico:** Espécimen de material metálico de especificación conocida, también denominado "cupón", que se utiliza para hacer observaciones y mediciones gravimétricas de velocidad de la corrosión.

7. SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS.

- 7.1.** A/m² Densidad de corriente
- 7.2.** ASTM Sociedad Americana de Pruebas y Materiales.
- 7.3.** CO₂ Bióxido de carbono
- 7.4.** H₂S Acido sulfhídrico
- 7.5.** LFMN Ley Federal de Metrología y Normalización.
- 7.6.** MPA Milésimas de pulgada por año
- 7.7.** NACE Asociación Nacional de Ingenieros Corrosionistas.
- 7.8.** NMX Norma Mexicana.
- 7.9.** NOM Norma Oficial Mexicana.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
DOCUMENTO NORMATIVO		PÁGINA 10 DE 34
FECHA: 18-diciembre-2000		

- 7.10.** O₂ Oxígeno
- 7.11.** PEP Pemex-Exploración y Producción.
- 7.12.** PGPB Pemex-Gas y Petroquímica Básica.
- 7.13.** PEMEX Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios
- 7.14.** PPQ Pemex-Petroquímica.
- 7.15.** PREF Pemex-Refinación
- 7.16.** pH Potencial de Hidrógeno.
- 7.17.** ppm Partes por millón
- 7.18.** psia Libras por pulgada cuadrada absolutas
- 7.19.** RLFMN Reglamento de la Ley Federal de Metrología y Normalización
- 7.20.** Rp Resistencia a la polarización
- 7.21.** °C Grados Celsius o Centígrados

8. DESARROLLO

8.1 Clasificación de los inhibidores.

Existen varias formas de clasificar los inhibidores de corrosión, de las cuales la más aceptada es debida a su mecanismo de acción. Esta clasificación comprende a los inhibidores pasivadores, convertidores de película, inhibidores de adsorción ó filmicos, neutralizantes, secuestrantes y misceláneos. Los primeros tres grupos son los más numerosos y corresponden a compuestos que pueden formar barreras entre el metal y el medio agresivo, mientras que los secuestradores y neutralizadores actúan sobre el medio, eliminado agentes agresivos, tales como el ion hidrógeno o el oxígeno disuelto entre otros.

Para la protección interior de ductos, la familia de inhibidores más utilizada es la de los inhibidores que actúan por adsorción o filmicos. Este tipo de compuestos se adsorben sobre la superficie del metal formando películas delgadas que resultan de la atracción física o química entre el compuesto y la superficie del metal. Su nivel de protección depende tanto de su concentración, que conduzca a una cobertura de la superficie, como de la fuerza de atracción entre el metal y el

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
PÁGINA 11 DE 34		
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-diciembre-2000		

compuesto. Las barreras de inhibidor formadas son hidrofóbicas, las cuales rechazan la fase acuosa que contiene las especies corrosivas.

De acuerdo a otras formas de clasificación, estos inhibidores pueden clasificarse en anódicos, catódicos o mixtos, de acuerdo a la reacción que inhiben preferencialmente, o bien, de acuerdo a su composición química, estos compuestos son de tipo orgánico.

Por otro lado, dentro de los inhibidores misceláneos se encuentran los biocidas, los cuales son compuestos químicos que se utilizan para disminuir y controlar la población de bacterias. Pueden ser considerados como inhibidores de la corrosión, ya que al disminuir la población bacteriana, la corrosión ocasionada por la presencia de esta clase de microorganismos, también disminuye.

8.2 Propiedades y características de los inhibidores de corrosión.

Los inhibidores que se seleccionen para el control de la corrosión interior en ductos que transportan hidrocarburos dulces o amargos pueden ser:

- Formadores de película
- Solubles en aceite y dispersables en agua
- Solubles en agua y dispersables en aceite
- Parcialmente solubles en agua y en aceite
- Parcialmente dispersables en agua y aceite

8.3 Criterios generales para implantar un programa de protección interior de ductos con inhibidores.

Considerando que no existen antecedentes de Normas Oficiales Mexicanas, Normas Mexicanas o Normas Internacionales que proporcionen los elementos, para establecer criterios de actuación ante las múltiples variables involucradas en la evaluación, desarrollo e implantación de un programa de protección interior de ductos con inhibidores de corrosión en ductos de transporte de fluidos líquidos y gaseosos a cargo de los Organismos Subsidiarios de Petróleos Mexicanos, se desarrolló esta parte de la Norma, para que sirva como lineamiento general para los Usuarios y Proveedores de este servicio, sobre las innumerables variables que pueden estar involucradas en la protección interior de ductos con inhibidores de la corrosión.

8.4 Agentes corrosivos en los fluidos transportados en ductos.

No obstante que antes de la prestación del servicio de transporte por ducto, algunos de los hidrocarburos líquidos y gaseosos son sometidos a variados procesos de eliminación de impurezas, aún conservan contaminantes que pueden afectar la integridad física de las instalaciones de ductos, debido principalmente al fenómeno de corrosión interior.

Entre los agentes residuales agresivos o contaminantes más frecuentes que es posible detectar en los flujos de transporte por ducto, resaltan; bióxido de carbono (CO₂), oxígeno (O₂), ácido sulfhídrico (H₂S) y microorganismos principalmente, los cuales en presencia de humedad,

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
PÁGINA 12 DE 34		
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-diciembre-2000		

temperatura, presión, y condiciones operativas particulares, pueden provocar efectos sinérgicos o individuales, con los consecuentes daños por corrosión en el interior de los ductos. Por lo que, la evaluación de dichos contaminantes debe constituir el punto de inicio de cualquier programa de corrosión interior en ductos.

8.5 Condiciones operativas de los ductos de transporte.

Es de importancia fundamental conocer las condiciones operativas imperantes en un ducto o sistema de ductos, para implantar un programa de evaluación de la corrosión e inyección de inhibidores. Es necesario conocer el tipo de flujo del ducto, si es laminar o turbulento, continuo o intermitente, la temperatura, presión, volumen, pH, control de calidad del energético transportado, topografía del terreno y perfil del ducto, ubicación precisa de las instalaciones superficiales y subterráneas, composición del fluido, dimensiones del ducto y cualquier otra información relacionada con la instalación.

Generalmente los sistemas de transporte presentan operación que pueden variar debido a demandas de producto, reparaciones y limitaciones condiciones de operación del ducto, por lo cual la mayoría de los sistemas de transporte por ducto, se consideran como sistemas dinámicos.

8.6 Seguimiento y monitoreo.

Cualquier modificación, alteración o cambio en las condiciones operativas consideradas originalmente, pueden ocasionar un abatimiento en la eficiencia de los productos de inhibición de la corrosión diseñados específicamente para cada caso, por lo que se deben vigilar continuamente las condiciones operativas imperantes. Los productos inhibidores se fabrican para dar solución a problemáticas específicas, pero no para solucionar problemas de corrosión interior bajo cualquier circunstancia.

