



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

**ESCUELA SUPERIOR DE
INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

CONTROL DE LA CORROSION EN INSTALACIONES PETROLERAS

MEDIANTE LA APLICACION DE SISTEMAS SUPERFICIALES

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

JESUS ALBERTO OJEDA CARBALLO

E S I A

MEXICO, D.F.

MARZO, 2006



AGRADECIMIENTOS

AL INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

Por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios.

A LA ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

Por abrirme las puertas y
formarme como Ingeniero Civil.

A MI ASESOR

ING. ANTONIO SOLORIO AGUIRRE

Por el tiempo, dedicación y apoyo que me
brindo durante mis estudios y en la realización
de esta tesis.

AL ING. FERNANDO GUERRA GARZA

Por todo el apoyo que me otorgo
para el desarrollo de esta tesis.

A MIS AMIGOS

Por el apoyo y compañerismo que
siempre me brindaron.



AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES

Por el amor, la confianza y el apoyo invaluable que me brindaron en todo momento.

A MIS HERMANAS

Por su apoyo incondicional y por ser un ejemplo para mí.

A MI ABUELA Y MI TIA

Por estar conmigo siempre y ayudarme a seguir adelante.

A MI QUERIDA ESPOSA

Por ser mi motivación y en todo momento estar conmigo brindándome su amor y apoyo para lograr mis objetivos.

ESTE LOGRO NO SOLO ES MIO, TAMBIEN ES DE TODOS USTEDES.

GRACIAS



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I	
Panorama Conceptual.....	3
CAPITULO II	
Sistemas Anticorrosivos.....	9
CAPITULO III	
Normatividad.....	28
CAPITULO IV	
Caso Práctico.....	33
CAPITULO V	
Supervisión, Control de Calidad, Seguridad y Medio Ambiente en la Aplicación de Anticorrosivos.....	40
CAPITULO VI	
Conclusiones y Recomendaciones.....	58
ANEXOS.....	60
BIBLIOGRAFÍA.....	82



INTRODUCCIÓN

En México la industria petrolera es el eje central de la economía, significa el mayor ingreso económico del país. Desde 1938, cuando recuperamos el control de la industria petrolera, asumimos la responsabilidad de realizar y vigilar la correcta explotación, transformación y distribución de estos recursos no renovables.

Con el paso de los años PEMEX ha construido un sinnúmero de instalaciones y kilómetros de ductos, en diferentes estados del país. En varias ocasiones han ocurrido accidentes e incidentes en estas instalaciones y en muchos casos la falta de mantenimiento preventivo ha sido la causa. Estos eventos lamentables se reflejan en elevadas pérdidas económicas, ecológicas y en ocasiones humanas.

Para las instalaciones e infraestructura de PEMEX uno de sus principales enemigos es la corrosión, por que este daña equipos, maquinas y estructuras.

La presente tesis tiene como finalidad, ampliar los conocimientos teóricos, mediante la investigación bibliográfica y de campo acerca de la protección anticorrosiva a instalaciones petroleras.

Se pretende con ello enfocar varios puntos de vista, sobre un tema que es de suma importancia dentro de la carrera de ingeniería civil, este es el mantenimiento industrial.

En este trabajo se plantean las posibles soluciones a este fenómeno natural de los materiales, como lo son entre otros y muy principalmente los sistemas de recubrimientos superficiales.

En esta tesis, se desarrolla primeramente un panorama conceptual, con la finalidad de adentrarnos al tema de la corrosión, debido a que agrede severamente a los materiales, tenemos que conocer que la origina, que efectos causa y como se puede evitar.

Son varios los factores que dan origen al problema de la corrosión, dentro de los cuales destacan el medio ambiente, los esfuerzos internos y los agentes químicos. Así como existen diferentes causas que la originan, también existen diferentes tipos y de igual forma diferentes soluciones según sea el tipo de problema.

En la práctica cuando se trabaja en un caso de prevención a la corrosión, se deben de aplicar normas y estándares nacionales e internacionales, en las diferentes áreas de acción como son; seguridad, calidad, medio ambiente, etc., por tal motivo es muy importante conocerlos.

Para el desarrollo de cualquier actividad laboral se requieren de una adecuada supervisión, una excelente seguridad y una conciencia ambiental elevada; si estos factores se apegan en su totalidad a la normatividad el resultado será la excelencia.

Actualmente PEMEX cuenta con un excelente plan de mantenimiento preventivo y correctivo en el Activo Integral Burgos, es decir la zona de producción de la cuenca Burgos ubicada en los estados de Tamaulipas, Coahuila y Nuevo León, en esta zona Pemex Exploración y



INTRODUCCIÓN

Producción, tiene un sinnúmero de instalaciones entre plantas de proceso, estaciones de recolección y compresión de gas, entronques de ductos, etc., para el desarrollo de esta tesis se monitorearon los trabajos de mantenimiento en diversas instalaciones de este activo.

Este trabajo es la compilación de mis experiencias adquiridas en la investigación de campo enfocada a la comprensión del fenómeno y solución del problema, plasmando mis recomendaciones y conclusiones para la ejecución eficaz y eficiente de un Sistema Anticorrosivo Superficial en una Instalación Petrolera.



CAPITULO I

PANORAMA CONCEPTUAL

1.1 GENERALIDADES

Mientras que las pinturas como tales, datan de hace mas de 6,000 años, los recubrimientos protectores tales como se conocen en la actualidad son de origen relativamente reciente y nacieron como un resultado de la revolución industrial, que principió durante el siglo XX. Antes de esa fecha, la pintura se utilizaba principalmente con propósitos decorativos, pero el desarrollo de la moderna industria química, petroquímica y marina nacida de la revolución industrial, requiere que los recubrimientos no llenen únicamente un fin decorativo, sino que se emplean como materiales de ingeniería para prevenir la corrosión del fierro y el concreto. La demanda creada por la industria de mejores materiales, ha acelerado la investigación y en la actualidad hay cientos de recubrimientos industriales formulados para satisfacer una determinada función específica.

Todos los recubrimientos tienen características en común.*

a.- Se aplican como líquidos y se convierten después de su aplicación en una película sólida y continua. Algunos de estos recubrimientos se hornean, otros se catalizan, algunos secan rápidamente, otros de una manera lenta y otros aun, nunca llegan a endurecer totalmente.

b.- Todos los recubrimientos contienen dos ingredientes básicos: vehículo y pigmento. El vehículo contiene un aglutinante que además de ser capaz de formar película, debe tener la habilidad de aglomerar las pequeñas partículas del pigmento. El vehículo se encuentra en forma líquida y su cambio a sólido puede efectuarse de varias maneras; en caso de algunos recubrimientos como lacas, el vehículo está disuelto en solventes volátiles que por evaporización lo dejan en la forma sólida. En el caso de las pinturas convencionales de aceite, hay una reacción con el oxígeno del aire que cambia de resina al estado sólido.

1.2 DEFINICIÓN GENERAL DE LA CORROSIÓN

El término corrosión se asocia generalmente con el desgaste paulatino que sufren los metales como consecuencia de una reacción electroquímica.

Se han propuesto muchas teorías para explicar este fenómeno pero en la actualidad se acepta que el proceso de corrosión es básicamente de carácter electroquímico.

Las impurezas del metal, variación en su estructura cristalina, la presencia de escamas de molino y otras imperfecciones, causan diferencias de potencial solar a la superficie metálica cuando esta se encuentra expuesta a la acción de un electrolito. El flujo de corriente resultante provoca una acción corrosiva cuya intensidad depende de la conductividad del electrolito o humedad. En algunas regiones como la del Golfo de México, el ambiente contiene impurezas

*2- Tecnología de los Recubrimientos Orgánicos Vol. II



PANORAMA CONCEPTUAL

ácidas y salinas que aumentan la conductividad y provocan un deterioro acelerado, en algunas otras condiciones donde la velocidad a la que un material se corroe es lenta y continua, depende del ambiente donde se encuentra, a medida que pasa el tiempo se va creando una capa fina de material en la superficie, que va formándose inicialmente como manchas hasta que llegan a aparecer imperfecciones en la superficie del metal.

1.3. TIPOS DE CORROSIÓN

1.3.1 Corrosión Por Ataque Atmosférico Directo (Oxidación)*

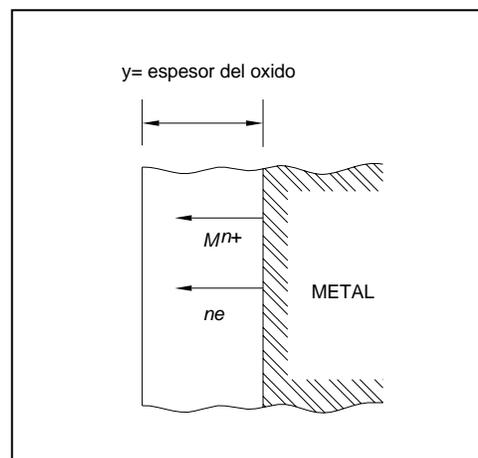
La oxidación representa la reacción química directa entre el metal y el oxígeno atmosférico (O_2). Hay varios mecanismos para la formación de escamas de óxido sobre los metales. Cada una se distingue por un tipo específico de difusión a través de la escama. Para algunos metales, el revestimiento del óxido es firme y proporciona protección contra ataques ambientales. Para otros, el revestimiento tiende a romperse y no proteger. El oxígeno no es el único gas atmosférico que puede ser responsable del ataque atmosférico directo, problemas similares representan ambientes con gases como el nitrógeno y los sulfuros.

La oxidación de un determinado metal o aleación puede, en general, caracterizarse por uno de estos cuatro procesos difusionales.

A continuación se enuncian los siguientes procesos:

1.- Una película de óxido poroso “no protectora” a través de la cual el oxígeno molecular (O_2) puede pasar y reaccionar continuamente con la interfase metal-óxido.

FIG-1



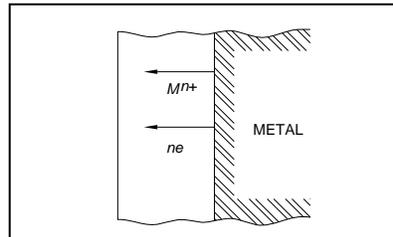
La película “no protectora” es suficientemente porosa para permitir un acceso continuo del O_2 molecular a la superficie del metal.

* 1- Ciencia de Materiales para Ingenieros / 4- Fundamentos de Corrosión y Oxidación.



2.- Una película no pasara a través de la cual los cationes se difundan a fin de reaccionar en el oxígeno en la interfase externa (aire-oxígeno).

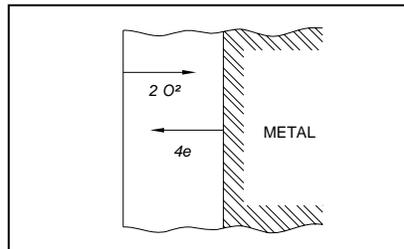
FIG-2



Los cationes se difunden a través de la película reaccionando con el oxígeno a la superficie externa.

3.- Una película no pasara a través de la cual los iones O_2 se difundan con el fin de reaccionar con el metal en la interfase metal-oxido.

FIG-3



Los iones O_2 se difunden en la superficie del metal.

4.- Una película no pasara a través de la cual tanto los cationes como los aniones O_2 se difundan aproximadamente a la misma velocidad, lo que causa que la reacción de oxidación se presente dentro de la película de oxido en lugar de una interfase.

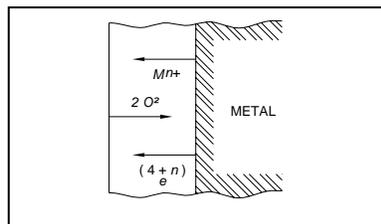


FIG-4

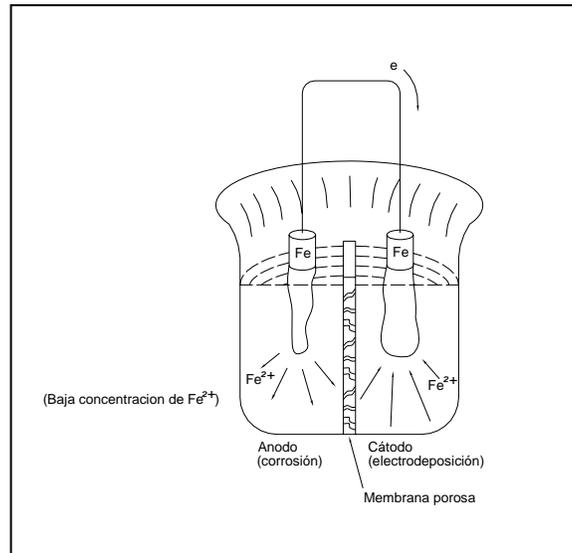
Los cationes y los aniones se difunden a una velocidad casi igual, conduciendo a que la reacción de oxidación ocurra dentro de la película de oxido.



PANORAMA CONCEPTUAL

1.3.2 Corrosión Acuosa-Ataque Electromecánico*

La corrosión acuosa es una forma común de ataque electroquímico. Una variación en la concentración de iones del metal en una solución acuosa por encima de dos regiones diferentes de una superficie metálica nos lleva a una corriente eléctrica a través del metal. La región de baja concentración iónica corroe, es decir pierde material en la solución. Un modelo sencillo de la corrosión acuosa se muestra en la siguiente figura.



Corrosión Acuosa
FIG-5

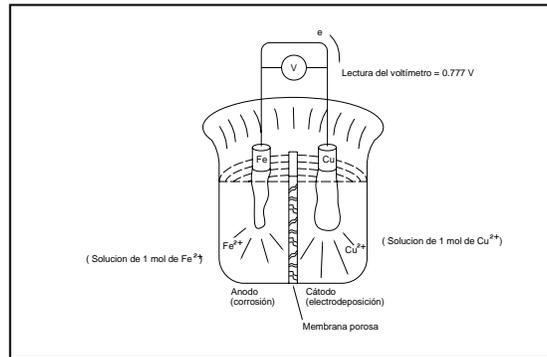
1.3.3 Corrosión Galvánica De Dos Metales**

La corrosión galvánica ocurre cuando metales diferentes se encuentran en contacto, ambos metales poseen potenciales eléctricos diferentes lo cual provoca la aparición de un metal como ánodo y otro como cátodo, a mayor diferencia de potencial, el material mas activo será el ánodo.

Lo anterior se describe en la siguiente figura.

* 4-Fundamentos de Corrosión y Oxidación

** 1-Ciencia de Materiales para Ingenieros

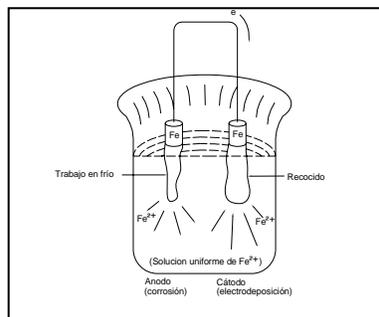


Corrosión Galvánica de Dos Metales
FIG-6

1.3.4 Corrosión Por Esfuerzo Mecánico Interno *

La corrosión por esfuerzo se refiere a las tensiones internas luego de una deformación en frío. Las regiones de alto esfuerzo en un determinado material son anódicas en relación a las regiones de bajo esfuerzo que son catódicas.

Un ejemplo práctico de este tipo de celda de esfuerzo se muestra en la FIG-8, en la cual las regiones de un clavo sometido a un esfuerzo durante la fabricación o el uso se vuelven susceptibles al ataque corrosivo local.



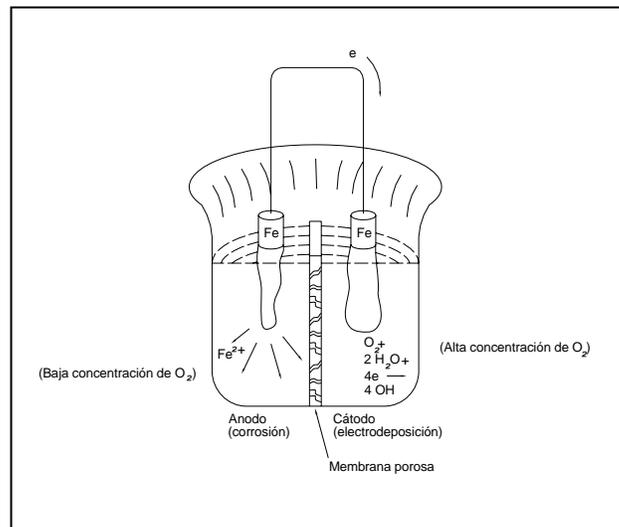
Corrosión Por Esfuerzo Mecánico Interno
FIG-7

1.3.5 Corrosión Por Reducción Gaseosa **

En este tipo de corrosión no existe el fenómeno de la electrodeposición, siendo el elemento anódico, el cual libera electrones para producir una reacción química, un ejemplo común de este fenómeno es el que se presenta en los materiales ferrosos, en el $\text{Fe}(\text{OH})_3$ un producto de reacción, el cual se precipita sobre la superficie de hierro, como se muestra en la siguiente figura:

* 1- Ciencia de Materiales para Ingenieros

** 3-Corrosión y Protección de los Metales en la Atmósfera



Corrosión Por Reducción Gaseosa
FIG-8

Como se observa en la figura el oxígeno es el principal motivo de reacción, pero en la práctica una gran variedad de gases sirven como cátodos para producir la corrosión por reducción gaseosa.

**CAPITULO II****SISTEMAS ANTICORROSIVOS**

El hombre tuvo la necesidad de crear sistemas anticorrosivos debido a que con el paso del tiempo sus instalaciones, construcciones y equipos, presentaban fallas debido al deterioro ocasionado por la corrosión lo cual en ocasiones llevo a reflejarse en grandes catástrofes.

El estudio de la corrosión ha llevado al hombre a desarrollar diferentes métodos para cada una de las causas que la originan.

La siguiente tabla muestra la respuesta a la pregunta:

2.1 ¿POR QUE PREVENIR LA CORROSIÓN?

Año	Lugar	Resultado
1967	E.U.A	Caída del Puente Silver sobre el Rió Ohio (Victimas 46 personas).
1980	México	Se vino abajo el techo del Auditorio Benito Juárez en la Cd. de Guadalajara, Jalisco (Hubo mas de 150 heridos).
1981	Venezuela	Se cambiaron 1,300 toneladas de acero de los cables del Puente Maracaibo, ante el riesgo de que se viniera abajo.
1983	España	Una tubería oxidada deo escapar gas haciendo estallar una escuela (Murieron 53 personas).
1984	India	Debido a una fisura provocada por la corrosión se escapo una nube de gas toxico sobre la ciudad de Bophal (Murieron 3,000 personas).
1985	México	Colapso el Puente Papagayo, en la carretera costera del Pacifico tramo Acapulco-Pinotepa Nacional como consecuencia de la corrosión del acero de refuerzo.
2005	México	Fugas en Oleoductos del Estado de Veracruz, como consecuencia daños irreparables al Medio Ambiente.

Tabla No. 1

Estas son solo algunas de las catástrofes provocadas por la corrosión y una falta de control sobre ella.

La industria de la corrosión, si por ello entendemos todos los recursos destinados a estudiarlos y prevenirlo, mueve anualmente miles de millones de dólares en todo el mundo. Este



SISTEMAS ANTICORROSIVOS

fenómeno tiene implicaciones industriales muy importantes; la degradación de los materiales provoca interrupciones en actividades fabriles, pérdidas de productos, contaminación ambiental, reducción en la eficiencia de los procesos, mantenimientos y sobre diseños costosos.

Se estima que los gastos atribuidos a los daños por corrosión representan entre el 3 y 5 % del Producto Interno Bruto de los países industrializados. Solamente hablando del acero, de cada diez toneladas fabricadas por año se pierden 2 ½ toneladas por corrosión.

Por esta razón, cada día se desarrollan nuevos recubrimientos, se mejoran los diseños de las estructuras, se crean nuevos materiales, se sintetizan mejores inhibidores, se optimizan los sistemas de monitoreos. Todo esto en un esfuerzo permanente por minimizar el impacto negativo de la corrosión.

2.2 PROTECCIÓN CATÓDICA

FUNDAMENTOS DE LA PROTECCIÓN CATÓDICA

La protección catódica es una técnica de control de la corrosión, que esta siendo aplicada cada día con mayor éxito en el mundo entero. En un mundo donde cada día se hacen necesarias nuevas instalaciones de ductos para transportar petróleo, gas, agua, líneas eléctricas, etc.

Se hace necesario un sistema de protección de corrosión para elementos enterrados o inmersos en ambientes acuosos y es aquí donde se aplica la Protección Catódica como uno de los métodos más efectivos.

En la práctica se puede aplicar protección catódica a metales como acero, cobre, plomo, latón y aluminio con gran efectividad.

La protección catódica se refiere al empleo de una corriente proveniente de una fuente externa que se opone a la corriente de corrosión en las áreas anódicas de las estructuras metálicas sumergidas en un medio conductor. En este caso toda la estructura se comporta como una zona catódica y los electrones no provienen del metal (lo que causaría la corrosión) si no de la fuente externa.*

La protección catódica no elimina la corrosión, esta remueve la corrosión de la estructura a ser protegida y la concentra en un punto donde se descarga la corriente.

Para su funcionamiento practico requiere de un elemento auxiliar (ánodo), una fuente de corriente continua (Cu) cuya terminal positiva se conecta al electrodo auxiliar y la terminal negativa a la estructura a proteger, fluyendo la corriente desde el electrodo a través del electrolito llegando a la estructura.

Existen dos tipos de sistemas de protección catódica que pueden utilizarse individualmente o combinados y son los siguientes:

- Por medio de ánodos galvanizados o ánodos de sacrificio

* 5-Corrosion and Corrosion Control



SISTEMAS ANTICORROSIVOS

- Por medio de corrientes impresas

2.2.1 Sistemas De Protección Catódica

SISTEMA DE ÁNODOS DE SACRIFICIO

Este sistema se fundamenta en el mismo principio de la corrosión galvanizada, en la que el metal mas activo es anódico con respecto a otro más noble, corroyéndose el metal anódico.