No existe un producto inhibidor universal para la corrosión interior de ductos, por lo que se deben conocer con precisión las características que presenta cada sistema, a fin de contar con los productos idóneos para cada caso.

8.7 Historial del servicio prestado por el ducto.

Se debe conocer el historial de servicio prestado por el ducto que se va a proteger con inhibidores de corrosión, principalmente, en lo que respecta al tipo de hidrocarburo transportado originalmente, ya sea amargo, dulce, líquido, gas o ambos, código y especificaciones de fabricación del ducto, presiones de operación de trabajo, regímenes operativos de flujo que puede ser continuo o en lotes. Esta información servirá de base para determinar el comportamiento del ducto y el programa de monitoreo adecuado.

8.8 Limpieza interior de ductos.

Para que los inhibidores de corrosión puedan ser efectivos, se requiere que los ductos mantengan un nivel de limpieza interior aceptable, para lo cual es necesario establecer un programa de limpieza en forma periódica, en función de los productos contaminantes, que debe considerar en

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-diciembre-2000		PÁGINA 13 DE 34

primera instancia, el trazo y perfil de los sistemas de ductos, instalaciones existentes superficiales y enterradas a lo largo de su trayectoria, cambios de dirección, espesores de pared de las líneas, condiciones operativas imperantes, trampas de diablos de envío y recibo. Esta información permitirá programar con las herramientas adecuadas, las corridas de dispositivos de limpieza para realizar con efectividad la limpieza interior, lo cual influirá definitivamente para establecer un programa eficaz de inyección y monitoreo de inhibidores de corrosión.

No obstante que pudiese haber tuberías en buenas condiciones a las que nunca se les haya corrido dispositivos de limpieza desde su construcción, lo más probable es que la mayoría hayan tenido mantenimiento de alguna clase. Entre los objetivos principales de correr diablos de limpieza destacan los siguientes:

- ✓ Eliminar residuos de sedimento, óxido, parafinas, humedad, contaminantes y bacterias entre otras sustancias.
- ✓ Controlar la calidad del fluido transportado
- ✓ Preparar la superficie interna del ducto para implementar y/o mejorar un programa de inyección de inhibidores
- ✓ Mantener la capacidad del ducto, debido a que los depósitos reducen el área interna de su sección transversal y afectan la eficiencia hidráulica del sistema.

La existencia de sedimentos como óxido o arena, favorecen la proliferación de bacterias y por tanto de la corrosión. La función principal de un diablo de limpieza es, remover los depósitos de la pared interna del ducto, desplazarlos y eliminarlos de su interior.

8.9 Evaluación de los residuos desplazados en la limpieza interior de ductos.

Se debe tener cuidado de recibir en recipientes adecuados los residuos desplazados por la limpieza interior en ductos con diablos, a fin de que sean analizados en un laboratorio especializado, y se asegure que los resultados obtenidos reflejen con certeza, la situación que priva en el interior de los ductos.

De los análisis de laboratorio, es posible inferir los fenómenos que se suscitan en el interior de los ductos de transporte, como puede ser la presencia de humedad, sulfuro de hierro, óxidos de hierro, crecimiento de bacterias, metales pesados y/o bentonita entre otros materiales, y estar en posibilidad de tomar las medidas correctivas necesarias.

8.10 Criterios para la ubicación de cupones corrosimétricos en ductos.

Para obtener información confiable del seguimiento de la corrosión, los puntos de monitoreo deben localizarse en donde se está presentando la corrosión o en el lugar donde es más factible que ocurra.

Al establecer un programa de evaluación de corrosión interior con cupones de corrosión en ductos, se debe de asegurar que existan suficientes accesorios en condiciones seguras para su monitoreo, lo cual debe considerarse desde el diseño de ductos nuevos.

En ductos en operación, se deben revisar los registros de fallas debidas a corrosión interior, a fin de identificar los puntos potenciales para evaluar la evolución de las áreas corroídas. Por otro lado,

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
PÁGINA 14 DE 34		
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-diciembre-2000		

se pueden realizar mediciones radiográficas o ultrasónicas del espesor de la tubería que arroje la inspección con diablo instrumentado, para identificar las áreas donde se está presentando la corrosión. En caso de ser posible se debe tomar la experiencia de otros sistemas similares y aplicarlo en los nuevos.

Para localizar los sitios de instalación de niples para el monitoreo y evaluación de la corrosión interior en ductos, se debe considerar lo siguiente:

- a) Areas estancadas de fluido.
- b) Corrientes de fluido con alta velocidad, donde se presenten puntos de choque.
- c) Puntos de flujo donde pueda haber entrada de oxígeno, en tanques, bombas y en líneas que conducen agua.
- d) Lugares donde es probable que se acumule agua en sistemas amargos, tal como succión de compresores, depuradores, separadores, líneas de eliminación de agua, en las plantas deshidratadoras, y sitios bajos en líneas de gas húmedo.
- e) Areas donde se tenga interfase líquido/vapor.
- f) Analizar flujos en sitios más agresivos.

Por otro lado, en ductos que manejan gas húmedo, se puede acumular agua en sitios bajos donde hay cambio de elevación en el ducto, ya que la corrosión se presenta donde se acumula el agua. En estos sistemas se debe de asegurar, que los cupones sean colocados de tal manera, para que permanezcan inmersos en la fase acuosa, y proporcionen una relación aceptable con las áreas corroídas. Asimismo, se deben localizar los cupones en una sección del ducto que estén libres de depósitos de parafina.

Los cupones de corrosión del tipo placa rectangulares, deben ser localizados en forma paralela al flujo para que sus caras no sean afectadas en forma irregular, esto debe tomarse en cuenta al momento de la instalación. Se debe indicar en el reporte, la localización exacta de la corrosión en el cupón, es decir arriba, a la mitad o en la parte baja. Cuando se tenga una cantidad baja de agua en el ducto, se debe de monitorear con niples de prueba, tal y como se menciona en el estándar NACE RP-0775 o equivalente.

En flujos multifásicos, las fases pueden estar dispuestas de diferente manera y orden por lo que, se debe tener precaución para asegurar que el cupón se exponga a la fase que se requiere. Por ejemplo, en un sistema de gas húmedo, los cupones se colocan cuando la tubería esté en posición vertical, para asegurar el contacto con la fase acuosa.

8.11 Selección de los puntos de inyección de inhibidores.

Los puntos de inyección de producto inhibidor se ubicarán en el origen o en los sitios donde se requiera de un sistema o tramo de ducto, y se instalarán para facilitar el manejo de los dispositivos de monitoreo con placas rectangulares o dispositivos de medición continua, en la parte superior del tubo.

Cuando se transporten líquidos, la inyección del inhibidor de corrosión puede efectuarse en la superficie interna del tubo evitando interferir con el flujo, para lo cual se utiliza una boquilla de

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-diciembre-2000		PÁGINA 15 DE 34

alimentación generadora de turbulencia. Cuando el producto transportado sea gas, se recomienda utilizar una boquilla de alimentación paralela al flujo.

8.12 Compatibilidad entre inhibidores inyectados y con los materiales de la instalación de ductos.

La inyección de inhibidores en un sistema de ductos, compuesto por un ducto troncal y ramales, debe considerar la naturaleza de los fluidos conducidos, direcciones, corrosividad, características de los inhibidores inyectados en cada punto, puntos de intersección de los fluidos, de manera que en los sitios de integración de los flujos con diferentes inhibidores, no se provoquen reacciones antagónicas o envenenantes. Por lo que la protección interior de ductos, se debe considerar como sistemas y no como ductos aislados.

La inyección de inhibidor en el fluido, ya sea en laboratorio o en campo, no debe representar ningún problema operativo, toxicidad, calidad lo cual para el caso del gas natural debe cumplir con la NOM-001-SECRE-1997, formación de espuma y generación de emulsiones, por mencionar algunos.

Asimismo, se deben considerar las propiedades de los materiales y accesorios que forman parte integral de las instalaciones de los ductos de transporte, ya que los inhibidores de la corrosión no deben alterar las propiedades del fluido transportado, dañar los empaques, sellos y accesorios de las bombas, válvulas, o sistemas de inyección de producto al ducto.

Previo a la adquisición de los inhibidores de corrosión interior para ductos, y para evitar problemas posteriores, se deben de considerar todos los factores y variables mencionadas, a fin de que los productos de inhibición de la corrosión sean eficientes durante su aplicación, asimismo, estos requerimientos, se deben relacionar en las bases de licitación para cumplimiento por parte de las Compañías proveedoras, de los requerimientos de Usuario.

8.13 Evaluación de corrosión interior en blanco.

Para conocer los niveles de corrosión que podrían estar presentes en los ductos de transporte, es conveniente que se evalúe en condiciones originales el ducto, comúnmente denominado en blanco o de referencia (sin inhibidor) con cupones corrosimétricos, o con cualquier otro medio, sobre la posible existencia de corrosión interior. Lo que servirá de base para definir la procedencia del fenómeno de corrosión y la posibilidad de establecer un sistema de control de la corrosión interior, o un programa de inyección de inhibidores.

8.14 Selección de inhibidores de corrosión.

Algunas de las consideraciones preliminares que deben tomarse en cuenta para la selección de un inhibidor de la corrosión son:

- 8.14.1** Conocer la composición del fluido, ya que está relacionada con la existencia de compuestos corrosivos como el ácido sulfhídrico, bióxido de carbono, determinación de parafinas o

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-diciembre-2000		PÁGINA 16 DE 34

asfaltenos, cloruros o bacterias, sustancias que dificultarán el mecanismo de formación de la película del inhibidor entre otros aspectos.

- 8.14.2** La relación de flujo/volumen, es determinante para calcular la dosificación del inhibidor necesario para proteger adecuadamente de la corrosión interior en un ducto.
- 8.14.3** Cuando se eleva la relación agua/aceite, el tiempo de contacto de un punto dado del sistema con el agua se incrementa, al igual que la velocidad de corrosión, por lo que, si el contenido de agua o la fase acuosa predomina, el criterio de selección debe ser orientado a un producto soluble en agua.
- 8.14.4** La temperatura es un factor de importancia en la selección de un inhibidor, ya que a mayor temperatura un inhibidor puede tornarse inefectivo, puede cambiar su solubilidad o degradarse, en temperaturas superiores a 150 °C son muy pocos los inhibidores que pueden permanecer efectivos, se deben realizar pruebas para determinar si el inhibidor cambia sus propiedades cuando se ve sometido a la temperatura máxima de operación del ducto.
- 8.14.5** Se deben realizar evaluaciones de compatibilidad del inhibidor con el fluido mismo, así como con otros productos que se adicionen al ducto, además de las pruebas de tendencia a la emulsión, formación de espuma y solubilidad del inhibidor en salmuera, con el fluido a donde se pretende mezclar.
- 8.14.6** Considerar las características particulares del fluido y del yacimiento de procedencia, volumen del producto manejado, especificaciones del ducto, servicio para el que fue diseñado, antecedentes de fugas por corrosión interior, así como el costo-beneficio.

8.15 Pruebas de aceptación de laboratorio.

Las pruebas de evaluación de laboratorio se diseñan para evaluar y obtener resultados confiables, reproducibles y comparables con las condiciones de campo. Para realizar una comparación y selección entre diferentes inhibidores, se deben realizar las evaluaciones del comportamiento anticorrosivo, calidad y resistencia eléctrica, para estar en posición de determinar la eficiencia, así como tendencia a la emulsión, formación de espuma, persistencia de película y compatibilidad de las muestras, al mismo tiempo y bajo las mismas condiciones.

Los métodos de evaluación de acuerdo al tipo de fluido evaluado, pueden ser gravimétricos, electroquímicos y porcentaje de área corroída.

En cualquiera de los métodos descritos, se debe perseguir simular las condiciones más cercanas a la realidad en campo, y considerar al menos, la información siguiente:

- Sistemas de flujo dinámico.
- Composición del fluido.
- Condiciones de operación.
- Limitaciones del tratamiento con inhibidores.

La consideración de pruebas de laboratorio específicas para determinar solubilidad, dispersabilidad y características de partición del inhibidor de corrosión, han arrojado resultados que proporcionan más elementos para realizar una selección efectiva del producto. Los factores ambientales, seguridad, salud

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-diciembre-2000		PÁGINA 17 DE 34

ocupacional y la toxicidad del inhibidor son factores que deben ser considerados en el proceso de evaluación del inhibidor de corrosión.

8.15.1 Pruebas para oleoductos, oleogasoductos y gasoductos.

La evaluación será de aceptación a nivel laboratorio, para inhibidores formadores de película a aplicarse en oleoductos, oleogasoductos y gasoductos.

8.15.2 Prueba gravimétrica.

La prueba se denomina prueba de la rueda (wheel test), la cual es una evaluación dinámica que consiste en colocar varios fluidos (derivados del petróleo, agua e inhibidor) en una botella, introduciendo en ésta un cupón metálico, purgándola con gas antes de tajarla (CO₂ o H₂S según sea el medio donde se aplicarán los inhibidores); la botella ó celda de prueba se somete a agitación dentro del equipo "wheel test", y una vez transcurrido el tiempo de prueba se retiran los cupones metálicos, se limpian y se pesan para determinar el peso perdido y posteriormente calcular la velocidad de corrosión así como la eficiencia del inhibidor probado.

El procedimiento de la prueba se debe realizar de acuerdo al método establecido por la **NACE 1D-182**, o equivalente. en donde se describe la preparación de la salmuera, dimensionamiento de los cupones corrosimétricos, equipo utilizado, condiciones de la prueba y cálculo de resultados.