En la protección catódica con ánodos galvanizados, se utilizan metales fuertemente anódicos conectados a la tubería a proteger, dando origen al sacrificio de dichos metales por corrosión descargando suficiente corriente, para la protección de la tubería.

La diferencia de potencial existente entre el metal anódico y la tubería a proteger, es de bajo valor porque este sistema se usa para pequeños requerimientos de corriente, pequeñas estructuras y en medio de baja resistividad.

Los ánodos galvanizados que con mayor frecuencia se utilizan en la protección catódica son:

- Magnesio
- Zinc
- Aluminio

Para mejorar las condiciones de operación de los ánodos en sistemas enterrados se utilizan algunos rellenos químicos como el Backfill que proporciona algunos beneficios como: *

- Promover mayor eficiencia
- Desgaste homogéneo del ánodo
- Efectos del suelo sobre el ánodo
- Tener al ánodo en condiciones de humedad óptimas

Esquema de un Sistema de Protección de Ánodo Galvanizado

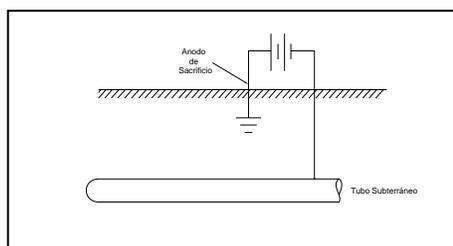


FIG-9

* 6-Corrosion Control



2.2.2 Sistema De Corrientes Impresas

Este sistema requiere de una fuente de corriente directa y un electrodo auxiliar (ánodo) o grupo de ánodos inertes que integran la cama anódica, situada a cierta distancia de la estructura a proteger. La terminal positiva de la fuente de corriente directa se conecta a la cama anódica y la negativa a la estructura a proteger, de este modo la corriente fluye del ánodo a través de la estructura.*

Este tipo de sistemas trae consigo el beneficio de que los materiales a usar en la cama de ánodos se consumen a velocidades menores, pudiendo descargar mayores cantidades de corriente y mantener una vida mas amplia.

Los ánodos utilizados en los sistemas de corrientes impresas con mayor frecuencia son:

- Chatarra de hierro
- Ferro silicio
- Grafito
- Titanio platinado

2.3 GALVANIZACIÓN

La galvanización es un procedimiento mediante el cual se evita la oxidación del acero con una gran efectividad.

En esencia, consiste en recubrir las superficies de acero, con una capa de zinc, cromo, níquel o estaño, aunque generalmente la industria galvanizadora utiliza zinc, por su bajo costo y su relativa facilidad de aplicar.

De forma general podemos decir que la industria de la galvanización utiliza para presentar sus trabajos dos métodos que son:

- Galvanización en frío
- Galvanización en caliente

2.3.1 Galvanización En Caliente **

La galvanización es un procedimiento de recubrimiento de metales ferrosos por inmersión en un baño de zinc fundido o por electrolisis. Para este procedimiento es necesario que las superficies de las piezas a cubrir estén cuidadosamente preparadas, con el fin de permitir la

* 4- Fundamentos de Corrosión y Oxidación

** 3- Corrosión y Protección de los Metales en la Atmósfera / 6-Corrosion Control



SISTEMAS ANTICORROSIVOS

reacción del zinc y del acero. Es por esto que antes de la inmersión en el baño de zinc, las piezas a galvanizar pasen primero, por tres etapas:

1).- Desengrase.

Esta etapa tiene como objetivo eliminar todos los elementos extraños que podrían impedir la disolución de los óxidos de hierro presentes en la superficie de la pieza a tratar. Una vez desengrasadas, las piezas se enjuagan con agua.

2).- Decapado.

Se efectúa con la ayuda del ácido clorhídrico adicionado con un inhibidor y permite eliminar la calamina y algunos de los demás óxidos presentes en la superficie. Al finalizar esta etapa, se enjuagan de nuevo las piezas con agua.

3).- Aplicación del Flujo.

La última etapa antes de comenzar la galvanización es una etapa de prevención de reoxidación del acero.

Tras estas etapas preparatorias, el acero es sumergido en baño de zinc en fusión (entre 440 y 460 °C).

La duración de la inmersión depende del volumen de la pieza a galvanizar y puede durar entre 3 y 15 min.

Con el fin de uniformizar el espesor del depósito, la pieza debe de ser retirada del baño a una velocidad entre 0.5 y 1.5 mts/min.

El revestimiento aplicado de esta manera proporciona al acero una protección tanto física, aislándola del medio exterior, como electroquímica, en el caso en que esta fuera agredida o perdiera su capa exterior.

2.3.2 Galvanización En Frío*

La galvanoplastia o galvanización en frío consiste en el depósito de una capa metálica sobre un objeto aplicándole una carga negativa y sumergiéndola en una solución que contiene una sal de metal a depositar, generalmente es zinc.

Los iones metálicos de la sal están cargados positivamente y son atraídos hacia el objeto de carga negativa. Cuando entran en contacto con el cátodo esta produce electrones que van a reducir los iones cargados positivamente en el metal.

* 6- Corrosion Control

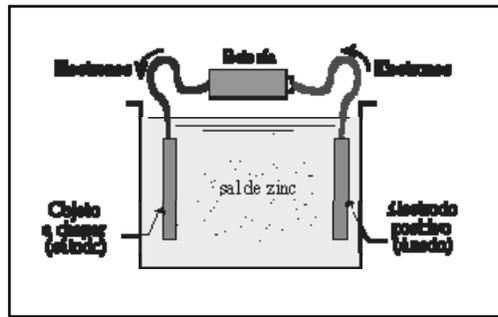


Fig. 10
Esquema Representativo de la Galvanización en Frío

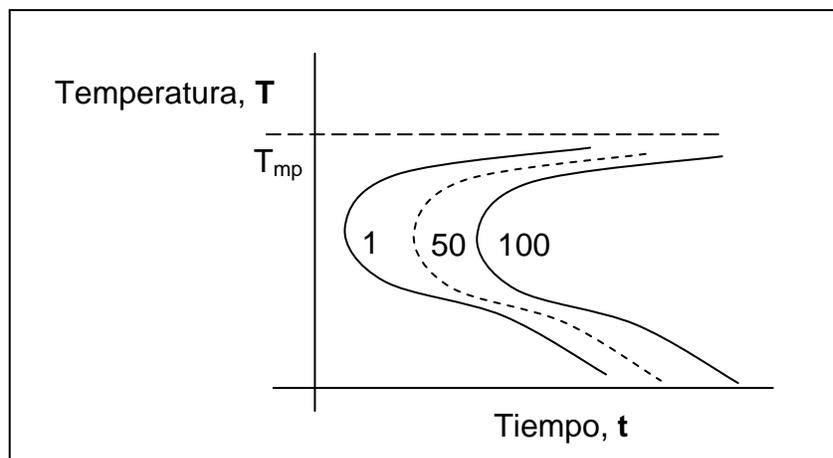
2.4 TRATAMIENTOS TÉRMICOS *

Uno de los métodos más efectivos para aliviar las tensiones internas de un material después de una deformación en frío son los tratamientos térmicos.

Como se ha mencionado los esfuerzos internos en un cuerpo producen zonas anódicas mismas que son zonas altamente energéticas y susceptibles a la corrosión, que para poder equilibrarla se debe de seguir un tratamiento térmico.

Un tratamiento térmico sistemático genera un diagrama TTT el cual resume, para una determinada transformación de fase en un sistema de ejes de temperatura y tiempo. (De aquí surgen los TTT, temperatura, tiempo, transformación).

Estos diagramas son “mapas” en sentido similar al de los diagramas de fase.



Ejemplo de un Diagrama TTT

* Ciencia de Materiales para Ingenieros



FIG-11

2.5 MATERIALES DE GRAN PUREZA

La industria metalúrgica busca la creación de nuevas aleaciones de diferentes materiales para la obtención de metales más resistentes a la corrosión, tal es el caso del acero inoxidable el cual es utilizado en diversos sectores de la industria.

2.6 INHIBIDORES *

Son agentes químicos (orgánicos o inorgánicos) líquidos que se hacen circular a través de ductos con el mismo flujo circulante, los inhibidores se colocan en la pared de la tubería formando una película entre esta y el medio corrosivo, disminuyendo la velocidad de corrosión interna.

2.7 RECUBRIMIENTOS SUPERFICIALES ANTICORROSIVOS

Estos sistemas son los más utilizados para el control de la corrosión en las instalaciones petroleras.

Existen diferentes tipos de sistemas en los cuales se utilizan cintas plásticas, medias cañas de poliuretano o fibra de vidrio, cementos plásticos y en la mayoría de las veces pinturas. Estas se pueden dividir en: primarios, enlaces y acabados las cuales se combinan entre sí y en ocasiones con algunos de los sistemas anteriores.

2.7.1 Cintas Plásticas

Este sistema consiste en la aplicación manual de una capa fina de primario en toda la superficie metálica a proteger la cual previamente debe ser limpiada conforme a lo especificado en el procedimiento de preparación de superficie. SSPC-SP2. Posteriormente a la aplicación del primario se colocará la cinta anticorrosiva en forma de espiral alrededor de la tubería teniendo en cuenta que existe un traslapé mínimo para cada uno de los diferentes diámetros.

Por último se repetirá esta operación, pero ahora con la cinta protectora o de acabado.

Cabe mencionar que este sistema se utiliza únicamente en ductos y preferentemente en ductos enterrados, o para la colocación de “mangas” en la unión de los tramos de ductos protegidos con otro sistema.

2.7.2 Medias Cañas

* 15- NRF-005-PEMEX-2000, Protección Interior de Ductos con Inhibidores



SISTEMAS ANTICORROSIVOS

Este sistema se utiliza para aislar un ducto de una base que hace contacto con el suelo así como de las abrazaderas que lo sujetan. Existen medias cañas de diferentes materiales entre los cuales destacan las de poliuretano y las de fibra de vidrio que son las más comúnmente usadas.

Una media caña cumple con diferentes funciones; evita la fricción entre el ducto y el sistema de fijación que se utiliza y al mismo tiempo aísla eléctricamente al ducto.

Para la correcta aplicación de este sistema se debe de realizar el procedimiento de preparación de superficie SSPC-SP5/NACE-1. Posteriormente se aplicara manualmente el adhesivo al interior de la media caña, a la tubería en el punto de apoyo y a la zona de contacto ducto-abrazadera para su colocación. Una vez colocada se deberá amarrar mediante un fleje para garantizar la adhesión de la media caña a la tubería, dicho fleje se retirara cuando menos 8 hrs. después. A continuación se realizara el calafateo o resane de las aristas de la media caña. Una vez que el resane ha secado se procede a la aplicación de pintura.

2.7.3 Cemento Plástico

Para las zonas de interfases es necesario aplicar al ducto un sistema que garantice la protección de la tubería tanto en una condición de exposición enterrada como una de exposición atmosférica, para tal caso como se describe en las normas de PEMEX se debe aplicar un cemento plástico antiácido monolítico.

Para la aplicación correcta de este sistema se debe de realizar una excavación en el perímetro del ducto para poder realizar una limpieza adecuada (SSPC-SP5/NACE-1) y posteriormente aplicar manualmente el cemento plástico.*

Una vez que el cemento se ha secado se procede al pintado de la superficie con una pintura de acabado y posteriormente al tapado de la excavación.

2.7.4 Pinturas

El trabajo de pintura, como un recubrimiento para protección, es un proceso costoso si no es desarrollado de una manera sistemática y llevado a cabo con indiferencia. Si el trabajo NO es hecho correctamente, el dinero gastado para la adquisición de los materiales y su aplicación, se pierde. Hay millones de metros cuadrados de superficies, en las instalaciones costeras o en las plantas químicas, que requieren de pintura para prolongar su vida. Es por esto que la responsabilidad para su mantenimiento es mucho mayor de lo que se piensa.

El éxito de cualquier programa de pintura depende del personal que planea y desarrolla el trabajo. Luego, la responsabilidad para desarrollar el trabajo de una manera conciente en cada una de las fases del Programa, es muy importante. No hay métodos improvisados ni existen productos milagrosos que, sin esto, proporcionen resultados satisfactorios y económicos.

La apariencia y protección más benéfica se obtendrá cuando tales programas se planeen con un punto de vista del futuro.

* 24- www.ram-100.com



SISTEMAS ANTICORROSIVOS

Los cuatro factores para un programa de pintura correcto son:

- 1.- Preparación de la superficie que se va a recubrir.
- 2.- Selección correcta de los materiales según el ambiente.
- 3.- Buena aplicación usando los métodos correctos.
- 4.- Supervisión.

El estricto apego a estos factores ahorrará mucho dinero en reparaciones, reemplazo de partes, trabajo y materiales.

2.7.4.1 Preparación De La Superficie

CONCEPTOS PRELIMINARES

Una buena limpieza de superficie es la base sobre la cual descansa el éxito de un sistema de recubrimiento.

Antes de hacer la aplicación de la pintura, la superficie debe estar limpia y seca. Cuando por obtener un ahorro inmediato no se tiene esta precaución y no se prepara la superficie correctamente, la pintura fallara prematuramente resultando en una falsa economía.

El principal propósito de la preparación de la superficie es eliminar la escama de molino, polvo, tierra, grasa, aceite, y otras contaminaciones que puedan restar adherencia a la pintura.

El método mas adecuado para preparar la superficie depende de los siguientes factores:

- Condición de la superficie.
- Tipo de material (Fierro, Madera, etc.)
- Tipo de Primario Anticorrosivo.
- Factores Económicos.
- Es aconsejable limpiar únicamente la superficie que pueda recubrirse el mismo día.

METODOS DE PREPARACIÓN DE SUPERFICIE *

* 14- NRF-004-PEMEX-2003, Protección con Recubrimientos Anticorrosivos a Instalaciones Superficiales de Ductos



SISTEMAS ANTICORROSIVOS

Los métodos más comunes de preparación de superficie, están descritos en forma detallada en el Manual de “Steel Structures Painting Council” y se mencionan como la especificación “SSPC-SP” correspondiente.

1.- Limpieza o lavado.

a.- Antes de hacer uso de métodos mecánicos, la superficie debe lavarse con una solución conteniendo 10 gramos de fosfato trisódico y 10 gramos de detergente por cada litro de agua, y enjuagar perfectamente.

b.- Eliminar el aceite y grasa lavando con una solución de detergente o un solvente (gas-Nafta). Si la grasa y el aceite no se eliminan completamente, se extienden sobre la superficie en forma de una película muy delgada que impide la adhesión del recubrimiento. (SSPC-SP1).

2.- Limpieza con Chorro de Arena.

Este es el mejor método para limpiar pues elimina completamente la escama de molino, oxido y otras contaminaciones. Es extremadamente efectivo y cuando se le controla debidamente, puede usarse para cualquier tipo de superficie.

Es conveniente seleccionar cuidadosamente el tipo de arena que mejor se adapte a cada uso particular y nunca usar arena a presiones de trabajo que dejen anclajes demasiado profundos, especialmente sobre superficies galvanizadas, aluminio, madera o concreto.

a.- Limpieza a Metal Blanco.- Consiste en remover los productos resultantes de la corrosión y la escama de molino, dejando una superficie de color gris-blanco.

Este es el mejor sistema y a menudo se especifica para cierto tipo especial de recubrimientos (SSPC-SP5).

b.- Limpieza Comercial.- Consiste en remover los productos resultantes de la corrosión y escama de molino, pero no elimina el oxido gris y deja una superficie color gris de apariencia veteada. Este tipo de limpieza es aceptable para la mayor parte de los recubrimientos orgánicos (SSPC-SP6).

c.- Limpieza de ráfaga.- Consiste en remover únicamente el oxido, escama de molino y otros materiales que no están firmemente adheridos dejando suficiente anclaje para que el recubrimiento se adhiera.

Este tipo de limpieza no se recomienda para superficies de fierro o acero pero es aceptable para superficies galvanizadas y aluminio (SSPC-SP7).

3.- Limpieza Mecánica

Este sistema remueve únicamente el oxido, escama de molino y restos de pintura que no estén firmemente adheridos y solo se recomienda en los casos en que no es posible usar chorro



SISTEMAS ANTICORROSIVOS

de arena. La pintura que queda adherida sobre la superficie no deberá levantarse con la hoja de una naja ni ablandarse con los solventes del recubrimiento que se va a aplicar (SSPC-SP2).

4.- Limpieza Química

Se utilizara una solución de ácido fosfórico, el cual reaccionara químicamente con el oxido de hierro. Cuando se aplica en forma debida, el ácido fosfórico alarga la vida de los primarios anticorrosivos. La solución de ácido debe dejarse reaccionar completamente y luego lavar con agua y cepillo de cerdas rígidas el deposito cristalino que se formo sobre la superficie metálica (SSPC-SP8).

2.7.4.2 Selección De Los Materiales

GENERALIDADES

El recubrimiento ideal debe ser fácil de aplicar y mantener, debe ser superior a una pintura en adherencia, resistencia química y dureza y debe ser resistente a la humedad, exposición atmosférica y agua.

Es imposible formular un recubrimiento que posea todas las características deseadas, por lo que generalmente se pone énfasis en las funciones mas importantes que debe desempeñar aun a riesgo de comprometer a las de menor importancia. Para compensar los puntos débiles, los sistemas de recubrimientos consisten en varias manos de pintura, primarios y acabados, cada una de las cuáles desarrolla una función especifica y cuyas características se complementan entre si.

PRIMARIO

El primario es la base de un sistema de pintura y tiene gran importancia en un programa bien planeado de mantenimiento.

Para desarrollar su cometido, el primario debe estar formulado para adherirse sobre la superficie que se va a proteger y resistir las condiciones de servicio.

La importancia de los recubrimientos primarios justifica una breve exposición de los diferentes tipos que se fabrican para la aplicación en diversos materiales de construcción.

PRIMARIOS PARA FIERRO Y ACERO

Estos primarios deben formularse para dar una buena adherencia y prevenir corrosión por debajo de la película, por medio de la combinación de pigmentos inhibidores de la corrosión y un vehículo, que al secar forme una película estable en un lapso de tiempo razonable. Los pigmentos inhibidores mas comúnmente usados son el minio, oxido de zinc, polvo de zinc, cromato básico de plomo y cromato de zinc.

Los Tipos de Vehículos Usados son:*

* 2- Tecnología de Recubrimientos Orgánicos Vol. II



SISTEMAS ANTICORROSIVOS

a.- Aceite de linaza, caracterizado por su secamiento lento, adherencia y magníficas propiedades humectantes. Tiene la desventaja de que se deteriora fácilmente por efecto de la humedad o el contacto con productos derivados del petróleo.

b.- Resinas sintéticas que son sumamente versátiles por su secamiento rápido, resistencia al ataque químico e impermeabilidad al agua.

c.- Una combinación de los dos anteriores reúne el secamiento lento y la penetración de aceite de linaza con la dureza y resistencia química de las resinas sintéticas.

d.- Resinas sintéticas especialmente procesadas para dar un secamiento más lento que los primarios tipo (b) y un alto grado de fluidez y penetración.

Los primarios fabricados a base de resinas sintéticas encuentran cada día, más aceptación en la industria, aunque por su secamiento rápido requieren una buena preparación de superficie, dando los mejores resultados cuando se aplican sobre metal limpiado con chorro de arena.

En áreas donde por razones de seguridad, de operación o de orden económico no es posible usar la limpieza con chorro de arena, es preferible usar primarios de aceite de linaza o una combinación de resinas sintéticas con aceite de linaza.

RECUBRIMIENTOS

Los primarios anticorrosivos no tienen por sí solos las cualidades de resistencias y apariencia que demanda la industria. Es necesario recubrirlos con otros materiales que les den una o varias de las siguientes ventajas: protección, duración, color, resistencia a altas temperaturas, resistencias a agentes químicos o intemperie, etc.

En general, los recubrimientos para uso en interiores se seleccionan para dar color y apariencia y solo en casos excepcionales se usan para dar otro tipo de protección. Por otra parte, los recubrimientos que van estar a la intemperie se seleccionan principalmente por su habilidad para proteger y preservar las superficies aunque en algunas ocasiones el acabado y el color es también de gran importancia.

Por medio de una selección cuidadosa de materias primas, el fabricante de pintura puede controlar, hasta cierto grado, la duración de un recubrimiento y puesto que todas las pinturas se acaban en más o menos tiempo, lograr que la pintura se deteriore en una forma que sea la menos costosa de mantener.

La situación ideal es aquella donde los recubrimientos se desgastan por un giseo lento, dejando al cabo del tiempo una superficie que puede repintarse sin necesidad de hacer una preparación muy costosa. Durante la vida útil de la pintura, esta se mantiene limpia y conserva su color original.



SISTEMAS ANTICORROSIVOS

TIPOS DE RECUBRIMIENTOS *

Los recubrimientos protectores se clasifican de acuerdo a su tipo de resinas con el cual se han formulado, siendo los más comúnmente usados en control de corrosión los alquidales, epóxicos, fenólicos, hule clorado, vinílicos y vehículos inorgánicos.

Cada uno de estos tipos genéricos tiene propiedades específicas que son interesantes de hacer notar:

a.- Esmaltes Alquidálicos.- Son los materiales sintéticos que se usan en mayor proporción y han reemplazado en gran parte las pinturas de aceite convencionales, en los trabajos de mantenimiento industrial, calculándose que un 51 % del mantenimiento en las industrias se hace con este tipo de pinturas.

b.- Fenólicos Horneados.- Los recubrimientos fenólicos horneados, casi sin excepción, exhiben una resistencia excelente al agua, ácidos y solventes fuertes y se caracterizan por su poca resistencia a los medios alcalinos.

El costo de estos materiales es generalmente bastante reducido, pero su costo de aplicación es elevado debido a que requieren una magnífica preparación de superficie, aplicación de manos múltiples y una temperatura de horneado bastante alta.

c.- Recubrimientos Epóxicos.- Los recubrimientos a base de resinas epóxicas se fabrican en tres tipos generales: modificados con aceite, catalizados y horneados a alta temperatura.