El método de la NACE indica que algunas consideraciones de la prueba no están completamente definidas. Por lo que, para que los usuarios puedan obtener valores de eficiencia de inhibidor comparables y repetibles, a continuación con base en pruebas empíricas y resultados positivos, se indican los requerimientos que deben de incluirse en la prueba:

- ◆ Acondicionamiento de la salmuera de campo o sintética para eliminar oxígeno.
- ◆ Contar con querosina o condensado de campo tratado con carbón activado
- ◆ La relación salmuera/aceite debe ser 9/1.
- ◆ La concentración de H₂S debe ser 600 ppm +/- 50 ppm, cuando el medio es amargo.
- ◆ La concentración de CO₂ es hasta saturación.
- ◆ El tiempo de prueba es de 24 horas, y
- ◆ Las concentraciones del inhibidor para evaluación deben ser; 10, 25, 50 y 100 ppm.

Estas mismas consideraciones se deben tomar en cuenta para las pruebas electroquímicas.

8.15.3 Pruebas Electroquímicas

Estos métodos miden la velocidad de reacción de corrosión de una muestra de metal de interés en un medio de prueba. Los métodos electroquímicos disponibles requieren de instrumentación especializada y la utilización de un medio de prueba acuoso. Los métodos de prueba que se describen a continuación, conducen a obtener experimentalmente la resistencia a la polarización (Rp), la cual es inversamente proporcional a la velocidad de corrosión. El procedimiento de prueba utilizando resistencia a la polarización lineal se describe en el documento NACE 1D196 y el método en el documento ASTM G59 y D2776 o equivalente.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-diciembre-2000		PÁGINA 18 DE 34

Existen métodos alternativos para medir velocidades de corrosión tales como; Extrapolación de Tafel (ASTM G-5), Impedancia Electroquímica (ASTM G106) y Ruido Electroquímico (ASTM G1.11.04) o equivalente.

8.15.4 Criterios de aceptación para pruebas electroquímicas y gravimétricas.

Los inhibidores de corrosión que se aprueben serán aquellos que proporcionen una eficiencia de al menos 90 %.

La eficiencia de protección de los inhibidores de corrosión se evalúa al medir las velocidades de corrosión bajo un mismo método de prueba con y sin inhibidor (conocida como en blanco o de referencia).

El método usual de reportar la eficiencia de corrosión es en porcentaje de protección, definido como:

$$\text{Porcentaje de protección o Eficiencia} = \frac{\text{VelCorr}_{s/i} - \text{VelCorr}_{c/i}}{\text{VelCorr}_{s/i}} \times 100$$

Donde *VelCorr* es la velocidad de corrosión y los subíndices *s/i* y *c/i* indican sin inhibidor y con inhibidor, respectivamente. La velocidad de corrosión puede expresarse en unidades velocidad de penetración como milésimas de pulgada por año, MPA; en unidades internacionales (SI), mm/año o en unidades de cinética electroquímica en A/m².

8.15.5 Pruebas para ductos que transportan gasolinas y productos destilados del petróleo.

Los inhibidores que se van a utilizar en ductos que transportan productos destilados tales como gasolina, querosina y diesel entre otros, deben evaluarse y aceptarse en primera instancia a nivel laboratorio. El procedimiento de prueba se debe realizar con base al método **NACE TM 0172** última versión, o equivalente.

En este método se determinan las características corrosivas por medio de manchas, causadas por el destilado con y sin inhibidor. La aparición de mayor cantidad de manchas indicará tendencia corrosiva. De acuerdo al porcentaje de manchas que el inhibidor ayude a disminuir, se considerará si el producto es aceptado para proteger los ductos que transportan productos destilados.

Para que la prueba pueda proporcionar resultados confiables, se debe asegurar que la gasolina o productos destilados, estén libres de trazas de otro inhibidor u otros productos existentes en el punto de muestreo, que puedan interferir en el funcionamiento y evaluación del inhibidor de interés.

El método NACE TM 0172 proporciona la clasificación del ataque a los cupones expuestos al producto transportado con el inhibidor en el fluido. A continuación se proporcionan en la tabla siguiente, las clasificaciones de los inhibidores de prueba, de acuerdo a los porcentajes de áreas de prueba corroídas en los cupones expuestos al medio con inhibidor:

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-diciembre-2000		PÁGINA 19 DE 34

Tipo	Proporción de superficie de prueba corroída (%)
A	0
B++	Menos de 0.1% (2 o 3 manchas no mayores de 1 mm de diámetro)
B+	Menos de 5
B	5 a 25
C	25 a 50
D	50 a 75
E	75 a 100

Un método alternativo para evaluar este tipo de fluidos, consiste en determinar la velocidad de corrosión, mediante métodos gravimétricos o electroquímicos en la fase acuosa.

Es conveniente mencionar, que existen ciertos productos destilados como la turbosina, utilizada como combustible de propulsión en los aviones, que requiere mantener condiciones muy rigurosas de calidad, por lo que, las áreas operativas responsables de su transporte en coordinación con los consumidores, deben definir en los casos en que exista corrosión interior, la aprobación de adición de inhibidores de corrosión, y en su caso en que condiciones y concentraciones se realizaría.

8.15.6 Criterio de aceptación.

De acuerdo a lo indicado en el método de prueba anterior, para productos destilados, los inhibidores de corrosión deben proporcionar una eficiencia mínima de protección de B++.

8.15.7 Pruebas de corrosión interior en ductos que transportan productos petroquímicos

Para este tipo de fluidos no existen procedimientos reconocidos para determinar la protección interior de líneas de transporte, ya que los fluidos se manejan prácticamente en concentraciones de 100%, libres de humedad y contaminantes.

8.16 Caracterización de los inhibidores.

Si el producto inhibidor es aceptado en las pruebas de comportamiento a nivel laboratorio, se debe proceder a realizar la caracterización correspondiente, la cual consiste en determinar los valores de diferentes parámetros físicos y químicos. Esta información servirá de base para posteriormente establecer los parámetros y valores de control de calidad que deben cumplir los productos inhibidores de corrosión para cada programa que se establezca de inyección de inhibidores de corrosión.

Las pruebas de caracterización son prácticamente las mismas que se realizarán posteriormente, para el control de calidad de estos productos, a los nuevos lotes que se adquieran a través de Licitaciones y/o asignaciones por medio de contratos de suministro. Tales pruebas son las siguientes, o sus equivalentes.

PROPIEDAD	MÉTODO DE PRUEBA
A) Eficiencia de inhibidores utilizados en oleoductos, gasoductos y/o oleogasoductos.	NACE 1D-182

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
DOCUMENTO NORMATIVO		PÁGINA 20 DE 34
FECHA: 18-diciembre-2000		

B) Eficiencia de inhibidores utilizados para ductos de transporte de gasolina y destilados	NACE TM-0172
1) Espectrograma de infrarrojo	ASTM E-168
2) pH	ASTM-D-1293
3) Densidad	ASTM-D-1475
4) Viscosidad	ASTM-D-2983
5) % de Principio Activo	Variable que depende del tipo de inhibidor y de la metodología de evaluación que proporcione el proveedor.
6) Apariencia	Visual

8.17 Métodos para el control de calidad de los inhibidores de corrosión

El objetivo de estos análisis es el establecer, mantener y garantizar un estricto control de calidad de los inhibidores de corrosión que suministren los fabricantes en cada lote, para la protección interior de ductos de transporte a cargo de los Organismos Subsidiarios de Petróleos Mexicanos.