Esteres Epóxicos.- La variedad modificada con aceite se conoce generalmente como esterres epóxicos y tiene propiedades intermedias entre la de los esmaltes alquidálicos convencionales de alta calidad y los recubrimientos plásticos. Los ésteres epóxicos se formulan para dar una resistencia a los álcalis mayor que la de los esmaltes alquidálicos pero por su contenido de aceite no se recomienda para la inmersión o contacto continuo con álcalis fuertes. Su resistencia a los ácidos es buena en general, siempre y cuando se le de a la película el espesor adecuado, pero son definitivamente inferiores a los recubrimientos vinílicos o de hule clorado para este tipo de servicio.

Secan rápidamente y bajo ciertas condiciones es posible aplicar hasta dos manos el mismo día. Tienen buena resistencia a la humedad y se les considera recomendables para la exposición continua a temperaturas hasta de 150 °C. En exteriores se gisean rápidamente aun cuando este fenómeno parece ser exclusivamente un cambio en la superficie que no afecta la integridad de la película.

Estas características han reducido su área de aplicación a superficies interiores expuestas únicamente a la acción de vapores químicos débiles.

Epóxicos Catalizados.- Son recubrimientos de dos componentes que requieren de adición de un agente curante antes de su aplicación. Se formulan en tres variedades que difieren únicamente en el tipo de catalizador o agente curante utilizado. Los epóxicos curados con aminas son los más resistentes a los ácidos y solventes de todos los materiales de este tipo. Los epóxicos

* 2- Tecnología de Recubrimientos Orgánicos Vol. II



SISTEMAS ANTICORROSIVOS

curados con poliamidas tienen resistencia al agua e intemperie y más facilidad para adherirse a cualquier tipo de superficie aun cuando no estén convenientemente preparadas.

Los epóxicos curados con aductos aminatos se preparan reaccionando previamente una porción de catalizador con la resina epóxica. Estos materiales son menos sensibles a las condiciones climatológicas y se considera que en general tienen mayor resistencia que los materiales curados tanto con aminas como poliamidas.

Los epóxicos catalizados tienen una magnífica resistencia a los solventes aun cuando su mas importante característica es su notable resistencia a materiales alcalinos. Su resistencia a los ácidos es buena con excepción de los ácidos orgánicos concentrados o ácidos oxidantes. Son muy duros resistentes a la abrasión y se recomiendan para aplicaciones hasta 180°C.

Los epóxicos catalizados son mucho más permeables al vapor de agua que los recubrimientos de hule clorado o vinílicos, pero esta desventaja puede vencerse formulándolos para dar un mayor espesor de película.

Todos los epóxicos tienen una tendencia muy marcada a girarse y cambiar de color cuando están expuestos a la intemperie y luz del sol, características que han limitado su uso como materiales de mantenimiento en las plantas industriales. Puesto que los epóxicos se polimerizan en forma de materiales muy duros de alto peso molecular, la superficie adquiere después de cierto tiempo, un aspecto vidriado que ofrece muchos problemas para recubrirse. Es necesario darle tratamiento con un solvente fuerte o una limpieza con ráfaga de chorro de arena para que la superficie pierda tersura y de un buen anclaje a manos subsecuentes.

Epóxicos Horneados.- Los epóxicos horneados tienen mayor resistencia química y a los solventes que cualquier tipo de epóxico, pero requieren una alta temperatura de horneado para lograr la polimerización completa. Su uso se limita normalmente a recubrir el interior de tanques para almacenar cáusticos concentrados o solventes.

d.- Recubrimientos Vinílicos.- Los recubrimientos vinílicos están formulados a base de copolímeros de cloruro y acetato de polivinilo y son materiales mas versátiles que se conocen con una excelente resistencia al agua, aun en inmersión continua, excelente resistencia a todo lo largo de la escala de pH, magnífica duración en exteriores e insuperables en lo que se refiere a retención de brillo y color.

La película tiene una excelente resistencia a los ácidos y a los álcalis pero tiende a desprenderse cuando esta en inmersión continua en contacto con materiales alcalinos.

Para aplicaciones muy severas se recomienda aplicarlos en espesores mínimos a 5 Mils. de pulgada.

Los recubrimientos vinílicos son termoplásticos lo cual permite recubrirlos con facilidad. Su principal desventaja es su resistencia muy limitada, tanto a los solventes como al calor, sensibilidad muy cargada a la contaminación entre mano y mano. La película es más resistente a la tensión que a la adhesión y se les aplica sobre una superficie contaminada, tiende a desprenderse con mucha facilidad.



SISTEMAS ANTICORROSIVOS

e.- Recubrimientos de Hule Clorado.- Los recubrimientos de hule clorado están formulados a base de resinas fabricadas por clorinación de hule natural. Con muy buena resistencia a los ácidos, álcalis, secan rápidamente y tienen una magnífica duración a la intemperie aun cuando tienen alguna tendencia a gisearse.

Con objeto de reducir su precio, muy frecuentemente se modifican con resinas alquidálicas, lo cual permite formularlos con un contenido de sólidos mucho mayor, son mas fáciles de aplicarse y recubrirse y menos sensibles a la contaminación entre mano y mano aun cuando su resistencia química, especialmente a los álcalis, se reduce considerablemente.

f.- Recubrimientos Epóxicos-Alquitrán de Hulla.- El alquitrán de hulla es uno de los materiales mas antiguos que se conocen y sin duda alguna, una de las mas efectivas barreras a la transmisión de agua. Sin embargo, no tiene suficiente resistencia a los álcalis, a la temperatura ni a la abrasión. Al combinarlo con una resina epóxica, se origina uno de los materiales mas versátiles y resistentes para la industria petrolera y petroquímica.

Un catalizador reacciona ligando las moléculas de alquitrán de hulla y epóxicos resultando un material sumamente resistente que reúne las buenas características y propiedades de ambos componentes.

Es un material barato y fácil de aplicarse por lo que tiene uso muy extenso para recubrir interiores de tanques de almacenamiento de crudos y gasolineras, tuberías enterradas, fondos y costados de barcasas y chalanes, etc.

Sus principales desventajas son su color negro, el hecho de que pierda brillo y se gisee rápidamente con la intemperie y que es muy difícil de mantener pues a medida que pase el tiempo, la película se cura y se endurece a un punto tal que para aplicar una nueva mano seria necesario dar un tratamiento previo a la superficie.

g.- Recubrimientos Inorgánicos de Zinc.- Los recubrimientos de tipo inorgánicos son únicos en lo que se refiere a su habilidad para soportar exposiciones severas a la intemperie e inmersiones continuas en solventes fuertes. En lo que respecta a su duración a la intemperie, no se ha determinado con exactitud, sin embargo, hay aplicaciones que después de 20 años se encuentran aun en perfectas condiciones. Su resistencia a todos los solventes comunes, incluyendo los clorinados, es excelente por lo que se recomienda para recubrir el interior de los tanques de almacenamiento de gasolina, gas-avión, alcoholes, cetonas, ésteres, etc. Tiene propiedades mecánicas que lo hacen comparable a un galvanizado por inmersión en caliente y son en general magníficos primarios para recubrirse con recubrimientos resistentes a la corrosión química.

La principal desventaja del silicato inorgánico de Zinc es su resistencia química limitada y las condiciones críticas de aplicación. Puesto que el recubrimiento tiene un gran contenido de Zinc, no es recomendable para medios ácidos ni alcalinos y su aplicación requiere una magnífica preparación de superficie y un control cuidadoso del espesor de la película.

2.7.4.3 APLICACIÓN



SISTEMAS ANTICORROSIVOS

La aplicación es un factor de suma importancia en un trabajo de pintura. Después de dejar establecidos el tipo de preparación de superficie y el recubrimiento más apropiado, un método de aplicación deficiente, ya sea por mal mezclado o reducción de pintura o por aplicación en condiciones adversas de tiempo, es causa de una falla prematura.

CONDICIONES ATMOSFERICAS

Condiciones adversas, lluvia, viento, bajas temperaturas o altas humedades, deben anticiparse por adelantado para evitar la aplicación o secamiento del recubriendo bajo esas condiciones.

1.- Temperatura.- Es posible prever dificultades cuando la aplicación de un recubrimiento se hace a temperaturas ambientes inferiores a los 10 °C o cuando la superficie sobre la cual va a hacerse la aplicación esta a temperaturas superiores a los 50 °C. A bajas temperaturas el material no fluye ni se eliminan totalmente los solventes, originando problemas de secamiento o insuficiente espesor de la película.

2.- Humedad.- La humedad relativa no debe estar arriba de 85%, pues el agua se condensa sobre la superficie interfiriendo con la adherencia del recubriendo.

3.- Lluvia.- Nunca debe intentarse la aplicación de un recubrimiento cuando esta lloviendo. Después de la lluvia o al principiar el día, debe darse particular atención a lugares como soldaduras, costuras, ángulos, etc., que pueden almacenar agua o humedad.

4.- Viento.- Cuando el viento es muy fuerte, es difícil aplicar pintura por aspersión. Los solventes se evaporan antes de alcanzar la superficie y el material no puede aplicarse en forma de una película húmeda continua, resultando en falta de adherencia y espesor.

AGITACION Y REDUCCION

El objeto de mezclar una pintura antes de usarla es obtener un material homogéneo. Como se dijo anteriormente, un recubrimiento esta formulado para dar ciertas propiedades especificas de resistencia química, espesor, resistencia a la intemperie, facilidad de aplicación, baja permeabilidad al aire y la humedad, etc. Cuando la pintura no se mezcla lo suficiente, se desbalancean sus propiedades.

La adición de un exceso o el tipo equivocado de adelgazador pueden también afectar sus propiedades. Por consiguiente, es necesario mezclar la pintura perfectamente y agregar el adelgazador recomendado solamente cuando se haga necesario:

1.- Agitación Manual.- Este tipo de agitación es suficiente para envases de 18 litros o menores, siguiendo los pasos que se listan a continuación:

a.- Vacíese la porción delgada de la pintura en un envase limpio.

b.- Agítese la porción restante con una pala de madera hasta desbaratar los grumos.

c.- Mézclese perfectamente usando un movimiento de agitación en forma de 8.



SISTEMAS ANTICORROSIVOS

d.- Sígase mezclando mientras se agrega la porción delgada que se separó de la pintura.

e.- Si quedan algunos grumos, fíltrese la pintura usando un filtro o malla de 30 hilos por centímetro.

2.- Agitación Mecánica.- La agitación mecánica es indispensable cuando la pintura está en envases mayores de 18 litros. El tipo más sencillo de agitador puede improvisarse conectando una flecha rígida y suficientemente larga a un motor movido por aire. A la flecha se soldan paletas a diferentes alturas, teniendo la precaución de soldar cuando menos una en el extremo de la flecha para separar del fondo el material que se haya asentado.

REDUCCION

Si es necesario adelgazar úsese el adelgazador recomendado por el fabricante y en las porciones indicadas por el mismo.

PROPIEDADES DE LA PELICULA *

Las propiedades de la película son funciones que afectan la permeabilidad, compatibilidad y duración de un recubrimiento.

1.- Espesor de Película

a.- Con excepción de los materiales bituminosos que deben aplicarse en espesores hasta de 3 mm. Para dar suficiente protección, los demás recubrimientos requieren un espesor mínimo de 0.125 mm. (0.005 pulgadas) para dar impermeabilidad al aire y la humedad.

b.- Numero de Manos.- Se requiere un mínimo de 3 manos para obtener el espesor de 0.125 mm. (0.005 pulgadas). Varias manos delgadas son mejores que una gruesa porque disminuye el número de posibilidades de que puedan quedar poros a través de las manos sucesivas hasta la superficie que está protegiendo.

2.- Aplicación del Primario.- Al hacer la aplicación del primario especialmente sobre superficies que no han sido limpiadas con chorro de arena, es necesario que la superficie quede bien cubierta pues pequeñas partículas de óxido pueden extenderse y resultarán áreas que no tengan suficiente espesor de película. De preferencia el primario debe aplicarse con brocha para ayudarlo a “mojar” la superficie.

Otros materiales deben aplicarse por aspersión para obtener un recubrimiento más uniforme. En cada caso es necesario aplicar una película húmeda para reducir en lo posible la formación de poros.

3.- Secamiento.- El tiempo de secado es sumamente importante, sobre todo en el caso de los primarios. Si una mano de pintura se aplica, sobre otra que no esté completamente seca, la pintura no se adhiere y en muchos casos se arruga o “acodrilá”

* 2- Tecnología de Recubrimientos Orgánicos Vol. II



METODO DE APLICACIÓN

La aplicación de la pintura puede hacerse con brocha, pistola de aire o rodillo, empleando los procedimientos y herramientas adecuados:

1.- Brocha.- El material debe colocarse con la brocha sobre la superficie y extenderlo en forma uniforme. Las marcas de la brocha deben evitarse pues dejan áreas de menor espesor de película.

Los vehículos sintéticos secan muy rápidamente y permiten poco brocheo, de tal manera que deben aplicarse y extenderse tan rápidamente como sea posible.

Las brochas de fibras sintéticas como nylon son satisfactorias aun cuando en algunas ocasiones son atacadas por solventes del tipo de las cetonas. Las brochas ovaladas o redondas se recomiendan para superficies ásperas o para pintar remaches, pero sobre superficies lisas y planas es preferible usar brochas planas de un ancho de 12 a 15 centímetros.

2.- Rodillo.- La aplicación con rodillo es sumamente rápida sobre superficies planas, obteniéndose una película uniforme, pero las esquinas y formas irregulares deben retocarse con brocha. No se recomienda hacer aplicación de primarios con rodillo, especialmente en superficies ásperas o que no hayan sido preparadas convenientemente.

3.- Aspersión.- El equipo de aspersión debe estar equipado con controles de presión, trampas, separadores, mangueras del diámetro apropiado y una pistola limpia y bien cuidada. Las trampas y separadores sirven para eliminar el agua aceite de aire comprimido.

a.- Técnica.- La pintura debe aplicarse en forma de una película húmeda, uniforme y del espesor recomendado. La presión del tanque y de atomización, así como la presión del líquido en el caso de aspersión sin aire, deben ser las recomendadas por el fabricante del recubrimiento.

1.- Movimiento de Pistola.- Debe hacerse paralelamente y en ángulo recto a la superficie. La pistola se mueve de derecha a izquierda y de izquierda a derecha de tal manera que cada aplicación se empalme 50% sobre la anterior.

2.- Distancia de la Pistola a la Superficie.- Generalmente la distancia de la pistola a la superficie debe ser de 15 a 20 cms. y determina la cantidad de pintura depositada.

Mientras más cerca, mas pintura se deposita y es necesario mover la pistola más rápidamente para evitar que la pintura se escurra.

Si por el contrario, la pistola esta demasiado lejos, los solventes se evaporan antes de llegar a la superficie, resultando en falla de continuidad y adherencia del recubrimiento.

3.- Disparo de la Pistola.- El gatillo controla la acción de la pistola, pues mientras mas se aprieta, mayor es el flujo de pintura.



SISTEMAS ANTICORROSIVOS

Al mover la pistola de un lado a otro, el gatillo se suelta antes de terminar el movimiento con objeto de evitar empalmes en los extremos de cada pase. Esta es una técnica que solo puede dominarse a base de practica. No es aconsejable regular el flujo de material únicamente con el gatillo de la pistola sino que los ajustes necesarios deben hacerse en el tanque de presión.

b.- Aspersión con Pistola de Aire.- Este método es muy rápido y eficiente especialmente en superficies planas, pues la técnica debida se obtiene una aplicación muy uniforme. La mayoría de las pistolas de aire están equipadas con variedad de boquillas para hacer aplicaciones de distintos tipos de materiales. Casi siempre hay necesidad de adelgazar la pintura pero siempre debe usarse el mínimo de adelgazador.

c.- Aspersión sin aire.- Consiste en alimentar el material a la boquilla a una presión muy elevada para atomizarlo sin aire. Esta técnica reduce las perdidas por evaporación y arrastre por aire requiere el uso de menos adelgazador y permite hacer aplicaciones de mayor espesor y menos porosidad que con el sistema convencional. El sistema de aspersión sin aire es particularmente ventajoso al pintar aristas y esquinas.



CAPITULO III

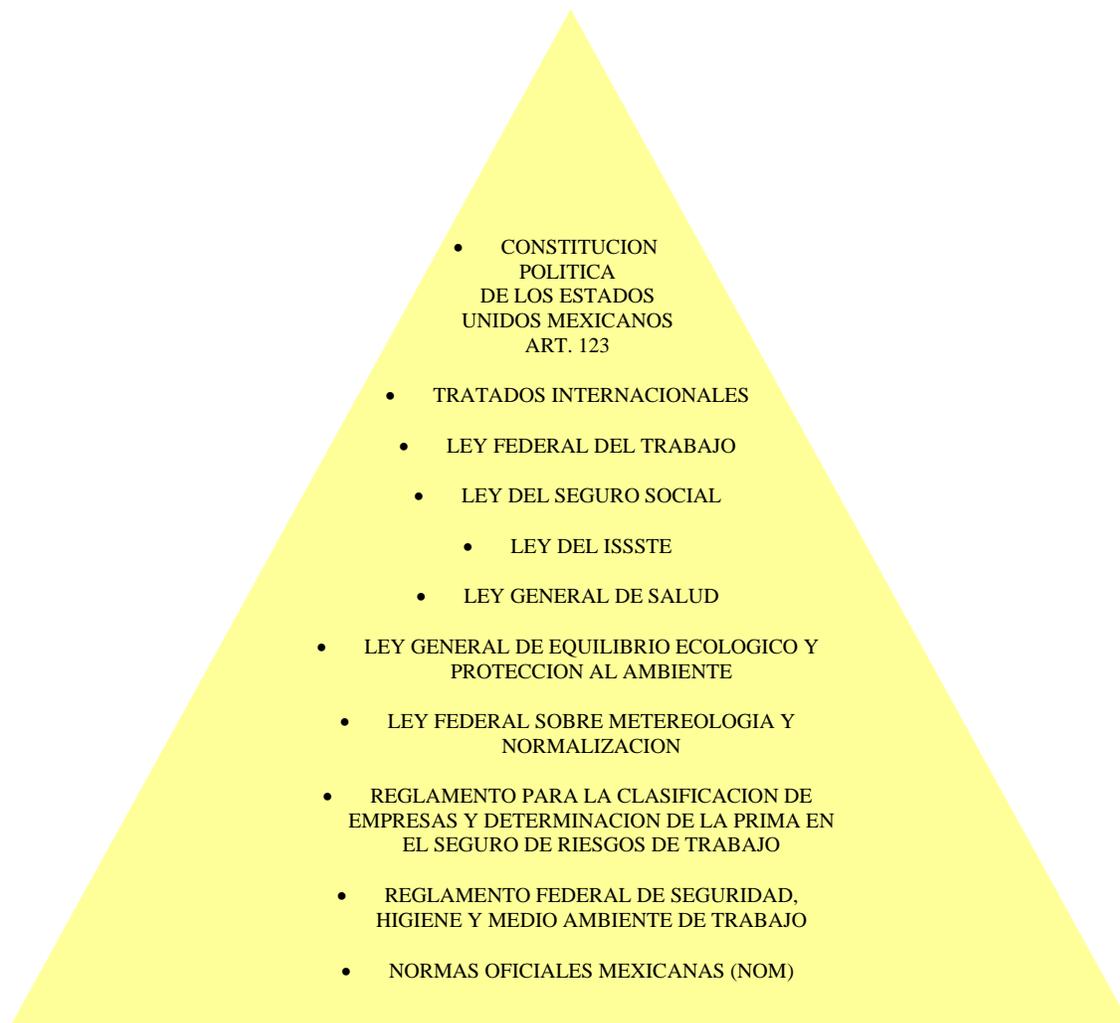
NORMATIVIDAD

3.1 MARCO JURIDICO

Los temas de calidad, seguridad, higiene industrial, medio ambiente y salud ocupacional cobran cada vez más importancia en las empresas, los cambios constantes en las regulaciones, obligan a las empresas a elevar y eficientar los controles para el cumplimiento de los requerimientos legales.

Por tal motivo es de suma importancia para cualquier actividad empresarial conocer nuestro marco jurídico nacional; que al cumplirlo nos llevara a alcanzar la excelencia.

En el siguiente diagrama se muestra el marco jurídico nacional.





3.2 NORMATIVIDAD NACIONAL E INTERNACIONAL

En México se utilizan las normas oficiales mexicanas, pero en los casos de instituciones gubernamentales o paraestatales como PEMEX, estas tienen sus propias normas.

PEMEX maneja las llamadas NRF o Normas de Referencia, para identificar una norma debemos de saber que los tres primeros dígitos son el número de la norma, seguidos por la dependencia que la estableció y por último el año de su elaboración; y este último no siempre corresponde con el año en que esta entra en vigor.

Para nuestro caso son de gran importancia también las normas de referencia de PEMEX, las cuales se basan en normas internacionales como:

ASTM

(American Society for Testing and Materials) Sociedad Americana de Pruebas y Materiales.

ISO

(International Standards Organization) Organización Internacional de Normas.

NACE

(National Association of Corrosion Engineers) Asociación Nacional de Ingenieros en Corrosión.

SSPC

(Steel Structures Painting Council) Consejo de Pintado de Estructuras de Acero.

ASME

(American Society of Mechanical Engineers) Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.

A continuación se menciona la normatividad utilizada para llevar a cabo los trabajos de aplicación de sistemas superficiales anticorrosivos:

NRF-004-PEMEX-2003

Protección con recubrimientos anticorrosivos a instalaciones superficiales de ductos.

Esta norma es de gran importancia por que nos da las directrices, para desarrollar una protección anticorrosiva a las instalaciones superficiales de ductos, y en estos momentos se utiliza como base para el mantenimiento de toda la infraestructura superficial de Pemex, de aquí proviene su importancia, aunque cabe mencionar que esta limitada para algunos casos de plantas de proceso.