Para el control de calidad de los inhibidores de corrosión, se deben realizar los análisis de laboratorio que se indican en la siguiente tabla. Cualquier variación de las propiedades del inhibidor que no esté dentro de los valores permitidos, será motivo de rechazo del producto, y no se utilizará en las aplicaciones de campo, hasta que cumpla con los parámetros de calidad establecidos en la tabla siguiente:

PROPIEDAD	VARIACIÓN PERMITIDA O VALORES REQUERIDOS
A) Eficiencia de inhibidores utilizados en oleoductos, oleogasoductos y gasoductos.	MAYOR DEL 90 %
B) Eficiencia de inhibidores utilizados en ductos de transporte de gasolina y destilados	B++
1) Espectrograma de Infrarrojo	Se deben tener los picos principales exactamente a la misma longitud de onda que presente la muestra original.
2) pH	0.5 unidades de pH

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
DOCUMENTO NORMATIVO		PÁGINA 21 DE 34
FECHA: 18-diciembre-2000		

3) Densidad	5 %
4) Viscosidad	5 %
5) % de Principio Activo	Se establecerá el mínimo, dependiendo del valor de la muestra original.
6) Apariencia	La de origen en el patrón predeterminado.

Para el caso de los inhibidores utilizados en oleoductos, oleogasoductos y gasoductos, se deben realizar las pruebas indicadas del (1) al (6), y del punto (A).

Para el caso de gasolina y productos destilados, aplica la prueba del punto (B) como método de control de calidad, y los descritos del (1) al (6).

Para determinar el valor del Principio Activo de un producto inhibidor, la Compañía proveedora debe entregar muestra representativa del inhibidor, y facilitar el procedimiento y técnica para determinar la concentración del Activo dentro del producto. Se debe implementar y realizar la prueba a través del IMP u otro laboratorio acreditado. Esta información será manejada de manera confidencial por Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios así como por la Compañía evaluadora del producto.

Para asegurar que el proceso de adquisición de inhibidores, ya sea a través de licitación o asignación directa de los proveedores, se cumpla satisfactoriamente, se deben realizar muestreos de los diferentes productos que se suministren, de acuerdo a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-Z-12/1, referente a "Muestreo para la inspección por atributos parte 1: información general y aplicaciones"

8.18 Pruebas de aceptación de campo

Las pruebas de laboratorio auxilian en la selección de los inhibidores de la corrosión, pero no son determinantes, por lo que deben realizarse evaluaciones de campo para asegurar que su comportamiento y eficiencia de protección se mantengan, y por otro lado, para determinar la dosificación óptima a la que deben ser utilizados estos productos en un ducto determinado. Para que una prueba de campo sea confiable y representativa, se debe considerar lo siguiente:

- 8.18.1 Se realizarán evaluaciones de compatibilidad del inhibidor con otros productos que se adicionen a la línea, además de las pruebas de posible tendencia a la emulsión, formación de espuma y solubilidad del inhibidor en salmuera, con el fluido a donde se pretende adicionar.
- 8.18.2 Con base en las pruebas de laboratorio, el proveedor recomendará el volumen necesario de inhibidor y la duración de cada una de las etapas de tratamiento, sean éstas choque, formación de película y optimización según las características de cada ducto, lo cual se debe incluir en su propuesta técnica.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
DOCUMENTO NORMATIVO		PÁGINA 22 DE 34
FECHA: 18-diciembre-2000		

8.18.3 El producto inhibidor adquirido debe ser inspeccionado y muestreado, para realizar los análisis respectivos de control de calidad en un Laboratorio Certificado o en el Instituto Mexicano del Petróleo, como se menciona en el punto 12.

8.18.4 De acuerdo con lo anterior, se compararán los resultados de los análisis efectuados a las muestras ya sea de campo o de los lotes que se reciben, contra la caracterización de la muestra original, determinándose la aceptación o rechazo de los mismos. No se efectuará la prueba de campo si los lotes de inhibidor no son aprobados en las pruebas de control de calidad.

8.18.5 La información obtenida de las características del fluido, es útil para determinar la influencia de cada parámetro cuando cambie la velocidad de corrosión y no atribuir las variaciones necesariamente al producto inhibidor adicionado. Cuando se utilice la técnica gravimétrica, se podrá muestrear el fluido de manera paralela durante la instalación y retiro del cupón de corrosión.

a). Se debe llevar registro continuo y control estadístico en base de datos, tanto de los contaminantes presentes en el fluido, como de las condiciones operativas imperantes en el sistema, a efecto de evaluar la eficiencia del inhibidor utilizado. Algunos parámetros importantes son:

- 1) Agua.
- 2) Bióxido de carbono.
- 3) Ácido sulfhídrico.
- 4) Oxígeno.
- 5) Bacterias Sulfato Reductoras (B.S.R.).
- 6) Sedimentos
- 7) Cloruros
- 8) Flujo manejado
- 9) Temperatura de operación
- 10) Presión de operación

b). Al agua separada del hidrocarburo, se le debe determinar lo siguiente:

- 1) Hierro total
- 2) Manganeseo
- 3) Cloruros
- 4) pH
- 5) Gases disueltos
- 6) Calcio
- 7) Magnesio
- 8) Sulfatos
- 9) Sólidos totales disueltos
- 10) Conductividad

c). En caso de que no sea posible determinar alguno de los parámetros o sustancias mencionadas en los puntos anteriores, se debe indicar la causa en el reporte de evaluación del producto.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
DOCUMENTO NORMATIVO		PÁGINA 23 DE 34
FECHA: 18-diciembre-2000		

- 8.18.6** Se debe determinar en campo la velocidad de corrosión en blanco, antes de la inyección del inhibidor que se desea probar. Cuando se obtengan velocidades de corrosión en blanco menores a 1 mpa, no será necesario dosificar un inhibidor de corrosión si se está monitoreando en los lugares considerados como críticos.
- 8.18.7** Después de determinar la velocidad de corrosión en blanco como lo indica el punto anterior, y de acuerdo a los resultados obtenidos, se evaluará la procedencia de correr un diablo de limpieza para eliminar productos de corrosión y/o sedimentos que pudieran estar adheridos en el interior del ducto, ya que esto dificultaría la acción protectora del inhibidor.
- 8.18.8** Posterior a los pasos anteriores, se iniciará de inmediato la dosificación de inhibidor tanto para la protección del tubo como para comenzar la evaluación del inhibidor de corrosión que se desee probar.
- 8.18.9** El tiempo para realizar la prueba de campo será máximo de 4 meses, para monitoreos de la velocidad de corrosión mensualmente con el método gravimétrico. En caso de utilizar la técnica de resistencia eléctrica o electroquímica, el tiempo de la evaluación del producto inhibidor será menor. Es necesario tomar en cuenta que las condiciones del sistema sean estables y se puedan obtener valores representativos de la protección interior del ducto.
- 8.18.10** El Usuario debe analizar los resultados obtenidos durante la prueba, e indicar la aceptación o rechazo del inhibidor para el tratamiento interior del ducto.
Los métodos para la evaluación de la corrosión interior en ductos y de eficiencia de los inhibidores de corrosión, se describen a continuación:

8.18.11 Prueba Gravimétrica

Las pruebas se realizarán mediante la instalación de cupones corrosimétricos, los cuales serán pesados al inicio y al final de la prueba, para que con base en su diferencia de peso, se calcule la velocidad de corrosión. El tiempo de exposición será de 30 días, tanto para la evaluación en blanco como para la evaluación con inhibidor a las diferentes concentraciones. Una vez transcurrido el tiempo de prueba, se retirará el cupón metálico, se limpiará y se pesará para determinar la diferencia de peso del testigo y la velocidad de corrosión.

8.18.11.1 Criterio de Aceptación

Se aceptará el inhibidor de prueba que abata la velocidad de corrosión a menos de 2 MPA.

8.18.12 Prueba de Resistencia Eléctrica.

El método se basa en el cambio de la resistencia eléctrica de un elemento metálico de medición cuando su área transversal disminuye debido al desgaste por corrosión. Las mediciones de resistencia eléctrica podrán realizarse en forma manual o automática, de manera periódica.

A continuación se mencionan algunas consideraciones que se deben de tener en cuenta cuando se elija utilizar esta técnica de medición de la corrosión:

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
		PÁGINA 24 DE 34
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-diciembre-2000		

8.18.12.1 Selección y preparación de la probeta

El cuerpo de la probeta deberá ser compatible con el niple de acceso, para ser instaladas o retiradas bajo presión. Los nipples mencionados son generalmente de 2" y se utilizan también para monitorear la velocidad de corrosión mediante cupones gravimétricos.

El elemento metálico de la probeta será de acero al carbón SAE-1018 o SAE-1010 o equivalente. Si se reutiliza una probeta en un sistema, ésta se deberá limpiar con acetona o algún derivado ligero de hidrocarburo, antes de que sea instalada, con el fin de remover óxidos o películas de inhibidor, desengrasar de ser necesario para completar la limpieza. La operación descrita provocará un cambio en la lectura, por lo que es conveniente que se efectúe la primera lectura inmediatamente a su instalación.

8.18.12.2 Instalación de la Probeta.

Para la instalación o retiro de la probeta, se deben tener en cuenta las consideraciones siguientes:

1. La superficie del elemento sensor de la probeta a utilizar no deberá presentar signos de daños mecánicos.
2. Se deberá tener cuidado durante la instalación y manejo de la probeta, para evitar la alteración de la superficie del elemento metálico.
3. La probeta deberá instalarse en una posición representativa en el fluido corrosivo, evitando su colocación en puntos muertos, donde las condiciones de temperatura y flujo no representan al sistema real.
4. Al instalar y registrar lecturas, se deberá tener precaución de no dañar las conexiones de la probeta.
5. Verificar la correcta operación del equipo de medición, utilizando para ello una probeta de referencia.
6. Efectuar la lectura inmediatamente después de instalada la probeta de medición. Transcurrido un día se considera que el elemento sensor se encuentra estable.
7. Efectuar una medición diaria, durante dos semanas.
8. Comparar los resultados obtenidos mediante este método contra los de la técnica gravimétrica, para una mejor interpretación.

El procedimiento de la prueba se deberá apoyar para su realización, en el método de prueba última versión de la **ASTM G-96** o equivalente.

8.18.12.3 Criterios de Aceptación

El inhibidor de prueba que abata la velocidad de corrosión a menos de 2 mpa será aceptado.

Es conveniente asegurarse, que el inhibidor que se va a inyectar al sistema no reaccione o presente condiciones desfavorables a la operación y/o calidad del fluido transportado, debido a la

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
PÁGINA 25 DE 34		
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-diciembre-2000		

formación de emulsiones o espuma, solubilidad y compatibilidad con otros productos, para lo cual se deberán realizar las pruebas indicadas en el apartado de ANEXOS.

8.18.13 Pruebas Electroquímicas

8.18.13.1 Selección y Preparación de Probetas

El cuerpo de las probetas electroquímicas deben ser compatibles con el niple de acceso de 2", para ser instaladas o retiradas bajo presión.

La probeta contará con dos o tres elementos metálicos que son expuestos al fluido corrosivo. Los elementos metálicos de la probeta serán de acero al carbón SAE-1018 o SAE-1010. Previo a su instalación o reutilización, la probeta deberá presentar una superficie limpia de grasas u óxidos, por lo que deberá pulirse con lija y limpiarse con acetona o algún derivado ligero de hidrocarburo, antes de que sea instalada.

8.18.13.2 Instalación de la probeta

Para la instalación o retiro de la probeta, se deberán tener en cuenta, además de las consideraciones enumeradas para la prueba de resistencia eléctrica, el contacto de la probeta con la fase acuosa, ya sea mediante su colocación en sitios en donde las condiciones de flujo del ducto aseguren su mojado o través de su colocación en trampas de agua. Alternativamente, es posible realizar mediciones en muestras de agua del ducto obtenidas de separadores de fases, tanques de almacenamiento de agua de ductos o de operaciones de limpieza.

8.18.13.3 Determinación de la velocidad de corrosión

La velocidad de corrosión se obtiene como densidad de corriente, A/m^2 , aunque puede ser expresada también como MPA. Algunos equipos comerciales calculan y presentan automáticamente las velocidades de corrosión. Ambos métodos son aceptables.

Al efectuar las mediciones, se deben tomar en cuenta las consideraciones siguientes:

- a) Seguir el cambio del potencial de corrosión en el tiempo. Efectuar la primera medición de corrosión al estabilizarse el potencial de corrosión. Esto puede tomar desde algunos minutos hasta algunas pocas horas, dependiendo del fluido del ducto. Esperar nuevamente la estabilización del potencial antes de iniciar la siguiente medición.
- b) La frecuencia de muestreo dependerá del método electroquímico seleccionado y de las necesidades del usuario. Por ejemplo, en una prueba corta se puede registrar la velocidad de corrosión cada 5 minutos, o bien, en un seguimiento largo una medición diaria en forma continua.
- c) Graficar las lecturas obtenidas contra el tiempo.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
DOCUMENTO NORMATIVO		PÁGINA 26 DE 34
FECHA: 18-diciembre-2000		

- d) Las variaciones en las velocidades de corrosión que resultan de la adición de inhibidores se reflejan en una disminución de al menos de un orden de magnitud respecto al blanco. La velocidad de corrosión representativa para un intervalo de tiempo, será la que resulte del promedio de velocidades registradas en dicho intervalo.