NRF-005-PEMEX-2000

Protección interior de ductos con inhibidores.

Como se menciona en el apartado 2.6 de esta tesis, los inhibidores son agentes químicos que se adicionan, esta norma nos marca los parámetros para su selección y uso.



NORMATIVIDAD

NRF-026-PEMEX-2001

Protección con recubrimientos anticorrosivos para tuberías enterradas y/o sumergidas.

Esta norma de referencia, tiene su fundamento en la NOM-008-SECRE-1999, y marca la pauta para la protección de los ductos de PEMEX que se encuentran bajo tierra y en ocasiones bajo agua.

NRF-030-PEMEX-2003

Construcción, inspección y mantenimiento de ductos terrestres para transporte y recolección de hidrocarburos.

Sin duda esta norma es la más importante para el tema que se trata en esta tesis, ya que en ella se mencionan no solo aspectos de mantenimiento si no de diseño y construcción de los ductos, puntos que cualquier ingeniero de mantenimiento debe de dominar.

NRF-047-PEMEX-2002

Diseño integral y mantenimiento de los sistemas de protección catódica.

Esta norma de referencia, tiene su fundamento en la NOM-008-SECRE-1999, pero se especializa en la protección catódica de ductos para de PEMEX.

NOM-008-SECRE-1999

Control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas.

Esta norma no solo es aplicable para la industria petrolera, al ser una NOM, su aplicación es de carácter nacional y debe de considerarse en cualquier industria.

El equipo de seguridad y la precaución son los aliados de cualquier trabajador, en una industria tan peligrosa como la petrolera un mínimo descuido, puede ocasionar un accidente de consecuencias fatales, y es el equipo de seguridad el que nos ayudara a evitar que en caso de que cometamos un error las consecuencias se minimicen.

Por tal motivo debemos considerar las normas referentes a los equipos de seguridad las cuales son las siguientes:

NRF-006-PEMEX-2004

Ropa de trabajo para los trabajadores.

NRF-007-PEMEX-2000

Protección primaria de los ojos.

NRF-008-PEMEX-2001

Calzado industrial.

NRF-058-PEMEX-2004

Casco de protección para la cabeza.



NORMATIVIDAD

3.3 EL SIASPA

De igual manera se deben de cumplir con todos los puntos marcados en el Sistema Integral de Administración de la Seguridad y Protección Ambiental.

Es una herramienta administrativa compuesta por un conjunto de elementos heterogéneos, interrelacionados e interdependientes, enfocada al diagnóstico, evaluación, implantación y mejora continua del desempeño en los campos de seguridad y la protección ambiental basada en la prevención.

Este sistema permite entre otras cosas, integrar una amplia gama de herramientas administrativas para desarrollar las actividades que afecten el desempeño en seguridad industrial y protección ambiental; constituye un medio para la toma de decisiones, contempla metas alcanzables y realistas, genera medidas y comparaciones de desempeño significativas y útiles, promoviendo así el sentimiento de pertenencia a la empresa.

El **SIASPA** consta de 18 elementos agrupados en tres componentes. A continuación se mencionan estos:*

I Factor Humano

- 1.- Política, Liderazgo y Compromiso.
- 2.- Organización.
- 3.- Capacitación.
- 4.- Salud Ocupacional.
- 5.- Análisis y Difusión de Incidentes y Buenas Prácticas
- 6.- Control de Contratistas.
- 7.- Relaciones Publicas y con las Comunidades.

II Métodos

- 8.- Planeación y Presupuesto.
- 9.- Normatividad.
- 10.- Administración de la Información.
- 11.- Tecnología del Proceso.
- 12.- Análisis de Riesgos.
- 13.- Administración del Cambio.
- 14.- Indicadores de Desempeño.
- 15.- Auditorias.

III Instalaciones

- 16.- Planes y Respuesta a Emergencias.
- 17.- Integridad Mecánica.
- 18.- Control y Restauración.

* 13-Manual del SIASPA,SIPA PEMEX



NORMATIVIDAD

El **SIASPA** cubre las siguientes fases:

- Generación y/o actualización de la Política de Seguridad industrial y Protección Ambiental.
- Evaluación del riesgo y/o de los requerimientos, y desarrollo de objetivos de desempeño y de los programas y planes de apoyo, incluyendo la ubicación de los recursos requeridos para llevarlos a cabo y las estrategias y tácticas a emplear.
- Implantación de los programas generados para lograr los objetivos y documentación de las actividades desarrolladas.
- Monitoreo, control y reporte del desempeño e implantación de acciones correctivas y preventivas encaminadas a eliminar las brechas entre el desempeño real y los objetivos de desempeño establecidos.
- Evaluación y análisis gerencial periódico y retroalimentación a la Fase I.

3.4 LA COMISION MIXTA

Actualmente Pemex Exploración y Producción utiliza en el Activo Integral Burgos un sistema de detección de “anomalías”, es decir mantenimiento correctivo, muy sencillo pero eficiente, este consiste en la conformación de una comisión mixta de diagnostico evaluación de riesgo, integrada por representantes de SIPA, que es el departamento de Seguridad Industrial y Protección al Ambiente, representantes de el departamento de producción del área y personal del departamento de mantenimiento.

El procedimiento de evaluación es el siguiente, primeramente en base a la producción promedio de las instalaciones, el número de empleados que laboran en ella y la ubicación se programan las visitas de la comisión mixta para que la instalación sea evaluada.

Posteriormente en la visita en conciliación se determinan las fallas, riesgos y necesidades, se levanta un listado de no conformidades, el cual es firmado por autoridades de las tres áreas y se envía al sistema de información, este se turna al departamento de mantenimiento.

Una vez recibida la información en el departamento de mantenimiento, el ingeniero responsable del mantenimiento del área, evaluará la situación y decidirá si la solución al problema de mantenimiento se realizara por administración o por medio de una compañía contratista, la mayoría de las veces depende de la programación que se haya realizado con las empresas contratadas para el mantenimiento, el contenido del contrato y el costo del mantenimiento, una vez analizado se procede a girar la orden de trabajo y a la tramitación de los permisos de trabajo con riesgo correspondientes.

Inmediatamente después se ejecutan los trabajos, bajo supervisión de PEMEX y SIPA, una vez finalizado el trabajo, el ingeniero responsable del mantenimiento del área deberá recopilar las evidencias necesarias y enviarlas a la comisión mixta para que esta retire la anomalía del sistema de información.



CAPITULO IV

CASO PRÁCTICO

El departamento de mantenimiento a instalaciones e infraestructura del activo integral Burgos de Pemex Exploración y Producción, con sede en Reynosa Tamps., año con año ejerce un programa de mejora continua y corrección de anomalías, mediante la ejecución de varios contratos, por tal motivo el activo Burgos se divide en áreas geográficas de mantenimiento.

En este año se programó el mantenimiento integral de diferentes estaciones de recolección y/o compresión de gas, así como de diferentes intersecciones y entronques de ductos. Una de las estaciones que se programo en el sector sur es la “Estación de Recolección de Gas 18 de Marzo”, ubicada en el municipio de Valle Hermoso, Tamaulipas.

Son varias las actividades a realizar dentro del mantenimiento integral de esta estación de recolección, pero para desarrollar el caso práctico de esta tesis hablaremos de la renovación del sistema de protección anticorrosiva de el tanque de almacenamiento de condensado TV-1.

El sistema que se aplicara consta de cuatro etapas básicas:

1. Limpieza
2. Aplicación de primario epóxico (RP-6)
3. Aplicación de acabado epóxico (RA-26)
4. Aplicación de acabado poliuretano (RA-28)

4.1 LIMPIEZA

Para la tarea de limpiar el área a proteger se debe de realizar la limpieza adecuada para el recubrimiento que se aplicara, este es el primario epóxico, el cual de acuerdo a la normatividad en su ficha técnica solicita una limpieza a metal blanco (SSPC-SP5), con esta limpieza debe eliminarse la herrumbre, escama de laminación, pintura o recubrimiento existente, grasa y cualquier otro contaminante.

Para el correcto cumplimiento de la limpieza se utilizara arena sílica como material abrasivo y un equipo de sand blast para realizar el trabajo, el cual consiste en:

- Compresor de aire
- Silo
- Mangueras y conexiones

Durante el traslado la arena sílica se debe de proteger para evitar que esta se humedezca, por lluvia o algún otro factor.

La arena sílica deberá de almacenarse en un lugar techado para protegerla de la lluvia ya que para su uso debe de estar completamente libre de humedad.

Las conexiones del silo deben de revisarse para evitar fugas de aire, lo cual ocasionaría una pérdida de presión al momento de realizar la limpieza con chorro de arena.



En la siguiente ilustración se muestra el equipo de limpieza en funcionamiento.



Equipo de sand-blast en funcionamiento.

Así mismo es necesario que el operario cuente con el equipo mínimo de seguridad y los aditamentos auxiliares que le ayudan a efectuar el trabajo en forma segura, siendo este el siguiente:

- Escafandra
- Ropa de algodón
- Botas de seguridad
- Guantes
- Tapones auditivos
- Andamios
- Arnés con cuerda de doble vida
- Señalamientos

Todo el equipo de seguridad debe de ser almacenado en forma correcta y revisado previamente a su uso para garantizar que este cumpla con su función.

4.2 APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS

Para la correcta aplicación de los recubrimientos de este sistema se requiere del siguiente equipo:

- Compresor de aire

Como todo equipo el compresor utilizado en estos trabajos, debe de contar con un programa de mantenimiento, para garantizar su rendimiento y evitar fallas mecánicas durante su operación. Al inicio de cada jornada de trabajo se deben de verificar los niveles de comestible y lubricantes y según el número de horas de trabajo se realizara el cambio de filtros.

Para el transporte de este tipo de compresor generalmente se utiliza un camión de 3.5 ton. de capacidad, con adaptación para remolcar el compresor.

Es importante revisar periódicamente su eje de rodamiento ya que cuando los compresores-remolque se trasladan frecuentemente por caminos y brechas, sufren fallas en la suspensión que posteriormente generan vibración y un deterioro del equipo por el constante movimiento.



CASO PRÁCTICO

Una recomendación es utilizar mata chispas cuando se opera dentro de las instalaciones, debido al riesgo inminente que genera un motor de combustión interna en una instalación que procesa gas.



Compresor marca Sull-Air, modelo 185

- Tanque presurizado para pintura

Después de cada uso, el tanque de pintar debe de ser lavado, para retirar cualquier componente que pueda alterar la siguiente mezcla.

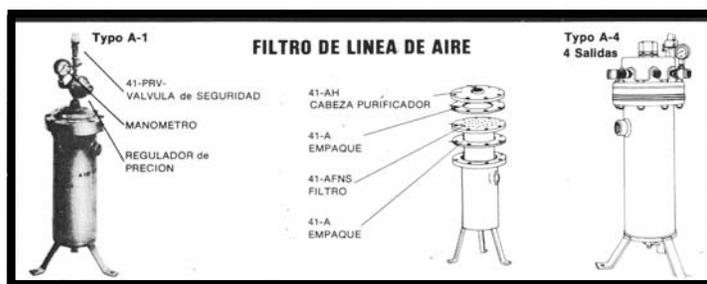
También es importante revisar periódicamente los empaques del tanque, para garantizar la presurización.



Tanque de pintar, marca Craftsman, modelo no. 919.161020

- Filtro de aire

En el filtro de aire son de suma importancia los empaques y la válvula de seguridad, por lo que se debe de verificar su estado periódicamente.



Filtro de línea de aire con regulador de presión.

- Mangueras y conexiones

Las mangueras utilizadas para la limpieza con chorro de arena y la aplicación de pintura deben de ser limpiadas después y antes de cada uso, almacenadas en forma ordenada y antes de su utilización se deben de revisar los empaques, para evitar fugas en las conexiones.

- Pistola

Una pistola sufre desgaste en sus diferentes partes, las cuales pueden y deben de ser reemplazadas en forma oportuna, para que esta trabaje en forma correcta.

Después de cada uso se debe de limpiar la pistola, pero no es recomendable sumergir en solvente la pistola.

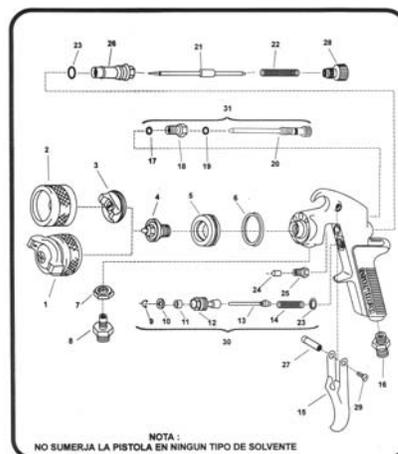


Foto y diagrama de pistola de aspersión marca DeVilbiss.

4.2.1 Aplicación De Primario Epóxico (RP-6)

Una vez que se ha realizado la limpieza de la superficie, se aplicara el recubrimiento primario, previo a esto se debe de verificar el anclaje de la superficie, esta verificación se puede realizar utilizando los patrones de comparación o un medidor de perfil de anclaje. (Estas herramientas se muestran en el anexo “A” de esta tesis.



CASO PRÁCTICO

Para la correcta aplicación se deben de seguir los procedimientos en la ficha técnica del producto, en la cual se indica la siguiente:

a) MEZCLADO

El mezclado de los componentes base y catalizador es en relación 4:1 y esta mezcla debe de agitarse hasta obtener la homogeneidad, para ajustar la viscosidad se puede utilizar hasta un 25% de adelgazador.

Una vez realizada la mezcla se debe filtrar pasándolo por un tamiz de malla 30.

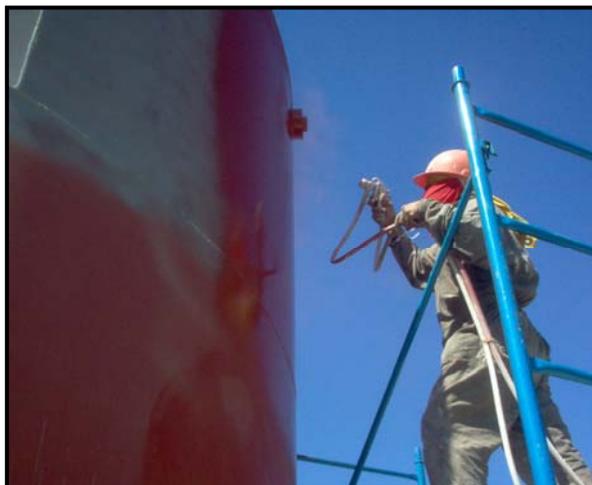
Es importante considerar que el primario RP-6 que ha sido mezclado tiene un tiempo límite de 8 horas para su uso.

b) CONDICIONES DE APLICACIÓN

La superficie a proteger debe de estar seca, libre de polvo y grasas. La temperatura ambiente no debe de ser menor a 7 ° C ni mayor de 50 ° C. La humedad relativa debe de ser menor al 85 %.

c) APLICACION DEL RECUBRIMIENTO

Se debe de realizar pasando el abanico perpendicular y paralelamente a la superficie a recubrir a una distancia de 15-20 cm. Soltando el gatillo de la pistola al final de cada pasada para producir una capa uniforme.



En esta fotografía el Pintor esta aplicando RP-6 a el Tanque de Condensado TV-1

4.2.2 Aplicación De Acabado Epóxico (RA-26)

Después de la aplicación del primario se procede a la aplicación de los recubrimientos de acabado.



CASO PRÁCTICO

Antes de la aplicación es importante realizar la supervisión necesaria al primario, es decir, la calibración del espesor de la película en diferentes puntos para garantizar el espesor necesario, de igual forma se realizaran pruebas de adherencia si estas fueran requeridas. Estas pruebas se describen en el apartado 5.1 de esta tesis, y las herramientas necesarias se ilustran en el anexo “A” de esta tesis.

Una vez concluida la inspección se procede a la aplicación del RA-26, siguiendo los lineamientos de la ficha técnica que dice:

a) MEZCLADO

Se debe de obtener una mezcla homogénea entre la base y el catalizador, la cual se debe de realizar en una proporción 2:1 respectivamente, al igual que el primario se puede utilizar hasta un 25% de adelgazador. La vida útil de esta mezcla es de 8 horas.

El RA-26 debe de ser filtrado con un tamiz de malla 30 a 60.

b) CONDICIONES DE APLICACION

La superficie debe de estar limpia y seca. La temperatura ambiente debe de estar entre 7-50 ° C. La humedad relativa debe de ser menor al 85 %.

c) APLICACIÓN DEL RECUBRIMIENTO

La presión interior del equipo será de 50-60 libras, calibrando con la válvula de atomización de aire abierta.

Se debe de aplicar primero una brisada de 0.5-1.0 milésimas de pulgada y posteriormente se procederá a dar espesor.

Es importante cuidar la distancia entre la boquilla de la pistola y la superficie, la cual debe de ser uniforme y estar en un rango de 15-20 cm.

d) INSPECCION

Antes de realizar cualquier prueba física debe de transcurrir 72 hrs. Es importante realizar la calibración del espesor de la película.



En esta foto se observa a un técnico realizando una calibración de espesor.

4.2.3 Aplicación De Acabado Poliuretano (RA-28)



CASO PRÁCTICO

Por ultimo se aplicara RA-28 para completar el sistema anticorrosivo. Esta pintura de acabado a demás de protección proporcionará brillo a la superficie protegida.

La ficha técnica de este recubrimiento recomienda lo siguiente:

a) MEZCLADO

Realizar una mezcla homogénea con tres partes de base por una parte de catalizador, utilizar adelgazador para ajustar la viscosidad con un máximo de 25% y filtra con un tamiz de malla 30 o 60. El tiempo de vida de la mezcla es de 4 horas.

b) CONDICIONES DE APLICACION

La superficie debe de estar limpia y seca. La temperatura ambiente debe de estar entre 7-50 ° C. La humedad relativa debe de ser menor al 85 %.

c) APLICACIÓN DEL RECUBRIMEINTO

La presión interior del equipo será de 50-60 libras, calibrando con la válvula de atomización de aire abierta.

Se aplicara en capas de 1.5 milésimas aproximadamente.

El abanico se debe de pasar en forma perpendicular y paralelamente a la superficie a una distancia de entre 15-20 cm., para garantizar su aplicación homogénea.

4.3 PERSONAL DE CAMPO

El personal que realizara los trabajos de limpieza de la superficie y aplicación de recubrimientos anticorrosivos, debe de estar capacitado para la ejecución de los trabajos.

Este personal será responsable del almacenamiento, mezclado, y aplicación de los recubrimientos y en muchas ocasiones ellos mismos realizan mediciones de espesores de película.

4.4 EVALUACION DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA

Una vez concluida la aplicación del sistema de recubrimientos se deben de realizar las pruebas mencionadas en el capitulo 5.1 de esta tesis.

Esta actividad debe de ser realizada por el supervisor de la compañía contratista y posteriormente para la aprobación del trabajo, el supervisor de Pemex, realizara una inspección y revisión de los reportes de calibración y adherencia que en su momento solicitó.

Una vez inspeccionados los trabajos se aprobaran o rechazaran estos. Por tal motivo es de suma importancia la actividad del supervisor de la compañía, ya que en caso de no ser aprobado un trabajo por parte de Pemex, esto se reflejara en retrasos en el programa de mantenimiento, lo cual puede originar multas al contratista y por tal motivo perdidas económicas, además de las perdidas inherentes en la corrección de los trabajos no aprobados, por concepto de materiales, mano de obra, uso de equipo y gastos administrativos.



CAPITULO V

SUPERVISIÓN, CONTROL DE CALIDAD, SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE EN LA APLICACIÓN DE ANTICORROSIVOS

5.1 SUPERVISION

Para la aplicación de anticorrosivos es necesario contar con una supervisión, la cual tendrá como objetivo, vigilar el adecuado procedimiento de los trabajos de acuerdo con la normatividad vigente y aplicable.

Esta actividad es sumamente importante, debido a que la supervisión garantizara que los procedimientos y programas planeados se cumplan en tiempo y forma.

Entre el supervisor y el ejecutor se definen las condiciones, los criterios de aceptación y los programas de ejecución de los trabajos, en base a las normas, especificaciones, reglamentos, códigos y procedimiento que apliquen.

La supervisión de los trabajos de un sistema de recubrimientos anticorrosivos, es una actividad sistemática que involucra un programa por fases que deben ser revisadas antes, durante y después de la aplicación.

El supervisor debe contar con la experiencia suficiente y el conocimiento teórico para seleccionar y evaluar la calidad de los productos, materiales y equipos, dominar las técnicas de aplicación, así como de saber resolver los problemas que se presenten en el campo.

El supervisor debe contar con los programas, normas, reglamentos, códigos, especificaciones y procedimientos aplicables a la especialidad.

El supervisor debe contar, con los equipos e instrumentos de medición de los diferentes parámetros, debidamente calibrados y certificados por un laboratorio acreditado en la materia.

El supervisor también debe contar con un programa o plan de inspección previamente elaborado con el fabricante y el ejecutor, que cubra todas las fases, iniciando desde la recepción y almacenaje de los productos hasta la fase final del curado.

El supervisor debe establecer con el ejecutor de los trabajos, las condiciones de aceptación de los mismos, las condiciones climatológicas propicias para la ejecución o suspensión de los trabajos de acuerdo en lo indicado en las restricciones de aplicación y llevar un registro de las condiciones ambientales diarias.

El ejecutor debe entregar al supervisor el programa detallado de trabajo acorde al programa (preparación de superficie, aplicación, inspección, etc.) y los procedimientos aplicables de cada una de las actividades.



Si durante la aplicación de los recubrimientos anticorrosivos, el supervisor detecta fallas en el recubrimiento y/o deficiencias que pudieran haber en el producto, debe comunicárselo al ejecutor para su corrección y además asentarlo en la bitácora de la obra.

El supervisor debe verificar que todos los recipientes que contengan pinturas y productos anticorrosivos estén identificados con el tipo de recubrimiento, fecha de fabricación, fecha de caducidad, número de lote, especificaciones del producto, modo de empleo y condiciones de almacenamiento.

El supervisor debe verificar que las actividades que se desarrollen con orden y limpieza. El área de trabajo debe ser limpiada por el ejecutor después de cada jornada de trabajo.

El supervisor debe verificar la ejecución de la limpieza final de trabajo de cada instalación que se intervenga, es decir, no debe permitir que queden residuos o manchas de pintura, residuos de material abrasivo, recipientes de pintura y solventes o material extraño a la instalación ni en las áreas aledañas a la misma.

El supervisor debe verificar que todas las actividades inherentes, se realicen de acuerdo a los lineamientos relacionados con la Seguridad, Salud y Protección Ambiental institucionales y/o locales que apliquen en el centro de trabajo.

El supervisor 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.

El supervisor debe seleccionar adecuadamente el sistema que será utilizado para prevenir la corrosión. Para ello es necesario que el supervisor en coordinación con el ejecutor defina:

a).- Las condiciones de exposición

El primer paso consiste en determinar el tipo de condiciones de exposición, ambiente o servicio que debe resistir el recubrimiento, siendo los más comunes los que se indican en la siguiente tabla:

1	Ambiente seco.
2	Ambiente húmedo.
3	Ambiente húmedo con salinidad y gases derivados del azufre y otros.
4	Ambiente marino.
5	Interiores de tanques de almacenamiento o recipientes.
6	Temperatura moderada desde 333 K hasta 533 K (60 a 260 °C)
7	Alta temperatura desde 533 K hasta 833 K (260 a 560 °C)
8	Zona de mareas y oleajes.
9	Zona de pisos de helipuertos.

Tabla No. 2

b).- Condiciones de Superficie.



El segundo paso consiste en identificar las condiciones de la superficie a proteger; si el recubrimiento va a hacer aplicado a un acero nuevo y recién preparado con chorro abrasivo, la determinación del sistema es mas simple, pero si la superficie tiene un recubrimiento viejo y maltratado por el medio ambiente, entonces la determinación es critica ya que se debe determinar si se encuentra en condiciones de mantenimiento o no; en caso de no eliminarse el recubrimiento existente, se debe de efectuar una prueba de compatibilidad y determinar el tipo de limpieza y recubrimiento a aplicar. En caso que deba de retirarse el recubrimiento deteriorado se debe determinar el método de limpieza mas adecuado para no afectar instalaciones cercanas y al medio ambiente.

c).- Grado de Corrosión.

Todos los materiales de acero antes de la preparación de la superficie pueden encontrarse en cualquiera de las condiciones de oxidación listadas en la Tabla siguiente y descritas con detalle para su consulta adicional en las normas ISO-8501-1-3 y SSPC-VIS 1 ó equivalente.

Condición	Según ISO 8501-1-3	Según SSPC-VIS 1 ó Equivalente
Grado A	Superficie de acero recubierta en gran medida por cascarilla de laminación adherida, pero con poco o nada de oxido.	Superficie de acero recubierta completamente con escama de laminación, con corrosión no visible.
Grado B	Superficie de acero con oxido insipiente en la que a empezado a exfoliarse la cascarilla de laminación.	Superficie de acero cubierta con escama de laminación con oxido.
Grado C	Superficie de acero cuya cascarilla de laminación a desaparecido por la acción del oxido, o que puede eliminarse raspando, pero con algunas picadura visibles o a simple vista.	Superficie de acero cubierta con oxido y con picaduras no visibles o a simple vista.
Grado D	Superficie de acero cuya cascarilla de laminación a desaparecido por la acción del oxido y en la que se ven a simple vista numerosas picadura.	Superficie de acero cubierta con oxido y picaduras visibles.

Tabla No. 3

Diferentes grados de corrosión de superficie de acero sin pintar.*

En el caso de superficies previamente pintadas pueden encontrarse 4 grados de condiciones establecidas, las cuales se describen en la siguiente Tabla:

Condición	Según SSPC-VIS 4/NACE VIS 7 o Equivalente
Grado E	Superficie de acero previamente pintada, pintura ligeramente decolorada aplicada sobre una superficie tratada con abrasivo a presión; pintura casi intacta.
Grado F	Superficie de acero previamente pintada, con aplicación de primario a base de zinc (zinc rich primer) sobre una superficie tratada con abrasivo a presión; sistema de pintura ligeramente envejecida, la mayor parte intacta.

* 5- Corrosion and Corrosion Control



Grado G	Sistema de pintura aplicado sobre una superficie de acero con pequeñas escamas pero limpia.- sistema fuertemente intemperizado, ampollado y decolorado.
Grado H	Sistema de pintura, aplicado sobre acero.- sistema de pintura totalmente intemperizado, ampollado, decolorado y con desprendimiento de capas.

Tabla No. 4

Diferentes grados de corrosión de superficie de acero pintadas*

d).- Limitaciones en la Preparación de la Superficie.

El tercer paso consiste en determinar si existen limitaciones para la preparación de la superficie. Aunque la limpieza con chorro de arena es el medio preferido, se advierte que este puede no ser permitido en áreas residenciales, municipales, dentro de las plantas químicas, refinerías, plataformas marinas o cerca de otras instalaciones. Si la preparación de la superficie se efectúa con herramienta de mano, se deberá usar un recubrimiento afín a ese tipo de preparación.

e).- Métodos de Limpieza.

Una vez identificado el sistema de protección anticorrosiva, la condición de superficie requerida y las restricciones operacionales del lugar, se procede a determinar el método de limpieza.

f).- Materiales para la Preparación de la Superficie.

El fabricante es responsable de señalar el perfil de anclaje requerido por sus recubrimientos, por lo que se debe considerarse que un perfil menor de 0.0254 mm (1 milésima de pulgada), puede ser insuficiente para un primario con altos sólidos y uno mas de 0.1016 mm (4 milésimas de pulgada) ser demasiado profundo para un primario con bajos sólidos; también depende del espesor del primario y total del sistema, por lo que se deben considerar estos dos factores para definir la profundidad. Así mismo el perfil de anclaje no deberá ser mayor al espesor mínimo de película seca del primario.

En la Tabla siguiente se describen los perfiles de anclaje que se obtienen de acuerdo con el tamaño del abrasivo.

Material	Profundidad en milésimas de milímetro (milésimas de pulgada)			
	38.1 (1.5)	50.8 (2)	63.4 (2.5)	63.4-101.6 (3-4)
Arena sílica (malla)	16/35	16/35	8/35	8/20
Cascajo de acero	G-50	G-40	G-40	G-25
Perdigón de acero	S-170	S-230	S-280	S-330
Granate (malla)	36	36	16	16
Cascajo de aluminio	50	36	24	16
Elastómero de poliuretano con	S-16	S-30	G-40	S-12

* 5- Corrosion and Corrosion Control



abrasivo				
----------	--	--	--	--

Tabla No. 5

Guía de abrasivos para obtener perfiles de anclaje específicos.

La Tabla anterior incluye los abrasivos mas usados en PEMEX actualmente, no obstante es posible utilizar cualquier otro que exista en el mercado siempre y cuando cumpla con los requisitos de calidad y grados de limpieza en la preparación de superficie.

g).- Condiciones Mínimas para Determinar un Sistema de Protección Anticorrosiva.

En la **Tabla 6** se describen las condiciones para determinar un sistema de acuerdo con lo especificado anteriormente, así como los sistemas genéricos.

En la **Tabla 7** se describen cada uno de los sistemas de operación de superficie y tipo de primario y acabado numero de manos, espesor por capa seca en micras y el por ciento de sólidos en volumen.

Ambiente	Conducción de superficie	Sistemas de recubrimientos	Preparación de la superficie	Observaciones
			Grado de limpieza	
1.- Seco	Grado A, B, C, D Aceros nuevos y con corrosión sin pintar	1, 2, 4 y 13	SP 10/NACE 2 ISO Sa 2/1/2	Limpieza a metal cercano a blanco
	Grado E, F, G y H Aceros previamente pintados o con corrosión grados C y D	1, 2, 4, 10 y 13	CWJ-2 DWJ-2	Limpieza a pintura vieja para repintado
			CWAB-10 M DWAB-10 M SP6/NACE 3	Limpieza a metal comercial o ráfaga sise elimina toda la pintura suelta
2.- Húmedo	Grados A, B, C y D Aceros nuevos y con corrosión sin pintar	1, 3, 4, 12 y 13	CWAB-6 DWAB-6 SP 5/NACE 1 ISO Sa 3	Limpieza a metal blanco
	Grados E, F, G y H Aceros previamente pintados o con corrosión grados C y D	1, 2, 3, 4, 10, 12 y 13	CWJ-2 DWJ-2	Limpieza de pintura vieja para repintado
			CWAB-10 DWAB-10 SP6/NACE 3	Limpieza a metal comercial si se elimina toda la pintura
3.- Húmedo con salinidad y gases derivados del azufre	Grados A, B, C y D Aceros nuevos o con corrosión sin pintar	2, 3, 4 y 12	CWAB-6 DWAB-6 SP 5/NACE 1 ISO Sa 3	Limpieza a metal blanco
	Grados E, F, G y H Aceros previamente pintados o con corrosión grados C y D	1, 2, 3, 4 y 12	CWAB-10 L DWAB-10 L SP6/NACE 3	Limpieza a metal comercial si se elimina toda la pintura
4.- Marino	Grados A, B, C y D Aceros nuevos o con corrosión sin pintar	2, 3, 4 y 12	CWAB-10 DWAB-10 SP 5/NACE 1 ISO Sa 3	Limpieza a metal blanco
	Grados E, F, G y H Aceros previamente pintados o con corrosión grados C y D	2, 3, 4 y 12	CWAB-10 L DWAB-10 L SP6/NACE 3	Limpieza a metal comercial si se elimina toda la pintura
5.- Interior de tanques	Grado A, B, C, D Aceros nuevos y con corrosión sin pintar	6, 7, 14 y 18	CWAB-6 DWAB-6 SP 5/NACE 1 ISO Sa 3	Limpieza a metal blanco
	Grado E, F, G y H Aceros previamente pintados o con corrosión grados C y D	6, 7, 14 y 18		
6.- Moderada Temperatura	Grado A, B, C, D Aceros nuevos y con corrosión sin pintar	8 y 15 533 K (260°)	CWAB-10 L DWAB-10 L SP6/NACE 3	Limpieza a metal comercial



7.- Temperatura Alta	Grado E, F, G y H Aceros previamente pintados o con corrosión grados C y D	9 y 15 833 K (560°)	CWAB-6 DWAB-6 SP 5/NACE 1 ISO Sa 3	Limpieza a metal blanco
8.- Zona de mareas y oleajes y ductos ascendentes	Grado A, B, C, D Aceros nuevos y con corrosión sin pintar	5	SP6/NACE 3	Limpieza a metal comercial
9.- Zona de pisos de helipuertos	Grado A, B, C, D Aceros nuevos y con corrosión sin pintar	11	CWAB-6 DWAB-6 SP 5/NACE 1	Limpieza a metal blanco
10.- Recubrimiento bajo aislamiento hasta 205 °C	Grado A, B, C, D Aceros nuevos y con corrosión sin pintar	17	CWAB-6 DWAB-6 SP 5/NACE 1	Limpieza a metal blanco

Tabla 6

Sistemas de protección anticorrosiva que pueden ser utilizados para superficies metálicas expuestas a diferentes ambientes.

h).- Espesores Mínimos de los Sistemas de Protección Anticorrosiva.

Los sólidos en volumen indicados en esta Tabla sirven como referencia para estimar el volumen teórico del recubrimiento, así como para determinar los espesores húmedos requeridos para alcanzar los espesores secos especificados para cada sistema.

El volumen real de recubrimiento esta en función de las mermas de cada obra; las variables que mas afectan al rendimiento teórico son: velocidad de viento, geometría de la superficie, condición del sustrato (rugosidad, porosidad, perfil de anclaje), técnicas de aplicación, etc.

Sistema No.	Descripción	% Sólidos en volumen (mínimo)	Perfil de Anclaje (micras)	Capas (micras)	Espesor por capa seca (micras)	Espesor total	Método de Aplicación
1	Primario epóxico-poliamida de dos componentes RP-6	70	37.5-62.5	1	100-150	275-400	Aspersión convencional sin aire
	Modificado +Acabado de epóxico catalizado-poliamida de dos componentes altos en sólidos RA-26	70	No aplica	1	100-150		
	Modificado +Acabado poliuretano acrílico-alifático de dos componentes RA-28	65	No aplica	1	75-100		
2	Primario epóxico poliamida de	70	37.5-62.5	2	100-150	275-400	Aspersión convencional



	dos componentes RP-6 Modificado + Acabado poliuretano alifático de dos componentes RA-28 Modificado	65	No aplica	1	75-100		sin aire
3	Primario inorgánico rico en zinc auto currante base solvente RP-4B Modificado o Primario epóxico rico en zinc de dos a tres componentes RP-22 + Acabado epóxico catalizado poliamida de dos componentes altos sólidos RA-26 Modificado + Acabado poliuretano acrílico alifático de dos componentes RA-28 Modificado	65	37.5-62.5	1	75-100	275-350	Aspersión convencional sin aire
		70	No aplica	1	125-150		
		65	No aplica	1	75-100		
4	Primario inorgánico de zinc, autocurante base solvente RP-48 Modificado o Primario epóxico Rico en zinc de dos a tres componentes RP-22 + Acabado polisiloxano epóxico o Acrílico de dos componentes altos sólidos de alta resistencia RA-35	65	37.5-62.5	1	75-100	150-200	Aspersión convencional sin aire
		70	No aplica	1	75-100		
5	Recubrimiento epóxico 100 % sólidos de dos o tres componentes RE-36	100	75-100	1	2500-3125	2500-3125	Aspersión, espátula, llana ó aplicación manual



6	Primario epóxico-adocto amina de dos componentes RP-10 Modificado + Acabado epóxico catalizado aductoamina de dos componentes altos sólidos RA-29 Modificado	60	75-100	1	125-175	250-350	Aspersión convencional sin aire
		60	No aplica	1	125-175		
7	Primario epóxico poliamida de dos componentes RP-6 Modificado + Acabado epóxico catalizado poliamida de dos componentes altos sólidos RA-26 Modificado o Acabado poliuretano o epóxico elastomérico antiderrapante de dos componentes	70	37.5-62.5	1	100-125	150-200	Aspersión convencional sin aire
		70	No aplica	2	100-125		
8	Recubrimiento a base de resina con pigmento de aluminio, silicón. RE-30 A Modificado	40	12.5-25	1	25-37.5	25-37.5	Aspersión convencional sin aire
9	Recubrimiento de resina de silicón con pigmento de aluminio RE-30 B Modificado	40	12.5-25	1	25-37.5	25-37.5	Aspersión convencional sin aire
10	Enlace epóxico catalizado ciclo alifático con pigmento de aluminio, autocurante RI-35 + Acabado	80	37.5-62.5	2	75-100	225-300	Aspersión convencional sin aire



	polisiloxano epóxico o acrílico de dos componentes altos sólidos de alta resistencia RA-35	70	No aplica	1	75-100		
11	Epóxico catalizado de dos componentes RP-15 + Enlace de poliuretano o epóxico elastomérico de dos componentes RI-43 + Acabado elastomérico de A. S. De dos componentes RE-38	70	37.5-62.5	1	75-100	3375-4225	Aspersión convencional sin aire
		90	No aplica	1	2500-3125		
		65	No aplica	1	800-1000		
12	Primario orgánico rico en zinc de dos componentes RP-23 + Enlace epóxico Modificado autoimprimante de dos componentes RI-41 + Acabado epóxico o acrílico polisiloxano de dos componentes altos sólidos de alta resistencia RA-35	70	37.5-62.5	1	75-100	250-375	Aspersión convencional sin aire
		80	No aplica	1	100-150		
		70	No aplica	1	75-100		
13	Primario epóxico rico en zinc de dos o tres componentes RP-22 + Acabado poliuretano acrílico alifático de dos componentes RA-28 Modificado	65	37.5-62.5	1	75-100	150-200	Aspersión convencional sin aire
		65	No aplica	1	75-100		
14	Recubrimiento epóxico 100 % sólidos de dos componentes RP-21	100	75-100	2	150-200	300-400	Aspersión convencional sin aire



15	Acabado polisiloxano de dos componentes RE-41 Especial	70	37.5-62.5	1	125-175	125-175	Aspersión convencional sin aire
16	Acabado polisiloxano de dos componentes RE-39 Especial	34	12.5-25	1	37.5-50	37.5-50	Aspersión convencional sin aire
17	Especial epóxico Fenólico de dos componentes RE-37	65	37.5-62.5	1	125-175	125-175	Aspersión convencional sin aire
18	Recubrimiento epóxico o Poliuretano anticorrosivo 100 % sólidos de dos componentes. RP-13	100	50-75	2	250-300	500-600	Aspersión convencional sin aire

Tabla 7

Espesores mínimos de los Sistemas de protección anticorrosiva *

Una vez que se ha determinado el sistema empleado para el recubrimiento anticorrosivo se procede a la ejecución de los trabajos y es aquí en donde el supervisor vigilara el correcto cumplimiento de lo antes mencionado.

Durante la ejecución de los trabajos el supervisor deberá realizar informes de cada una de las tareas realizadas, para ello debe tomar en cuenta que existen ciertos criterios de aceptación de los trabajos.

Un informe debe de estar compuesto por al menos los siguientes puntos:

- a).- Identificación del área inspeccionada.
- b).- Trabajo realizado que se inspeccionara.
- c).- Elementos visibles de apoyo.
- d).- Identificación, descripción y localización de los defectos encontrados, si los hubiese.
- e).- Equipo utilizado para la inspección.
- f).- Fecha de la inspección.
- g).- Nombre y firma del inspector.

NOTA: Ejemplo de estos reportes se muestran en el anexo “B”

* 8-Fichas Técnicas de Pinturas Dupont



Durante la aplicación de sistemas anticorrosivos como mínimo se debe de realizar in informe de inspección en cada una de las siguientes actividades.

- 1.- Recepción del sitio de trabajo.
- 2.- Grado de limpieza alcanzado (perfil de anclaje).
- 3.- Calibración del espesor húmedo de cada uno de los recubrimientos del sistema.
- 4.- Calibración del espesor seco de cada uno de los recubrimientos del sistema.
- 5.- Pruebas de adherencia del sistema.
- 6.- Pruebas de porosidad al sistema aplicado.
- 7.- Verificación de condiciones meteorológicas (temperatura, humedad y punto de rocío) durante la ejecución de los trabajos.

INSPECCION FINAL

Al terminar la aplicación del sistema anticorrosivo y finalizado el periodo de tiempo especificado para el secado y curado del sistema, se deben efectuar las siguientes pruebas:

- Inspección visual. **IV**
- Medición de espesores. **ME**
- Adherencia. **AD**
- Conductividad eléctrica. **CE**

Para realizar este tipo de pruebas se requieren de herramientas especializadas, en el anexo “A” de esta tesis se muestran las fichas de estas.

INSPECCION VISUAL

Los defectos comunes no aceptables que se detectan por la inspección visual, se encuentran listados en la Tabla siguiente:

Defecto	Descripción	Causas
Acocodrilamiento	La pintura ya aplicada presenta cuarteaduras que asemejan a la piel de cocodrilo	Es el efecto de un secado deficiente de la película previo a la aplicación de capas subsecuentes, curado a alta temperatura, espesor arriba de los límites permisibles, impacto físico o incompatibilidad entre capas
Agrietamiento imperceptible	Fracturas irregulares y angostas en la ultima capa, que por lo regular no llega al sustrato	
Agrietamiento	Fracturas irregulares profundas directas de la película de pintura hasta el sustrato	
Ampollas	Pequeñas áreas deformadas semejantes a ampollas	La presencia de herrumbre, aceite, grasa por debajo de la película aplicada; la existencia de humedad en la línea del rociador o el recubrimiento fue aplicado en una superficie caliente
Decoloración	El acabado presenta falta de color en la superficie	Por la presencia de condensación de humedad del medio ambiente, solvente evaporado en un



		ambiente húmedo o condensación en una superficie fría (servicio a bajas temperatura)
Caléo	Perdida de brillo y superficie con polvo	La ultima capa expuesta fue preparada de forma inconveniente; fueron utilizados solventes y adelgazadores en proporción inadecuada; se presentan problemas en la resina
Burbuja	Pequeñas marcas uniformes en la película	Aire atrapado durante la aplicación de la pintura
Delaminacion	Falta de adhesión entre capas de pintura o entre la pintura y el sustrato	Mala preparación de la superficie, aplicación fuera del tiempo especificado
Atomización seca	Superficie de textura con una rugosidad parecida a la de una lija; se presenta principalmente con recubrimientos de inorgánicos de zinc	La pistola se encuentra a una distancia mayor a la recomendada para la aplicación de pintura; las partículas del recubrimiento llegan parcialmente secas a la superficie
Incrustaciones de contaminantes	Secciones con contaminantes incrustados en la película	La aplicación fue llevada a cabo sobre estratos de polvo y contaminantes
Ojo de pescado	Se forman cavidades entre las películas que se asemejan a hoyos o depresiones profundas de pintura	La aplicación se hizo sobre una superficie contaminada con aceite, humedad, suciedad, silicones y otros contaminantes, así como recubrimientos incompatibles
Grieta de desecación	Es un agrietamiento que ocurre durante el secado del recubrimiento semejante al lodo seco agrietado; por lo regular se presenta en inorgánicos de zinc	Espesor de película por arriba del limite permisible o contaminación de la superficie por aceite o agua
Cáscara de naranja	Cavidades en la superficie, apariencia similar a la cáscara de naranja	Aplicación incorrecta debido a que la atomización se hace con poca presión; evaporación rápida del solvente
Sobre atomización	Se presentan depósitos de humedad o partículas del recubrimiento seco	Las partículas del recubrimiento se aglomeran en la superficie
Poros	Cavidades de tamaño suficiente para atravesar una o varias capas y se localizan en la superficie	Sobre aplicación del recubrimiento, solvente atrapado o el recubrimiento es aplicado en superficies calientes
Puntos de herrumbre	Cavidades oxidadas en la superficie	Discontinuidades debido a poros, bordes afilados y restos de soldadura, entre otros
Manchas, Desprendimientos y relleno	Demasiado fluido o material en la superficie vertical	Exceso de adelgazador, adelgazador inadecuado, espesor de película por arriba de los limites permitidos, condiciones iniciales de aplicación no



		adecuadas
Ablandamiento	Película aparentemente seca por la superficie, pero el recubrimiento bajo ella se encuentra blando; al presionar con el dedo pulgar; queda plasmada la huella	Tiempo de secado insuficiente, baja temperatura, contaminación con agua y aceite, espesor del recubrimiento excesivo, mezcla deficiente
Efecto Adherente	Los recubrimientos tienen penetración parcial; la superficie se encuentra seca pero al tocarla se asemeja a una cinta adhesiva	Demasiado adelgazador; tiempo de secado insuficiente baja temperatura, ventilación insuficiente
Corrugado	Superficie rugosa y áspera	Recubrimiento aplicado sobre otro sin curar, demasiada viscosidad, clima extremo, solvente concentrado aplicado con pintura incompatible

Tabla 8
Defectos comunes no aceptables.*

Medición de Espesores

A causa de la variabilidad normal de instrumento, es necesario tomar diversas lecturas en cada área de referencia (tres lecturas) para obtener el espesor local. El número y la distribución de áreas de referencia necesarias para conseguir el espesor promedio de una superficie con recubrimiento, se describen a continuación:

Para determinar el espesor de película seca aplicada, el tipo de muestreo y la cantidad de lecturas se deben de hacer de la manera siguiente:

Para superficies menores o iguales a 10 m², se toman 5 niveles de medición al azar; para formar un nivel de medición se debe trazar un círculo con un diámetro igual a 4,0 cm; dentro del área del círculo trazado, se toman 3 lecturas al azar, siendo el promedio simple de estas lecturas el espesor del nivel.