Para una mejor interpretación, se deben comparar los resultados obtenidos mediante este método contra la técnica gravimétrica o de resistencia eléctrica.

8.18.13.4 Criterios de Aceptación

El inhibidor de prueba que abata la velocidad de corrosión a menos de 2 mpa será aceptado

8.19 Documentación y Registros.

8.19.1 Sistema de aseguramiento de calidad.

Las compañías fabricantes de productos inhibidores de la corrosión, deben contar con un sistema de aseguramiento de calidad y procedimientos administrativos y operativos establecido. De acuerdo a las normas mexicanas NMX-CC que están citadas en la bibliografía, o equivalentes. Los manuales deben estar a disposición de Petróleos Mexicanos u Organismos Subsidiarios cuando éste lo solicite.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
DOCUMENTO NORMATIVO		PÁGINA 27 DE 34
FECHA: 18-diciembre-2000		

8.19.2 Rastreabilidad.

El sistema de aseguramiento de calidad particular de cada fabricante debe incluir un procedimiento específico de rastreabilidad del producto, desde la identificación de la materia prima hasta el producto final, incluyendo todas y cada una de las etapas de fabricación.

Los registros de este procedimiento de rastreabilidad, deben entregarse al inspector de Pemex en todas las órdenes de compra.

8.19.3 Certificación.

Los fabricantes de productos inhibidores de la corrosión deben entregar a Petróleos Mexicanos u Organismos Subsidiarios, los certificados de cumplimiento de calidad correspondientes avalados por el IMP, por un laboratorio acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditación, o bien que sea reconocido por el usuario del inhibidor, que establezca que las materias primas y productos terminados de inhibidores de corrosión han sido fabricados, muestreados, probados e inspeccionados de acuerdo a esta norma y demás especificaciones de referencia.

8.19.4 Documentos y Registros.

El fabricante debe entregar al comprador la documentación o registros citados a continuación, antes del inicio de la elaboración, durante la elaboración y junto con el producto terminado:

8.19.5 Antes

- Certificado de calidad de la materia prima utilizada para la elaboración de inhibidores de corrosión.
- Procedimientos de elaboración de los productos inhibidores.
- Procedimientos de prueba para los productos elaborados.
- Procedimiento de los métodos de inspección.
- Procedimiento de rastreabilidad.
- Procedimientos de fabricación de los productos inhibidores.
- Procedimiento análisis químicos.
- Procedimientos de caracterización.
- Certificado de proveedor confiable.
- Certificados de aprobación de pruebas de caracterización y eficiencia.
- Certificado de los instrumentos empleados en las inspecciones o pruebas.
- Certificados de calificación del personal que realiza las pruebas.
- Resultados de las aplicaciones de campo que se hayan tenido en medios similares.
- Los Organismos Subsidiarios deben proveer de la información operativa requerida por el Proveedor, para que éste tenga la posibilidad de diseñar un efectivo programa de protección interior de la corrosión en ductos con inhibidores.

8.19.6 Durante

- Reconocimiento de la experiencia del personal que realiza las pruebas de eficiencia y caracterización.

SI LOS SELLOS DE ESTE DOCUMENTO NO ESTAN EN ORIGINAL, NO ES DOCUMENTO CONTROLADO

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
DOCUMENTO NORMATIVO		PÁGINA 28 DE 34
FECHA: 18-diciembre-2000		

- Certificados de calibración de los instrumentos empleados en la inspección o pruebas.
- Establecer entre ambas partes, un programa y período de evaluación de los productos inhibidores de la corrosión.
- Contar con los dispositivos disponibles de monitoreo de evaluación de la corrosión, e instalados en el sistema de ductos de interés.

8.19.7 Después

- Registros de las dosis inyectadas de inhibidor al sistema.
- Registro de velocidades de corrosión posteriores a la inyección del inhibidor de corrosión.
- Registros retrospectivos y comparativos de la eficiencia actual en evaluación y de los métodos y efectividad de los sistemas utilizados anteriormente.

9 RESPONSABILIDADES

9.1 Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.

Vigilar la aplicación de esta Norma de Referencia, en lo que se refiere al cumplimiento de los parámetros establecidos sobre pruebas de laboratorio y campo, requisitos de calidad y caracterización. Monitorear y dar seguimiento al comportamiento del proceso de corrosión durante el tiempo de aplicación del inhibidor al ducto.

Promover la revisión de aquellos aspectos que sean obsoletos, e incluir las nuevas tecnologías aplicables a la protección interior de ductos.

9.2 Compañías fabricantes, prestadores de servicio e Instituciones de Investigación y de Educación Superior, relacionadas con la protección interior de ductos con inhibidores.

Cumplir lo establecido en esta Norma de Referencia, promover la inclusión de los procedimientos, metodologías, y prácticas probadas ya sea en el País o en el extranjero en la inyección de inhibidores de corrosión en ductos.

9.3 Subcomité Técnico de Normalización de Pemex Gas y Petroquímica Básica.

Establecer comunicación con las áreas usuarias de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios, así como con los fabricantes y proveedores de inhibidores de corrosión, con el fin de asegurar que esta Norma de Referencia se mantenga actualizada, incorporando las nuevas tecnologías que provean los medios para cumplir los requerimientos establecidos en este documento.

10 CONCORDANCIA CON OTRAS NORMAS

Esta Norma de Referencia aplicable a los ductos de transporte de hidrocarburos líquidos, gaseosos y otros fluidos, no concuerda con Normas Nacionales e Internacionales al momento de su elaboración.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
DOCUMENTO NORMATIVO		PÁGINA 29 DE 34
FECHA: 18-diciembre-2000		

11 BIBLIOGRAFÍA.

- 11.1 NACE MRO 175-98
- 11.2 NACE RP-0775.
- 11.3 NACE 1D-182
- 11.4 NACE 1D196
- 11.5 NACE TM 0172
- 11.6 ASTM G59
- 11.7 ASTM D2776
- 11.8 ASTM G-5
- 11.9 ASTM G-106
- 11.10 ASTM G1.11.04
- 11.11 ASTM-E-168
- 11.12 ASTM-D-1293
- 11.13 ASTM-D-1475
- 11.14 ASTM-D-2983
- 11.15 Ley Federal de Metrología y Normalización.
- 11.16 Reglamento de la Ley Federal de Metrología y Normalización.
- 11.17 Norma Mexicana NMX-CC-013 Criterios generales para la operación de los laboratorios de prueba
- 11.18 Norma Mexicana NMX-CC-003-1995-IMNC .- sistemas de calidad-modelo para el aseguramiento de calidad aplicable al proyecto/diseño, la fabricación, la instalación y el servicio
- 11.19 Norma Mexicana NMX-CC-004-1995-IMNC .- sistemas de calidad-modelo para el aseguramiento de calidad aplicable a la fabricación e instalación
- 11.20 Norma Mexicana NMX-CC-005-1995-IMNC .- sistemas de calidad-modelo para el aseguramiento de calidad aplicable a la inspección y pruebas finales.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
		PÁGINA 30 DE 34
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-diciembre-2000		

12 ANEXOS.

Cuando la formación de emulsiones, espuma, solubilidad del inhibidor y compatibilidad con otros productos inhibidores de la corrosión interior en ductos, pueda representar algún tipo de problema en el manejo del fluido debido a; calidad, operación y/o cualquier otra problemática, deberán realizarse las pruebas correspondientes de acuerdo a los anexos que se citan a continuación, así mismo en la preparación y manejo de testigos corrosimétricos.