Para áreas que no excedan los 30 m², el área total se divide entre 3 y se debe aplicar la distribución en cada área de 10 m², de acuerdo a lo establecido para áreas de 10 m².

Para áreas que no excedan los 100 m², se toman al azar tres áreas de 10 m² cada una las cuales se deben medir de acuerdo a lo establecido para áreas de 10 m².

Para superficies que excedan los 100 m², los primeros 100 m² se miden de acuerdo a lo indicado para áreas que no excedan de 100 m²; adicionalmente se toman 10 m² al azar; los cuales deben medir de acuerdo a lo establecido para áreas de 10 m².

Si algunos de los espesores de alguna área de 10 m² no cumplen con lo especificado, se deben tomar lecturas adicionales para delimitar el área que presenta el problema.

* 9-Fichas Técnicas de Pinturas Nervion



Nivel de medición: Para formar un nivel de medición se debe trazar un círculo con un diámetro igual a 4,0 cm; dentro del área del círculo trazado, se toman 3 lecturas al azar, siendo el promedio simple de estas lecturas el espesor del nivel.

Espesor mínimo: El promedio de las medidas de cada nivel para cada 10 m² de área, no debe ser menor al valor mínimo especificado. Ninguna lectura de un punto de cualquier nivel en el área de 10 m², debe ser menor al 80 % del espesor mínimo especificado; en el caso de detectar no conformidades se deben hacer mediciones adicionales para delimitar el área que presente el problema.

Espesor máximo: El promedio de las medidas de cada nivel para cada 10 m² de área no debe ser mayor al valor máximo especificado. Ninguna lectura de algún punto de cualquier nivel en el área de 10 m², debe ser mayor al 120 % del espesor máximo especificado; en el caso de detectar no conformidades, se deben hacer mediciones adicionales para delimitar el área que presente el problema y solicitar mas información acerca del comportamiento del recubrimiento con el fabricante del recubrimiento.

Detección Dieléctrica de Poros o Discontinuidades

El contratista debe realizar la detección dieléctrica de poros en el recubrimiento aplicando la norma ASTM G 62-87.

Determinación de Adherencia

El contratista debe realizar la determinación de adherencia del sistema de recubrimientos con la norma ASTM D-3359. Ya clasificado el resultado de la prueba de adherencia, este debe oscilar entre los grados 4B al 5B sin importar el tipo de recubrimiento. No se deben aceptar los resultados que se encuentren entre los grados 3B y 0B, de acuerdo por lo establecido en la norma ASTM D 3359.

5.2.- CONTROL DE CALIDAD

Existen en el mercado actual, una amplia variedad de nuevos recubrimientos anticorrosivos que potencialmente pueden aplicarse a las instalaciones superficiales de la industria petrolera.

En todos los casos, los 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.

5.2.1 Respaldo documental

El personal de PEMEX 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.

La información debe incluir lo siguiente:

I).- Especificaciones:

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

II).- Control de calidad.

El fabricante debe proporcionar los resultados más recientes de las pruebas de control de calidad realizadas a los componentes del sistema, indicando invariablemente la norma o práctica recomendada aplicada así como el laboratorio, fecha y lugar en el que realizaron.

A continuación se refieren las pruebas mínimas de control de calidad, para los recubrimientos anticorrosivos.

- Intemperismo acelerado
- Cámara salina.
- Cámara húmeda.
- Continuidad de película.
- Resistencia eléctrica.
- Adherencia.
- Flexibilidad.
- Resistencia al impacto.
- Resistencia a pruebas químicas.
- Dureza.
- Choque térmico.



En el caso de que algunas pruebas no tengan aplicación para un tipo particular de tecnología, el fabricante y/o proveedor debe iniciar la justificación correspondiente y las pruebas adicionales que apliquen.

III).- 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 a cargo de las instalaciones protegidas.
- Tipo de instalaciones protegidas.
- Condiciones de exposición y de 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.

5.2.2 Evaluación de laboratorio

El personal de PEMEX debe conjuntamente con el fabricante coordinar y supervisar las pruebas de control de calidad del recubrimiento, apropiadas para el servicio a que esta destinado, a fin de confirmar la información técnica de respaldo. Estas pruebas deben ser realizadas por un laboratorio especializado externo a la compañía o por los Institutos de Investigación Nacionales, para el caso de PEMEX el IMP es el más indicado.

5.2.3.- Evaluación de campo

Estas pruebas deben realizarse en instalaciones superficiales de ductos, bajo condiciones ambientales específicas, además con la participación de representantes de uno o varios Organismos Subsidiarios de PEMEX. Los especialistas involucrados en la prueba deben elaborar un procedimiento de prueba o protocolo de evaluación y establecer los registros y documentos que servirán de evidencia documental de los resultados del desempeño obtenidos.

La preparación y aplicación del sistema debe realizarse conforme a las especificaciones y practicas recomendadas por el fabricante y/o proveedor.

El tiempo mínimo de duración de la evaluación de campo es de tres años, durante este periodo los especialistas involucrados deben realizar inspecciones de seguimiento a la instalación protegida con una frecuencia mínima de cada seis meses.

Para aplicar un recubrimiento en una instalación se debe contar con certificado de aprobación (como el que se muestra en el anexo “C”), y el aplicador deberá entregar la ficha técnica correspondiente en donde se enuncian las características del producto y las recomendaciones particulares.



En el anexo “D” se pueden observar ejemplos de estas.

5.3 SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

Es responsabilidad del supervisor vigilar que se cumpla con lo establecido por el SIASPA.

Las actividades involucradas en la preparación y aplicación de los sistemas de recubrimientos en las instalaciones, implican riesgos debido a las condiciones de los escenarios en donde se realizan. Los escenarios contemplan entre otras condiciones operativas de los mismos, los trabajos en altura, 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.

Para la ejecución de los trabajos de preparación y aplicación de recubrimientos anticorrosivos en las instalaciones de Petróleos Mexicanos, deben atenderse las normas y procedimientos de Seguridad, Salud y Protección Ambiental y las políticas de Subsidiarias y Empresas Filiales de PEMEX, cumpliendo con los principios y procedimientos del Centro de Trabajo particular de que se trate.

Previamente al inicio de cualquier trabajo en alguna de las instalaciones de Petróleos Mexicanos y Empresas filiales, personal de PEMEX debe impartir al personal que ejecutara los trabajos, una platica de inducción en materia de seguridad, salud 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 altura.
- Trabajo en espacios confinados.

Ninguna acción que involucre un riesgo podrá realizarse en las instalaciones de Petróleos Mexicanos sin la debida documentación que autorice el permiso de trabajo respectivo además de contar con toda clase de permisos inherentes.

El ejecutor de los trabajos debe contar con un representante que se responsabilice por la conducta del personal en las instalaciones de PEMEX, en forma permanente desde el inicio y hasta la terminación de los trabajos.

Queda estrictamente prohibido al ejecutor accionar, mover, operar o manipular válvulas, instrumentos, controles eléctricos, etc. de las instalaciones de ductos.

Queda estrictamente prohibido fumar en las instalaciones de PEMEX, así como el consumo de bebidas embriagantes y sustancias enervantes.



El ejecutor 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.

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.

El ejecutor de los trabajos debe proporcionar a sus trabajadores la ropa, calzado y equipo de protección personal adecuado acorde con el escenario y las actividades a realizar.

Las tendencias actuales para proteger al medio ambiente y la salud humana, es incrementar los parámetros de control de calidad de los recubrimientos anticorrosivos, en cuanto a los contenidos de compuestos orgánicos volátiles, desarrollar formulaciones de base acuosa, así como la restricción en el uso de ciertos compuestos químicos tales como plomo, cromo, isocianatos, aminas aromáticas o alifáticas de bajo peso molecular, Epoxi Etanol Fenol libre y disolventes clorados y de todas aquellas sustancias dañinas al organismo y de impacto ambiental.

Las regulaciones en materia ambiental demandan una reducción significativa en la emisión de componentes orgánicos a la atmósfera. Algunos componentes orgánicos (muchos solventes en el caso de los recubrimientos anticorrosivos) reaccionan con los óxidos de nitrógeno bajo la influencia de luz solar produciendo ozono y partículas de materia conocidas como el smog, los cuales son contaminantes perjudiciales para el ambiente y la salud. 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 g/l a 420 g/l.



CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Petróleos Mexicanos y sus Organismos Subsidiarios cuentan con una extensa red de ductos e instalaciones, la cual sirve de medio para recolectar, transportar, procesar y distribuir los hidrocarburos y sus derivados.

Las instalaciones petroleras y sus sistemas de ductos, están expuestas a los efectos de la corrosión atmosférica como consecuencia del proceso de oxidación que ocurre cuando las estructuras metálicas, normalmente de acero al carbón, están en contacto con el medio ambiente, tendiendo a regresar al acero a su condición original de mineral de hierro.

Para prevenir, controlar y corregir en la parte externa o superficial de los sistemas, los efectos de la corrosión e incrementar la seguridad y vida útil de las instalaciones, PEMEX aplica barreras de aislamiento entre el acero y el medio ambiente a través de sistemas de recubrimientos anticorrosivos, cuya selección, preparación, muestreo, inspección y pruebas se realizan de acuerdo a la normatividad nacional e internacional.

Los recubrimientos de pintura, por varias razones de índole técnica y económica, constituyen el método más utilizado en la protección contra la corrosión de materiales metálicos.

La vida útil de un sistema anticorrosivo a base de pinturas y su efectividad como método de prevención dependerá de:

- Adecuada selección del sistema
- Preparación de la superficie
- Aplicación correcta de los recubrimientos
- Supervisión a pie de obra
- Control de calidad de los productos

Mi experiencia en diferentes trabajos de aplicación de sistemas superficiales anticorrosivos me indica que:

- El supervisor debe conocer las condiciones meteorológicas del sitio de trabajo.
- El supervisor debe conocer las fichas técnicas de los productos que utilizara.
- El supervisor deberá inspeccionar periódicamente el equipo utilizado.
- El supervisor llevara una bitácora de campo.
- El supervisor realizara las pruebas necesarias para cada etapa del sistema de protección.
- El supervisor deberá prevenir el suministro de los productos que se utilizaran.
- El supervisor realizara un registro fotográfico de los trabajos realizados.
- El supervisor debe conocer la normatividad vigente.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

También es importante tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

Es de vital importancia estar consientes y sensibilizar a los demás que cuando trabajamos en una instalación petrolera existen diferentes riesgos, por lo cual ninguna medida de seguridad esta de más, es imperativo utilizar en la medida de lo posible los mejores equipos de seguridad, así como capacitar en materia de seguridad al personal que desarrollara estos trabajos.

Es importante que antes de aplicar cada capa de pintura se verifique la limpieza de la superficie, debido a que en algunos lugares el viento provoca que el polvo rápidamente cubra las superficies que recubrimos y este perjudicaría la estructura de nuestro sistema anticorrosivo.

Cuando un sistema consta de dos o mas componentes será de gran utilidad que estos sean de diferentes colores, esto nos ayudara a tener un “control por colores”, lo cual facilitara no solo las tareas de inspección en el proceso y calidad sino que auxiliara al pintor para tener un mejor control en las capas aplicadas, esto se refleja en una mejor calidad de trabajo.

Antes de utilizar un producto debemos verificar su caducidad y estado.

La limpieza del área de trabajo es primordial ya que la carencia de esta puede ocasionar accidentes e incidentes.

El mantenimiento adecuado a los equipos utilizados, es muy importante, tanto por la seguridad como por la calidad y eficiencia.

Debemos de mantener informados a nuestros superiores y subordinados de cualquier modificación de los planes de trabajo para evitar confusiones.

Se debe considerar que una falla de cualquier elemento del equipo de trabajo, ya sea humano o material, ocasionara el retraso del plan de trabajo, por lo cual debemos prevenir que estas ocurran, controlando en forma ordenada nuestras herramientas y materiales de trabajo, planeando y programando nuestras actividades adecuada y coordinadamente.

La carrera de ingeniería civil, es sumamente importante y forma parte de una labor multidisciplinaria, el mantenimiento industrial.

El adquirir, desarrollar y actualizar continuamente estos conocimientos, harán que los ingenieros civiles sean los jefes de mantenimiento de estas instalaciones.



ANEXO A INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN *

Espesor de Recubrimientos

POSITECTOR 1322



* Medidor digital para medir recubrimientos sobre superficies ferrosas (F) y no-ferrosas Modelos (NF) con sonda integrada ó Sonda Separadas.

SENCILLO

- NUEVO - La pantalla es más grande y fácil de leer. Operación fácil que usa menús para orientar el cliente
- Configuración automática
- Operación con dos botones
- Auto encendido al contacto con la pieza de prueba; Autoapagado
- Función zero de calibración; ideal en bases muy rugosas
- RESET se devuelve el medidor a su estado original
- Instrucciones en la parte posterior del medidor de recubrimientos

·Se incluye un certificado de calibración , puede cambiarse desde Milésimas, Micrones o mm, un solo instrumento puede medir en TODOS los metales usando solo una sonda.

MODELOS BASICOS (1)

- Seleccionable en Milis / Microns
- Ajuste sencillo a cualquier espesor conocido
- Ajuste a cero para uso en superficies porosas
- Indicador luminoso
- Voltar Pantalla
- RESET se devuelve el medidor a su estado original



Sondas Especiales Disponibles

·MODELOS STANDARD (2)

- Todas las características de los modelos Basico (1) mas
- Modo "HiLo" se alarma usted audiblemente y visiblemente cuando las medidas exceden sus especificados límites
- NUEVO - El Medidor continuamente muestra: los promedios, los actualizados, desviaciones de estándar, el espesor del mínimo y del máximo y el número de lecturas cuando usted mide algo
- El modo de alta resolución aumenta la resolución de la pantalla para aplicaciones que requieren precisión mayor
- El cliente puede demorar el tiempo que el medidor se apaga
- NUEVO -Un total de 250 lecturas puede almacenarse
- NUEVO -Un puerto incorporado e infrarrojo se usa para transmitir a una impresora inalámbrica y económica.

MODELOS CON MEMORIA (3)

- Todas las características de los modelos Basico (1) y Standard (2) mas
- Memoria de 10,000 lecturas con capacidad de 200 grupos
- Cumple con la norma SSPC-PA-2; Calcula el promedio de un conjunto de promedios de las lecturas
- El medidor muestra lecturas mientras ellos están siendo tomados ó los almacena en la memoria para el desembarque

- Indicador de Luz
- Ideal en ambientes de alto ruido para observar que la lectura ha sido tomada
- Cubierta de Sonda Multiusos
- Protege al probador y facilita la medición en materiales con superficie redonda
- Pantalla Configurable
- Selección de la posición de la lectura para facilitar el uso

* 7-Catálogo de Corrosión Twilight



ANEXO A

Espesor de Recubrimientos

POSITEST



* Medidor analogo para medir recubrimientos sobre superficies ferrosas. 4 modelos disponibles.

-PRECISIÓN +/- 5%
Calibracion Permanente
Alta resistencia y vida en la sonda de carburo
Facil ajuste de la pantalla
Selección de escala para cualquier aplicación

-DURABILIDAD

Carcasa extra resistente. No le afectan los golpes mecánicos, agua, ácido o solventes
El diseño es único y muy robusto. No se moverá mientras que usted está midiendo algo
Principio de imán de cobalto magnetico con calibración permanente, y no usa baterías
Proporciona seguridad en refineries por no tener circuitos electricos, a prueba de explosiones
Un año de garantía

-FACIL DE USAR

Indicadores visuales y audibles para optimización de la lectura
Sonda tipo "V" para ajuste de posición en superficies redondas
Compacto, ligero, Independiente de la gravedad - puede ser utilizado en cualquier posición
El botón "Pase/ no pase" puede configurarse antes para medidas rápidas
Con un solo dedo puede controlar la Sonda y la rotación de la carátula
Incluye una correa para su muñeca/cuello y manual de instrucciones
También incluye estuche de cuero

No. Cat.			
DF-FM	Positest FM	Rango: 0-80	mils.
DF-F	Positest F	Rango: 0-2000	micras
DF-GM	Positest GM	Rango: 0-8	mils
DF-G	Positest G	Rango: 0-200	micras

ESTANDARES DE ESPESOR



* Las normas acreditadas de espesor son ideales para comprobar calibración y la operación de los medidores de espesores de recubrimiento. Son un componente importante en cumplir ambos requerimientos, ISO y requerimientos internos de control de calidad. Todas las normas siguientes vienen con un Certificado de Calibración que permite su localización al NIST.

Normas de Calibración

- Se usan idealmente en laboratorio
- Se usan para averiguar la exactitud de los medidores que usan el principio magnético, el principio de las corrientes parásitas y el principio ultrasónico sobre su gama medidora de espesor
- Las normas con los sustratos de aluminio o acero consiste en cuatro (4) normas montadas sobre un encuadernador duradero de tela vinílica que imita el cuero
- Las normas plásticas de espesor consiste en cuatro (4) normas de poliestireno colocadas para almacenaje en una caja porosa de acrílico



ANEXO A

Temperatura/Humedad/Punto de Rocío

**POSITECTOR
DEWPOINT METER**

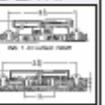


* Mide y registra parametros climáticos incluyendo : Temperatura Aire, Temperatura Superficie, Humedad Relativa , Temperatura de Punto de Rocío y diferencia entre Temperatura de Superficies y Punto de Rocío. Ideal para preparacion de superficies conforme a ISO 8502-4.

Simplicidad:

- LCD Grande, gráfico fácil de leer
- Interfase de menú con dos botones
- Instrucciones rapidas al dorso del instrumento
- No hay necesidad de usar tablas de conversion complejas

ESTE EQUIPO REEMPLAZA A:

		
No. Cat. DFWE-1214 Psychrometro	No. Cat. DF-TH312C Term. de liman -20° a 120° C	

Precisión:

- Sensores de respuesta rapida proveen lecturas precisas y repetibles con una alta confiabilidad y estabilidad de larzo plazo
- Calibrado de fabrica contra estandares internacionales
- Incluye Certificado de Calibración
- Recuperación rápida : elemento de calentamiento integral quita condensación de la sondas ...siempre es un factor cuando cualquier instrumento se traslada de un ambiente frío a calido.
- Conforme a ISO 8502-4

Versatilidad:

- Lecturas cambiables a Celsius / Fahrenheit
- Alarma auditiva y visual indica cuando las condiciones climaticas no son aptas para pintar
- Memoria Interna almacena hasta 1000 grupos de datos
- Modo de Memoria: automaticamente registra grupos de datos en intervalos seleccionados por el usuario.
- Ideal para operación sin operario para registrar tendencias climáticas

Especificaciones	Rango	Precisión	Resolución
Temperatura Superficie	-40° to 80° C	±0.5° C	0.1° C
	80° to 190° C	±1.5° C	
Temperatura Aire	-40° to 175° F	±1° F	0.1° F
	175° to 375° F	±3° F	
Humedad	-40° to 80° C	±0.5° C	0.1° C
	40° to 175° F	±1° F	0.1° F
	0 to 100%	±3 %	0.1 %

Cuerpo: 147 x 61 x 25mm (5.8" x 2.4" x 1")
Sonda: 220 x 20mm (8.7" x 0.8")
Peso: 170g (6oz) sin baterias

INSTRUMENTO INCLUYE 2 baterias AA instructivo, estuche de cuero, sujetador de sonda para operación con una sola mano, puerto infrarrojo integrado para imprimir a una impresora IR sin cables. Certificado de Calibracion trazable a NIST, un año de garantía.

Accesorios:

PosiSoft® software de analysis para Windows

- Permite entrada de notas y anotaciones
- Imprime y despliega graficas y histogramas basicos
- Exporta a Documentos y hojas de calculo
- Incluye cable sereal para impresora y conexión a computadora

No. Cat. DF- DPM Positector Dewpointmeter

Impresora HP-IR

Impresora infrarroja economica de baterias recibe datos de instrumento sin conectores o cables.



ANEXO A

Adherencia

PROBADOR DE ADHERENCIA
"POSITEST"



* El Probador de Adhesión PosiTest mide la fuerza necesaria para quitar una porción de la cubierta de su sustrato, usando presión hidráulica. Las lecturas se muestran en diámetros de carátula en ambos escalas MPa y PSI. Las lecturas son relativas a la fortaleza de la adhesión sobre el sustrato.

Es Fácil Utilizar

- * Portátil, el instrumento es operado por la mano y puede usarse en cualquier posición. Ninguna fuente externa de poder se necesita. Para campo, en planta y laboratorio
- * Tiene una escala grande que es fácil de leer (94 mm / 3.7 in. dia.)
- * Es barato y incluye dollyes. Las dollyes se usan una vez para que usted no tenga que limpiarlos, calentarlos o cepillarlos para usar los nuevamente
- * Cada conjunto incluye todo que se necesita para hacer pruebas

Confiable

- * Cada sistema de la presión del Probador de Adhesión PosiTest está calibrado y certificado a la exactitud de $\pm 1\%$ (el rango entero) al NIST
- * Calidad alta, diámetros de carátula de precisión
- * Un año de garantía
- * Cumplen los estándares ASTM D4541, ISO 4824

Medido	PosiTest AT-G	PosiTest AT-P	PosiTest AT-M	PosiTest AT-CM
Aplazada Tipo	Resistencia al Corte	Adhesión al Polvo, Agua, y Aceite	Escalímetros de Acero	Resistencia al Roca y Yeso
Rango de Cubierta	0 - 500 PSI 0 - 3.5 MPa	0 - 1000 PSI 0 - 7 MPa	0 - 3000 PSI 0 - 21 MPa	
Densidad	2.2 PSI 0.03 MPa	19 PSI 0.1 MPa	20 PSI 0.2 MPa	Calibración de la Escala de PSI y MPa
Capacidad del Dolly (mm)	50	28	20	

Versátil

El Dolly se alineará automáticamente a sí mismo. Permite medidas sobre superficies lisas o desiguales sin afectar adversamente los resultados de la prueba.

- * Hay modelos disponibles para medir la adhesión de recubrimientos sobre cualquier sustratos
- * Los Dollyes de 20mm son ideales para los sustratos del metal, del plástico y de madera, los Dollyes de 50mm son ideales para los sustratos de la albañilería tales como concreto y etcetera
- * Las tallas de los Dollyes están disponibles para sus diversas aplicaciones – entre en contacto con su proveedor para los detalles
- * El modelo AT - C incluye una plantilla de perforación única para aislar el área de prueba circundante de la cubierta – permite la prueba de recubrimientos gruesos
- * Las lecturas se muestran en diámetros de carátula en ambos escalas MPa y PSI

Cada Conjunto Incluye:

- Bomba de mano Hidráulica
- Actuador
- No reutilizable aluminio Dollyes
- Cojín raspante
- Herramienta de corte para los Dollyes de 20mm (solamente los modelos AT-P, AT-M y AT-CM)
- Plantilla de perforación y 10 brocas del taladro para recubrimientos gruesas (solamente los modelos AT-C y AT-CM)
- Adhesivo
- Palillos y paletas para mezclar el adhesivo (un total de 5)

- Hisopos de algodón para probar el recubrimiento del revestimiento (un total de 5)
- Folleto de instrucción
- Certificado de Calibración que permite su localización al NIST
- Un año de garantía
- Una caja porteador que es fuerte y liviano

Dimensiones de la Caja
L – 48.3 cm
W – 19.0 cm
H – 36.8 cm

No. Cat.
Modelo DF-AT-C
Modelo DF-AT-P
Modelo DF-AT-M
Modelo DF-AT-CM





ANEXO A

Adherencia

KIT DE ADHERENCIA



* Este es un kit para medición de Adherencia sobre superficies metálicas.

Método práctico, simple y muy efectivo para evaluar la adherencia en una pintura.

Componentes: Consiste de un rayador tipo navaja mediante el cual se hace un rayado primero horizontal y luego un corte perpendicular al primero.

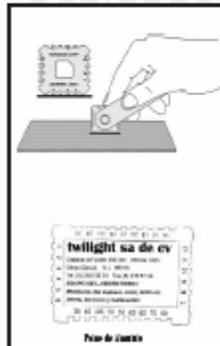
Descripción: Se toma una cinta (Permacel) la cual se pega sobre el área rayada y se quita, lo cual provoca un desprendimiento de la pintura.

El área afectada se limpia con un cepillo y se examina con una lupa para así clasificar el nivel de adherencia según el porcentaje de desprendimiento.

El Kit incluye: Navaja, Mango, Lupa, Cepillo, llave Allen para reemplazar navaja.

No. Cat.	DESCRIPCIÓN	COMPONENTES ADICIONALES
BG-AR8601	KIT DE ADHERENCIA	NAVAJA 1.0 mm separación 11 dientes (para espesores < 60 micras)
BG-AR8602	KIT DE ADHERENCIA	NAVAJA 1.5 mm separación 11 dientes (para espesores de 60 - 120 micras)
BG-AR8603	KIT DE ADHERENCIA	NAVAJA 2.0 mm separación 6 dientes (para espesores > 120 micras)
BG-AR8604	KIT DE ADHERENCIA	NAVAJA 3.0 mm separación 6 dientes (para espesores de > 180 micras)
BG-AR8640	NAVAJA DE REPUESTO 1.0 mm	
BG-AR8641	NAVAJA DE REPUESTO 1.5 mm	
BG-AR8642	NAVAJA DE REPUESTO 2.0 mm	
BG-AR8643	NAVAJA DE REPUESTO 3.0 mm	
BG-AR8660	CINTA PERMACEL DE REPUESTO	

ESPESOR DE RECUBRIMIENTOS HÚMEDOS



* A diferencia de la medición de espesor en seco que requiere de un instrumento de medición magnética el espesor de pintura húmeda se mide con unos "peines" muy sencillos y de muy bajo costo.

El peine se coloca encima de la pintura húmeda y se observa como los "dientes" (vea figura) se humedecen de pintura. Eventualmente se llega a un punto donde un diente se humedece y el siguiente no. El verdadero espesor en húmedo cae entre estos dos valores.

Los peines de espesor tipo Nordson incluyen un mango de acero inoxidable para larga duración.

No. Cat.	DESCRIPCIÓN	RANGO
DF- NWF820	Peine de espesor humedo Nordson	Rango: 0.5 - 20 mils.
DF- NWF-GG0	Peine de espesor humedo Nordson	Rango: 4 - 60 mils.
DF- NWF8	Peine de espesor humedo Nordson	Rango: 10 - 500 micras
DF- WFCCD	Peine de espesor Alumnio	Rango: 1 - 80 mils.



ANEXO A

Perfil de Anclaje

MEDIDOR DE PERFIL DE ANCLAJE "KANSATOR"



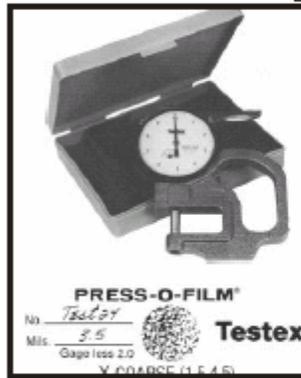
* Este es un instrumento de campo, diseñado para determinar rápida y eficazmente, el perfil del anclaje de las superficies limpiadas con chorro de arena.

Componentes: Una unidad completa de comparación consiste de un disco de referencia, un magnificador iluminado de aumento de 5x con un sostenedor magnético de disco y una funda de vinil para disco.

Descripción del Disco de Referencia: Este está compuesto de 5 secciones, cada uno con diferente perfil de anclaje.

No. Cat. DF-KTA Incluye lupa y un disco "Sand Blast"

MEDIDOR DE PERFIL DE SUPERFICIE



* Un metodo rápido y moderno para medir los perfiles de superficies limpiadas con chorro de arena.

Rápido-Menos de 60 segundos por lectura.

Fácil Manejo.

Mantiene un record del perfil, permanente.

Excelente repetitividad entre usuarios

Disponible como un Kit completo con dos tipos de Cinta Press-O-Film, herramienta de aplicación, probador especial modificado para la medición de espesor y línea de espuma, claro y caja de plástico.

El Kit Press-O-Film incluye:

1 Un medidor de espesor especial con probador modificado y graduaciones de .0001

1 Rollo de Cinta Press-O-Film Rugosa (50 impresiones por rollo)

1 Rollo de Cinta Press-O-Film Extra-Rugosa (50 impresiones por rollo)

1 Herramienta de aplicación

No. Cat.
TX- Testex
TX- Coarse (Rollo de repuesto)
TX- XCoarse (Rollo de repuesto)

MEDIDOR DE PERFIL DE ANCLAJE DIGITAL



CARACTERÍSTICAS:

El tamaño miniatura (42mm diam) de esta unidad hace fácil su uso y fácil balancear en la superficie.

La aguja aguda especial de pie y de 30 grados, asegura las medidas reúnen los requisitos del As3894.5-2002 (perfil superficial).

El diseño de la unidad permite la exactitud equivalente a un rastreador de superficie electrónico.

Mide en sistema métrico e imperial.

Salida de datos también disponible.

Incluye Certificado de Calibración.

Rango de 0-5mm; Resolución 0.001µm

Rango 0-0 inch, Resolución 0.0000 inch

No. Cat.

PW-0918
Medidor de Perfil
de Anclaje Digital

Con certificado de
Calibración

Este Equipo
sustituye a:



No. Cat.

BG-GR6297

Elcometer 123
Sin Certificado



ANEXO A

Porosidad



Controles:

- 1 Pantalla LCD (Incluye indicador de la condición de la batería)
- 2 Control de Voltage
- 3 Alarma Visual indica cuando una falta es encontrada
- 4 Switch de encendido
- 5 Switch de Apagado/Prueba
- 6 Control de sensibilidad para la alarma
- 7 Alarma audible cuando una falta es encontrada
- 8 Conector de prueba de Alto Voltage
- 9 Fusible (1.6A de bajo flujo) 5x20 mm
- 10 Punto de conexión a tierra
- 11 Conector de carga- permite la operación mientras se carga
- 12 Clip de baterías de repuesto
- 13 Audifono (conectado en el lado opuesto)

Características:

- * Peso ligero con caja ABS
- * Switch de encendido momentáneamente, permite apagado automático
- * Pantalla digital de voltaje aplicado con indicador de condición de la batería integral
- * Voltage DC regulado
- * Rangos de voltaje de 0-15 Kv o 0-30 Kv, completamente ajustable
- * Clip de baterías de repuesto
- * Corriente de prueba constante
- * Control de sensibilidad
- * Protección contra sobrecargas
- * Fuente de poder simple
- * Audifonos para ambientes ruidosos

Kit para Tuberías:

Detector con fuente de poder con clip, Mini-Crest Meter, con fuente de poder de remplazo, cargador de baterías, sostenedor de sonda con neon, cable para tierra es de 7 m con mordaza, cepillo tipo abanico, audifonos, harnes para hombro y cintura, caja del kit, maletín de instrucciones de operación.

Especificaciones:

	No. Cat.	
	PW - 925 Modelo: DC15	PW - 935 DC-30
Peso de la unidad:	2.2 kg	2.2 kg
Peso empaçado:	6.0 kg	6.0 kg
Pantalla:	LCD 3 3/4 digitos	LCD 3 3/4 digitos
Voltaje:	0 a 15 kv	0 a 30 kv
Resolución:	10 v	100 v
Corto circuito:	Prueba de corriente 0.5 mA max	
Fuente de poder:	Celula de Gel 3Ah Deslisable	
Dimensiones:	260 x 160 x 70 mm	
Alarma:	Audible	
Sostenedor de sonda:	Agarradera de hule y silicon contra alto voltage de 2 m	
Estado de la Bateria:	Pantalla LCD	

DETECTOR TIPO HOLIDAY
(CONTENIDOR DE PLASTICO)

ALTO VOLTAJE

* Se utiliza en la detección de porosidad (huecos o holidays)en recubrimientos dielectricos en substratos conductivos, incluyendo el concreto.

Utilizable para operaciones de producción de recubrimientos de líneas de tubería, Trabajos de Tanque y Estructuras. Ideal para usarse en tanques de almacenamiento, valvulas y líneas de tubería.

No se necesita cambiar fuentes de poder o cambiar sondas para cambiar voltaje- Los detectores contienen un Clip-on de baterías de repuesto que pueden ser cargadas por separado.



SONDAS ESPECIALES
DISPONIBLES



ANEXO A

Porosidad

**PROBADOR DE POROSIDAD
DE PUNTA DELGADA**

BAJO VOLTAJE (METODO ESPONJA HUMEDA)

* Cumple con los requerimientos de:

AS3884.2 (Prueba de esponja mojada)
ASTM G62-A
NACE RPO274-98
ASTM G6
AS1580.485.1

TIPO "HOLIDAY"

Aplicación:

Utiliza el método de esponja mojada para detectar huecos en recubrimientos.

Características:

- * Pantalla LED de voltaje
- * Batería de 9 v montada internamente
- * Indicador LED de estado de batería
- * Alarmas visual y audible
- * Agarradera telescópica para el confort del usuario
- * Cabeza larga de sonda (230 x 40 mm) y esponja más larga que da pruebas más rápidas.
- * Entrada para audifono para permitir las pruebas en ambientes ruidosos. (No incluye audifono)

Especificaciones:

Rango: 0 a 500 μ m
Temperatura Operable: 0 a +50°C
Prueba de Voltage: 9, 67.5 y 90 v
Largo de sonda telescópica: 350 mm a 1.2 m
Fuente de poder: Batería de 9 v
Dimensiones: 210 x 75 x 35 mm
Peso: 350 g

Complementos del Kit:

- * Clip/bolsa para cinturón
- * Agarradera de tierra de siete metros y clip
- * Manual de instrucción con certificado de conformidad

No. Cat.

PW - 789 Medidor de Porosidad
tipo "Holiday" 9,67,5,90 volts

**ESTANDARES VISUALES
SSPC-VIS1**


Fotografías guía y de referencia para las superficies de acero limpiadas a chorro de arena, Abrasivo en seco.

La edición revisada y ampliada de las características visuales, las más comúnmente usadas de referencia del SSPC, son 50 fotos a todo color de superficies de acero pintadas y sin pintar antes y después de su limpieza y secado por medio de chorro de arena.

Además de las todas las fotografías encontró en la original, el Sspo-vis revisado 1 contiene enteramente una nueva serie de fotos que representan tres superficies previamente pintadas limpiadas al metal blanco.

No. Cat.

DFSSPC-VIS1 Estandares visuales
Sspo-vis1



ANEXO B

Formato de Inspección Visual*

Datos generales del contratista o responsable de la inspección			
Datos generales de la superficie a inspeccionar			
Condiciones de la inspección			
Área inspeccionada	Tipo de efecto	Dimensiones	Observaciones
Datos generales del inspector y de quien autoriza			

* 8-Fichas Técnicas de Pinturas Dupont



ANEXO B

Formato de Medición de Espesores*

Datos generales del contratista o responsable de la inspección					
Datos generales de la superficie a inspeccionar					
Condiciones de la inspección					
Características de equipo de medición					
Nivel	Localización	Punto No. 1	Punto No. 2	Punto No. 3	Promedio
Criterios de aceptación, resultado de la inspección y observaciones					
Datos generales del inspector y de quien autoriza					

Formato de Prueba de Adherencia**

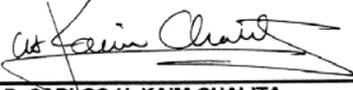
Datos generales del contratista o responsable de la inspección			
Datos generales de la superficie a inspeccionar			
Condiciones de la inspección			
Características del equipo			
Punto	Localización	Grado de desprendimiento	Observaciones
Criterios de aceptación, resultado de la inspección y observaciones			
Datos generales del inspector y de quien autoriza			

* 8-Fichas Técnicas de Pinturas Dupont

** 10-Fichas Técnicas de Pinturas Dequimsa



ANEXO C
CERTIFICADO DE PROVEEDOR CONFIABLE*

	<p>PETROLEOS MEXICANOS GRUPO TECNICO DE EVALUACION DE PROVEEDORES E INSPECCION DE BIENES</p>
	<p>N° REPORTE: GTE-SC-032/2003 NORMAS NMX-CC-9001: 2000 ISO - 9001: 2000</p>
<p>CERTIFICADO DE PROVEEDOR CONFIABLE</p>	
<p>N° 0425/2003</p>	
<p>DESARROLLOS QUIMICOS MUNDIALES, S.A. (103-D-076) LIBRAMIENTO NORESTE N° 1013 PARQUE INDUSTRIAL MITRAS GARCIA GARCIA, NVO. LEON</p>	
<p>DE ACUERDO CON LA AUDITORIA A SU SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD EFECTUADA POR PETROLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS, CONFORME AL PROCEDIMIENTO GTEPIB-007/99, SE OTORGA EL PRESENTE CERTIFICADO PARA EL SUMINISTRO DE LOS SIGUIENTES PRODUCTOS:</p>	
<p>FABRICACION Y VENTA DE RECUBRIMIENTOS PARA LA PROTECCION ANTICORROSIVA DE SUSTRATOS METALICOS Y CONCRETO.</p>	
<p>ESTE CERTIFICADO SE EXTIENDE, EN EL ENTENDIDO DE QUE PETROLEOS MEXICANOS EFECTUARA AUDITORIAS DE SEGUIMIENTO A SU SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD, RESERVANDOSE EL DERECHO DE REVOCAR SU VALIDEZ, DE ACUERDO CON LOS RESULTADOS QUE SE OBTENGAN Y NO EXIME AL PROVEEDOR DE PRESENTAR SUS PRODUCTOS PARA VERIFICACION DE LA CALIDAD, CUANDO ASI SE LE REQUIERA.</p>	
<p>FECHA DE EMISION: DICIEMBRE / 2003 FECHA DE EXPIRACION: DICIEMBRE / 2005</p>	
 <hr/> <p>C.P. CARLOS H. KAIM CHALITA</p>	
<p>PRESIDENTE</p>	
 <hr/> <p>LUISA MAGDALENA FLORES DELGADO SECRETARIO EJECUTIVO</p>	 <hr/> <p>JORGE ESPINOSA DE LOS MONTEROS Z. SECRETARIO TECNICO</p>

* 10- Fichas Técnicas de Pinturas Dequimsa



PRIMARIO EPOXICO CATALIZADO *

PEMEX RP-6

Descripción del Producto:

- GRAN INHIBIDOR DE CORROSION
- EXCELENTE PRIMARIO PARA ACERO
- CON UN ACABADO ADECUADO RESISTE AMBIENTES ALTAMENTE CORROSIVOS
- RESISTE TEMPERATURAS HASTA DE 160 °C (EN SECO)

Información Técnica:

CODIGO NAPKO	4124
CLASIFICACION	Epóxico catalizado con poliamidas
ACABADO	Mate
COLOR	Rojo oxido, gris
ADELGAZADOR	Napko 4020
METODO DE APLICACIÓN	Brocha, aspersión con o sin aire
TIEMPO DE SECADO A 25°C	
AL TACTO	30 a 40 minutos
PARA RECUBRIR	18 a 24 horas
RENDIMIENTO TEORICO	18.1 M ² /Lt a 1.0 mil (25.4 micras) (Considere perdidas por paliación)
VOC, MÁXIMO	475 g/Lt
VISCOSIDAD A 25 °C	650 a 1500 Cps.
DENSIDAD A 25 °C	1.350 ± 0.100 Kg/Lt
SÓLIDOS POR VOLUMEN	46 ± 2%
ESP. SECO RECOMENDADO	2.0 mils. por capa (50.8 micras)
NUMERO DE CAPAS RECOMENDADAS	1
NUMERO DE COMPONENTES	2
RELACION DE MEZCLADO	4 partes de base con 1 de convertidor (en volumen)
VIDA DEL MATERIAL	
MEZCLADO A 25 °C	8 horas 1
ACABADO RECOMENDADO	Napko 4321, 4326, 4380, 4385
TIEMPO DE CURADO A 25 °C	
PARA INMERSIÓN	No es recomendado solo
PARA NO INMERSIÓN	
Y/O MANTTO.	24 horas
RESISTENCIA A LA TEMPERATURA	160 °C en seco
SOLVENTE A LA LIMPIEZA	Napko 4020

* 11- Fichas Técnicas de Pinturas Napko

**PEMEX RP-6: GUIA DE APLICACION*****PREPARACION DE SUPERFICIE:**

Las superficies de acero deben limpiarse con chorro de arena a metal comercial especificación SSPC-SP6, con este método deberá eliminarse la herrumbre, escama de laminación, pintura, grasa y otros contaminantes.

MEZCLADO:

Agite ambos componentes, luego mezcle en volumen 4 partes de base con 1 de convertidor agitando perfectamente hasta obtener una mezcla homogénea. Prepare mezclas que pueda utilizar antes de 8 hrs. Para ajustar la viscosidad adelgace con Napko 4020 sin exceder de un 25% en volumen. Filtre el material con un tamiz de 30 a 60 mallas.

EQUIPO NECESARIO:

- 1).- Equipo de aspersión con aire de alta producción
 - Olla de presión con agitación mecánica o neumática
 - Pistola de aspersión tal como la DelValbiss modelo JGA-502 con combinación de boquilla 704FX o 704IZ o bien pistola Graco modelo # 800 con juego de aguja y boquilla de fluido No. 106-849 o No. 106-850 ambas con boquilla de aire No. 106-803.
- 2).- Equipo de aspersión sin aire airless
 - Bomba airless con relación de compresión 30:1
 - Pistola de aspersión sin aire con boquilla de 0.017 a 0.021 pulgadas de diámetro interior.
- 3).- Filtros separadores de humedad y aceite en las líneas de aire.

PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN:

- 1).- Lave el equipo de aplicación con Napko 4020.
- 2).- Ajuste la viscosidad del material adelgazando con Napko 4020.
- 3).- De presión al recipiente donde esta el material y abra la válvula de descarga del fluido de tal manera que el material fluya a la pistola de aspersión. Cierre la válvula de atomización de aire en el recipiente donde esta el material. La presión del fluido en el recipiente deberá ser seleccionada cuando este caiga en el piso aproximadamente cuatro pies de distancia del operador.
- 4).- Abra la válvula de atomización del aire en el recipiente donde estén los materiales y ajuste el regulador para dar una presión de aproximadamente 60 Lbs.
- 5).- Los espesores secos pueden ser medidos con medidor de película seca tal como el Positest o bien Positector 6000.
- 6).- No aplique el recubrimiento al menos de que la temperatura de superficie este mínimo 3°C por arriba del punto de rocío.

SEGURIDAD:

¡¡PRECAUCION!! Producto flamable, manténgase apartado de altas temperaturas, chispas y flama. Contiene disolventes altamente tóxicos cuya exposición por cualquier vía o inhalación prolongada o reiterada, origina graves daños a la salud. No se deje al alcance de los menores de edad. Prohibida su venta a menores de edad. No se ingiera. En caso de ingestión, no se provoque vomito, solicite atención medica de inmediato, evite el contacto con la piel y los ojos. Use el producto con ventilación adecuada, cierre bien el envase después de cada uso.

* 11- Fichas Técnicas de Pinturas Napko



ACABADO EPOXICO ALTOS SÓLIDOS*

PEMEX RA-26

Descripción del Producto:

- ALTO CONTENIDO DE SÓLIDOS
- IDEAL PARA EMBARCACIONES Y PLATAFORMAS MARINAS
- ADECUADO PARA INMERSIÓN EN AGUA DULCE
- RESISTE TEMPERATURAS HASTA DE 175 °C EN SECO

Información Técnica:

CODIGO NAPKO	995-X-901
CLASIFICACION	Epóxico Catalizado con Poliamidas de Altos Sólidos
ACABADO	Semi-brillante
COLOR	Según Muestrario
METODO DE APLICACIÓN	Brocha, aspersión con o sin aire
ADELGAZADOR	Napko 4027
TIEMPO DE SECADO A 25°C	
AL TACTO	2 horas
PARA RECUBRIR	18 a 24 horas
RENDIMIENTO TEORICO	23.2 M ² /Lt a 1.0 mil (25.4 micras)
VOC, MÁXIMO	375 g/Lt
VISCOSIDAD A 25 °C	900 a 3000 Caps.
DENSIDAD A 25 °C	1.375 ± 0.025 Kg/Lt
SÓLIDOS POR VOLUMEN	59 ± 2%
ESP. SECO RECOMENDADO	5.0 a 6.0 Mils. por capa (127 a 152 micras)
NUMERO DE CAPAS RECOMENDADAS	2 (Depende el sistema)
NUMERO DE COMPONENTES	2
RELACION DE MEZCLADO	2 partes de base por 1 de convertidor (en volumen)
VIDA DEL MATERIAL	
MEZCLADO A 25 °C	8 horas
TIEMPO DE CURADO A 25 °C	
PARA INMERSIÓN	3 a 5 días
PARA NO INMERSIÓN	
Y/O MANTTO.	24 horas
RESISTENCIA A LA TEMPERATURA	175 °C en seco
SOLVENTE A LA LIMPIEZA	Napko 4020

* 11- Fichas Técnicas de Pinturas Napko



ANEXO D

PEMEX RA-26: GUIA DE APLICACION*

PREPARACION DE SUPERFICIE:

Superficies metálicas: Aplíquese sobre metal previamente recubierto con cualquiera de los primarios recomendados. Superficies de Obra Civil: Estas deben estar completamente curadas y libres de cualquier contaminante.

MEZCLADO:

Agite ambos componentes, luego mezcle en volumen 2 partes de base con 1 de convertidor agitando perfectamente hasta obtener una mezcla homogénea. Prepare mezclas que pueda utilizar antes de 8 hrs. Para ajustar la viscosidad adelgace con Napko 4027 sin exceder de un 25% en volumen. Filtre el material con un tamiz de 30 a 60 mallas.

EQUIPO NECESARIO:

- 1).- Equipo de aspersión con aire de alta producción
 - Olla de presión con agitación mecánica o neumática
 - Pistola de aspersión tal como la DelValbiss modelo JGA-502 con combinación de boquilla 704FX o 704IZ o bien pistola Graco modelo # 800 con juego de aguja y boquilla de fluido No. 106-849 o No. 106-850 ambas con boquilla de aire No. 106-803.
- 2).- Equipo de aspersión sin aire airless
 - Bomba airless con relación de compresión 30:1
 - Pistola de aspersión sin aire con boquilla de 0.021 a 0.027 pulgadas de diámetro interior.
- 3).- Filtros separadores de humedad y aceite en las líneas de aire.

PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN:

- 1).- Lave perfectamente el equipo de aplicación con NAPKO 4020.
- 2).- Una vez preparada y homogenizada la mezcla, ajuste la viscosidad del material adelgazando con Napko 4027. Deje reposar la mezcla 20 minutos antes de su aplicación, cuando la temperatura es baja.
- 3).- Todo EL polvo u otro material suelto que dañe la adherencia de dicho recubrimiento deben quitarse antes de aplicar la primera capa de material.
- 4).- Las presiones internas de la bomba sin aire, así como la presión del aire en las pistolas y recipientes de presión de tipo convencional, varían con el largo de la manguera, temperatura ambiente y viscosidad. Debe ajustarse la presión de aire para obtener una atomización uniforme del material.
- 5).- Haga pases paralelos, empalme un 50% del paso anterior, aplique una capa adicional en soldaduras y orillas. Aplique una segunda capa después de 4 horas de haber aplicado la primera o al día siguiente si lo prefiere. No deje pasar 3 días para aplicar una segunda capa.
- 6).- Poros, grietas y áreas no cubiertas deben determinarse usando un detector de porosidad tales como el Tinker & Razor Model E. P.; el espesor de película y áreas seca debe determinarse usando un medidor tal como el Positest, Elcometer ó Positector 6000.
- 7).- Para reparar áreas afectadas o dar mayor espesor de Napko Tixopoxy, toda el área debe limpiarse con solvente Napko 4020.
- 8).- No aplique el recubrimiento al menos de que la temperatura de superficie este mínimo 3 °C por arriba del punto de rocío.

SEGURIDAD:

¡¡PRECAUCION!! Producto flamable, manténgase apartado de altas temperaturas, chispas y flama. Contiene disolventes altamente tóxicos cuya exposición por cualquier vía o inhalación prolongada o reiterada, origina graves daños a la salud. No se deje al alcance de los menores de edad.

* 11- Fichas Técnicas de Pinturas Napko



ACABADO POLIURETANO *

PEMEX RA-28

Descripción del Producto:

- PROPORCIONA UN ACABADO DE ALTO BRILLO
- EXCELENTE RESISTENCIA A LA ABRASIÓN
- MUY BUENA RESISTENCIA A LA INTERPERIE
- AL CURAR LA PELÍCULA ES IMPERMEABLE

Información Técnica:

CODIGO NAPKO	4383
CLASIFICACION	Poliuretano alifático catalizado
ACABADO	Brillante
COLOR	Según Muestrario
METODO DE APLICACIÓN	Brocha, aspersion con o sin aire
ADELGAZADOR	Napko 4025 ó 402Z
TIEMPO DE SECADO A 25°C	
AL TACTO	1 a 2 horas
PARA RECUBRIR	24 horas
RENDIMIENTO TEORICO	16.5 M ² /Lt a 1.0 mil (25.4 micras) (Considere perdidas por aplicación)
VOC, MÁXIMO	540 g/Lt
VISCOSIDAD A 25 °C	160 a 300 Caps.
DENSIDAD A 25 °C	1.150 ± 0.100 Kg/Lt
SÓLIDOS POR VOLUMEN	42 ± 2%
ESP. SECO RECOMENDADO	2.0 a 2.5 Mils. por capa (50.8 a 63.5 micras)
NUMERO DE CAPAS RECOMENDADAS	2
NUMERO DE COMPONENTES	2
RELACION DE MEZCLADO	3 partes de base por 1 de convertidor (en volumen)
VIDA DEL MATERIAL	
MEZCLADO A 25 °C	4 a 6 horas
TIEMPO DE CURADO A 25 °C	
PARA INMERSIÓN	3 a 5 días
PARA NO INMERSIÓN	
Y/O MANTTO.	24 horas
RESISTENCIA A LA TEMPERATURA	150 °C en seco
SOLVENTE A LA LIMPIEZA	Napko 4025 ó 402Z

* 11- Fichas Técnicas de Pinturas Napko



ANEXO D

PEMEX RA-28: GUIA DE APLICACION*

PREPARACION DE SUPERFICIE:

Superficies metálicas: Aplíquese sobre metal previamente recubierto con cualquiera de los primarios recomendados. Superficies de Obra Civil: Estas deben estar completamente curadas y libres de cualquier contaminante.

MEZCLADO:

Agite ambos componentes, luego mezcle en volumen 3 partes de base con 1 de convertidor agitando perfectamente hasta obtener una mezcla homogénea. Prepare mezclas que pueda utilizar antes de 4 hrs. Para ajustar la viscosidad adelgace con Napko 4025 ó 402Z sin exceder de un 25% en volumen. Filtre el material con un tamiz de 30 a 60 mallas.

EQUIPO NECESARIO:

- 1).- Equipo de aspersión con aire de alta producción
 - Olla de presión con agitación mecánica o neumática
 - Pistola de aspersión tal como la DelValbiss modelo JGA-502 con combinación de boquilla 704FX o 704IZ o bien pistola Graco modelo # 800 con juego de aguja y boquilla de fluido No. 106-849 o No. 106-850 ambas con boquilla de aire No. 106-803.
- 2).- Equipo de aspersión sin aire airless
 - Bomba airless con relación de compresión 30:1
 - Pistola de aspersión sin aire con boquilla de 0.017 a 0.021 pulgadas de diámetro interior.
- 3).- Filtros separadores de humedad y aceite en las líneas de aire.

PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN:

- 1).- Lave perfectamente el equipo de aplicación con NAPKO 4020.
- 2).- Una vez preparada y homogenizada la mezcla, ajuste la viscosidad del material adelgazando con Napko 4027. Deje reposar la mezcla 20 minutos antes de su aplicación, cuando la temperatura es baja.
- 3).- Todo EL polvo u otro material suelto que dañe la adherencia de dicho recubrimiento deben quitarse antes de aplicar la primera capa de material.
- 4).- Las presiones internas de la bomba sin aire, así como la presión del aire en las pistolas y recipientes de presión de tipo convencional, varían con el largo de la manguera, temperatura ambiente y viscosidad. Debe ajustarse la presión de aire para obtener una atomización uniforme del material.
- 5).- Haga pases paralelos, empalme un 50% del paso anterior, aplique una capa adicional en soldaduras y orillas. Aplique una segunda capa después de 4 horas de haber aplicado la primera o al día siguiente si lo prefiere. No deje pasar 3 días para aplicar una segunda capa.
- 6).- Poros, grietas y áreas no cubiertas deben determinarse usando un detector de porosidad tales como el Tinker & Razor Model E. P.; el espesor de película y áreas seca debe determinarse usando un medidor tal como el Positest, Elcometer ó Positector 6000.
- 7).- Para reparar áreas afectadas o dar mayor espesor de Napko Tixopoxy, toda el área debe limpiarse con solvente Napko 4020.
- 8).- No aplique el recubrimiento al menos de que la temperatura de superficie este mínimo 3 °C por arriba del punto de rocío.

SEGURIDAD:

¡¡PRECAUCION!! Producto flamable, manténgase apartado de altas temperaturas, chispas y flama. Contiene disolventes altamente tóxicos cuya exposición por cualquier vía o inhalación prolongada o reiterada, origina graves daños a la salud. No se deje al alcance de los menores de edad.

* 11- Fichas Técnicas de Pinturas Napko



MULTIPRIMARIO *

SERIE NAPKO 4171

Descripción del Producto:

- COMPATIBLE CON GRAN VARIEDAD DE ACABADOS
- SOBRESALIENTE INHIBICIÓN DE CORROSION
- EXCELENTE ADHERENCIA
- SECADO RAPIDO

Información Técnica:

CLASIFICACION	Vinil-alquidálico cromato de zinc
ACABADO	Mate
COLOR	Rojo oxido
ADELGAZADOR	Napko 4020
METODO DE APLICACIÓN	Brocha, aspersión con o sin aire
TIEMPO DE SECADO A 25°C	
AL TACTO	10 minutos
PARA RECUBRIR	1 hora
RENDIMIENTO TEORICO	13.8 M ² /Lt a 1 mil (25.4 micras) (Considere perdidas por paliación)
VOC, MÁXIMO	580 g/Lt
VISCOSIDAD A 25 °C	600 a 1500 Cps.
DENSIDAD A 25 °C	1.225 ± 0.075 Kg/Lt
SÓLIDOS POR VOLUMEN	35 ± 2%
ESP. SECO RECOMENDADO	1.5 a 2.0 mils. por capa (38.1 a 50.8 micras)
CAPAS RECOMENDADAS	1
COMPONENTES	1
ACABADO RECOMENDADO	Napko 1350, 4310, 4321, 4326, 4350, 4380
TIEMPO DE CURADO A 25 °C	
PARA INMERSIÓN	No es recomendado solo
PARA NO INMERSIÓN	
Y/O MANTTO.	24 horas
RESISTENCIA A LA TEMPERATURA	65 °C en seco
SOLVENTE A LA LIMPIEZA	Napko 4020

* 11- Fichas Técnicas de Pinturas Napko

**NAPKO SERIE 4171: GUIA DE APLICACION*****PREPARACION DE SUPERFICIE:**

Las superficies deben limpiarse por cualquiera de los siguientes métodos:

- a).- Limpieza con chorro de abrasivos a metal comercial especificación SSPC-SP6
- b).- Limpieza con herramienta manual, mecánica y eléctrica o neumática especificación SSPC-SP2 y SP3 respectivamente.

MEZCLADO:

Agite el producto hasta obtener un material homogéneo. Adelgace con Napko 4020-X-000, para control de viscosidad sin exceder de un 25% en volumen. Filtre el material con un tamiz de 30 a 60 mallas.

EQUIPO NECESARIO:

- 1).- Equipo de aspersión con aire de alta producción
 - Olla de presión con agitación mecánica o neumática
 - Pistola de aspersión tal como la DelValbiss modelo JGA-502 con combinación de boquilla 704FX o 704IZ o bien pistola Graco modelo # 800 con juego de aguja y boquilla de fluido No. 106-849 o No. 106-850 ambas con boquilla de aire No. 106-803.
- 2).- Equipo de aspersión sin aire airless
 - Bomba airless con relación de compresión 30:1
 - Pistola de aspersión sin aire con boquilla de 0.015 a 0.019 pulgadas de diámetro interior.
- 3).- Filtros separadores de humedad y aceite en las líneas de aire.

PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN:

- 1).- Lave perfectamente el equipo de aplicación con adelgazador Napko 4020
- 2).- Al adelgazar no se exceda de un 25% en volumen, solamente ajustar la viscosidad a su aplicación.
- 3).- Al aplicar, la superficie no deberá contener polvo o material suelto.
- 4).- La presión en la bomba de aspersión sin aire, en la pistola y en el equipo de presión variara con la longitud de la manguera, temperatura ambiente y viscosidad del material.
- 5).- Haga pases paralelos. Empalme en cada paso 50% de la capa anterior.
- 6).- No aplique el recubrimiento al menos de que la temperatura de superficie este mínimo 3°C (5°F) por arriba del punto de rocío.

SEGURIDAD:

¡¡PRECAUCION!! Producto flamable, manténgase apartado de altas temperaturas, chispas y flama. Contiene disolventes altamente tóxicos cuya exposición por cualquier vía o inhalación prolongada o reiterada, origina graves daños a la salud. No se deje al alcance de los menores de edad. En caso de ingestión, no se provoque vomito, solicite atención medica de inmediato, evite el contacto con la piel y los ojos. Use el producto con ventilación adecuada, cierre bien el envase después de cada uso. Prohibido utilizar el producto con el acabado de juguetes susceptibles de llevarse a la boca, de artículos domestico y/o escolares usados por los niños.

* 11-Fichas Técnicas de Pinturas Napko



ANEXO D

PEMEX RA-20: GUIA DE APLICACION*

PREPARACION DE SUPERFICIE:

Superficies metálicas: Aplíquese sobre metal previamente recubierto con cualquiera de los primarios recomendados. Superficies de Obra Civil: Estas deben estar completamente curadas y libres de cualquier contaminante.

MEZCLADO:

Agite el producto hasta obtener un material homogéneo. Adelgace con Napko 4022, para control de viscosidad sin exceder de un 25% en volumen. Filtre el material con un tamiz de 30 a 60 mallas.

EQUIPO NECESARIO:

- 1).- Equipo de aspersión con aire de alta producción
 - Olla de presión con agitación mecánica o neumática
 - Pistola de aspersión tal como la DelValbiss modelo JGA-502 con combinación de boquilla 704FX o 704IZ o bien pistola Graco modelo # 800 con juego de aguja y boquilla de fluido No. 106-849 o No. 106-850 ambas con boquilla de aire No. 106-803.
- 2).- Equipo de aspersión sin aire airless
 - Bomba airless con relación de compresión 30:1
 - Pistola de aspersión sin aire con boquilla de 0.015 a 0.019 pulgadas de diámetro interior.
- 3).- Filtros separadores de humedad y aceite en las líneas de aire.

PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN:

- 1).- Lave perfectamente el equipo de aplicación con NAPKO 4022.
- 2).- Al adelgazar no se exceda de un 25% en volumen, solamente ajustar viscosidad a su aplicación.
- 3).- Al aplicar, la superficie no deberá contener polvo o material suelto.
- 4).- La presión en la bomba de aspersión sin aire, en la pistola de aire y en el equipo de presión variara con la longitud de la manguera, temperatura ambiente y viscosidad del material.
- 5).- Haga pases paralelos. Empalme en cada paso el 50% de la capa anterior.
- 6).- Para reparar las áreas afectadas o dar mayor espesor, limpie la superficie con Napko 4022.
- 7).- Todo el equipo empleado para la aplicación de Industrex 4310 debe limpiarse con Napko 4022.
- 8).- No aplique el recubrimiento al menos de que la temperatura de superficie este mínimo 3 °C por arriba del punto de rocío.

SEGURIDAD:

¡¡PRECAUCION!! Producto flamable, manténgase apartado de altas temperaturas, chispas y flama. Contiene disolventes altamente tóxicos cuya exposición por cualquier vía o inhalación prolongada o reiterada, origina graves daños a la salud. No se deje al alcance de los menores de edad. Prohibida su venta a menores de edad. No se ingiera. En caso de ingestión, no se provoque vomito, solicite atención medica de inmediato, evite el contacto con la piel y los ojos. Use el producto con ventilación adecuada, cierre bien el envase después de cada uso.

* 11- Fichas Técnicas de Pinturas Napko



BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

1. James F. Shackelford
2004
CIENCIA DE MATERIALES PARA INGENIEROS
Editorial Pearson
E. U. A.
Paginas de la 651 a 659
2. Alberto Blanco M.
Luis Sánchez Reyes
Luis Yues Villegas
1974
TECNOLOGIA DE RECUBRIMIENTOS ORGANICOS VOL. II
Editorial Química S.A.
México
Paginas de la 1300 a 1400
3. Feliu y Manuel Morcillo
1982
CORROSION Y PROTECCION DE LOS METALES EN LA ATMOSFERA
Ediciones Bella Terra
España
Paginas de la 170 a 182 y 204 a 225
4. John M. West
1986
FUNDAMENTOS DE CORROSION Y OXIDACION
Editorial Limusa
E. U. A.
Paginas de la 10 a 90
5. Herbert H. Uhlig
1975
CORROSION AND CORROSION CONTROL
Ediciones BilbaoURMO
E. U. A.
Paginas de la 170 a la 185
6. Texas Energy Comunicatios
1975
CORROSION CONTROL
E. U. A.
Paginas de la 200 a 249



BIBLIOGRAFIA

7. Twilight S.A. De C.V.
2005
CATALOGO DE CORROSION TWILIGHT
México
8. Pinturas Dupont S.A.
FICHAS TECNICAS DE PINTURAS DUPONT
México
9. Pinturas Nervion S.A. De C.V.
FICHAS TECNICAS DE PINTURAS NERVION
México
10. Pinturas Dequimsa S.A. De C.V.
FICHAS TECNICAS DE PINTURAS DEQUIMSA
México
11. Pinturas Napko S.A. De C.V.
FICHAS TECNICAS DE PINTURAS NAPKO
México
12. Secretaria del Trabajo y Previsión Social
REGLAMENTO FEDERAL DE SEGURIDAD HIGUIENE Y MEDIO AMBIENTE DE
TRABAJO
México
TITULO 2 CAPITULO V
TITULO 3 CAPITULO III, IX Y XII
13. MANUAL DEL SIASPA
SIPA PEMEX
2003
México
14. NRF-004-PEMEX-2003
Protección con recubrimientos anticorrosivos a instalaciones superficiales de ductos.
15. NRF-005-PEMEX-2000
Protección interior de ductos con inhibidores.
16. NRF-006-PEMEX-2004
Ropa de trabajo para los trabajadores.
17. NRF-007-PEMEX-2000
Lentes de seguridad, protección primaria de los ojos.
18. NRF-008-PEMEX-2001
Calzado industrial de piel para protección de los trabajadores.



BIBLIOGRAFIA

19. NRF-058-PEMEX-2004
Casco de protección para la cabeza.
20. NRF-026-PEMEX-2001
Protección con recubrimientos anticorrosivos para tuberías enterradas y/o sumergidas.
21. NRF-030-PEMEX-2003
Construcción, inspección y mantenimiento de ductos terrestres para transporte y recolección de hidrocarburos.
22. NRF-047-PEMEX-2002
Diseño integral y mantenimiento de los sistemas de protección catódica.
23. NOM-008-SECRE-1999
Control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas.
24. www.ram-100.com.mx
25. www.elcometer.com