Anexo 1.- Hojas de registro de dosificación de inhibidor y selección de inhibidor.

Anexo 2.- Flujograma para la selección de un inhibidor

Anexo 3.- Flujograma para la selección del punto de reinyección de inhibidor

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
PÁGINA 31 DE 34		
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-diciembre-2000		

ANEXO 1.

Formato 1

0 DOSIFICACION DEL INHIBIDOR

NOMBRE DE LA LINEA _____

LOCALIZACION _____

FECHA _____ HORA _____

FLUIDO TRANSPORTADO _____

FLUJO: CONTINUO  INTERMITENTE 

EN CASO DE SER INTERMITENTE, ¿QUE LAPSO DE TIEMPO PERMANECE SIN ENVIO?

_____ VEL. DE CORROSION DEL FLUIDO _____ mpa.

INHIBIDOR DE CORROSION EMPLEADO _____

CONCENTRACION (ppm) DEL INHIBIDOR EMPLEADO _____

GASTO DEL INHIBIDOR (l/DIA) _____

CONDICIONES EN QUE SE ENCUENTRA EL SISTEMA DE INYECCION DE INHIBIDOR
(BOMBAS DE DOSIFICACION, TANQUES DE ALMACENAMIENTO, NIVELES, ETC.)

SUPERVISOR

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
PÁGINA 32 DE 34		
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-diciembre-2000		

Formato 2

1 SELECCION DEL INHIBIDOR

INHIBIDOR _____

CARACTERISTICAS DEL FLUIDO:

	SI	NO
CO ₂		
H ₂ S		
O ₂		
H ₂ O		% _____
B.S.R.		

CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DEL INHIBIDOR DE LA CORROSION, RESPECTO A LAS ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO. [CONTROL DE CALIDAD]

SOLUBLE EN AGUA
 SOLUBLE EN ACEITE

DISPERSABLE EN AGUA
 DISPERSABLE EN ACEITE

CUMPLE NO CUMPLE

APARIENCIA _____
 DENSIDAD (g/cm³ A 25 °C) _____
 VISCOSIDAD (cps A 25°C) _____
 pH _____
 % DE ACTIVO O No. DE AMINA _____

EVALUACION DE PRUEBAS DE LABORATORIO EFECTUADAS

POSITIVO NEGATIVO

FORMACION DE ESPUMA		
TENDENCIA A LA EMULSION		
PRUEBA DINAMICA (WHEEL TEST)	>80%	<80%
PRUEBA ELECTROQUIMICA (Rp)	>80%	<80%
COMPATIBILIDAD CON OTROS PRODUCTOS	>80%	<80%

SE APRUEBA PARA SU APLICACION EN CAMPO: _____

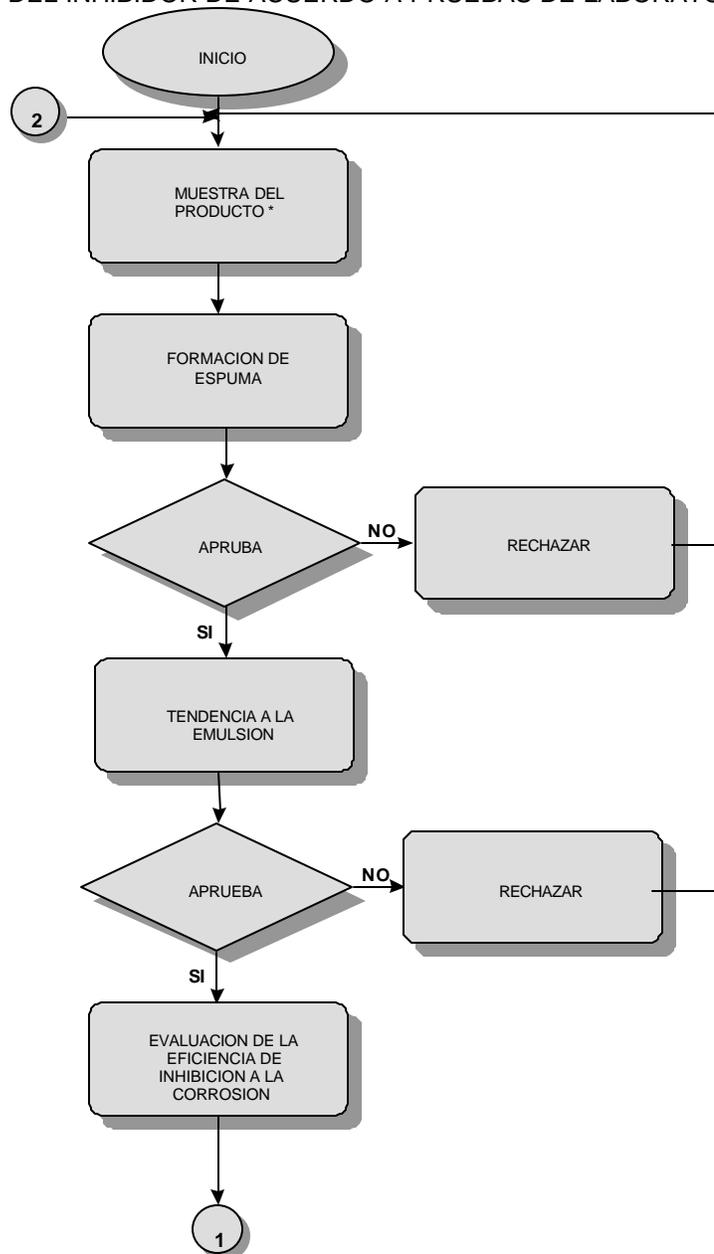
OBSERVACIONES: _____

SUPERVISOR

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
PÁGINA 33 DE 34		
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-diciembre-2000		

ANEXO 2.

FLUJOGRAMA
 SELECCION DEL INHIBIDOR DE ACUERDO A PRUEBAS DE LABORATORIO Y CAMPO



 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION INTERIOR DE DUCTOS CON INHIBIDORES	No. de Documento NRF-005-PEMEX-2000
		Rev.: 0
DOCUMENTO NORMATIVO		PÁGINA 34 DE 34
FECHA: 18-diciembre-2000		

ANEXO 3.

FLUJOGRAMA

CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE SITIOS DE REINYECCION DE INHIBIDORES

