

870117

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA



142
Eggen

TESIS CON
FALSA DE ORIGEN

ESTUDIO TECNICO ECONOMICO PARA UN SISTEMA DE LIMPIEZA
Y PREPARACION DE SUPERFICIES METALICAS PARA SU
PROTECCION ANTICORROSIVA

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

AREA: ELECTRICA Y ELECTRONICA

PRESENTA:

JOSE LUIS MACIAS RODRIGO

GUADALAJARA, JALISCO, 1990



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	
INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES	IV
CAPITULO I	
TEORIA Y CONTROL DE LA CORROSION	3
1.1 Teoría de la Corrosión	4
1.2 Factores que influyen en La Corrosión	7
1.3 Métodos de control de la Corrosión	9
CAPITULO II	
PROCEDIMIENTOS, ESPECIFICACIONES DE LIMPIEZA Y PREPARACION DE SUPERFICIES	13
2.1 Procedimientos de Limpieza	14
2.2 Especificaciones de Limpieza	16
2.3 Eficacia y perfil de La superficie	50
2.4 Condiciones de adhesión a la superficie	54
CAPITULO III	
TEORIA, SISTEMAS Y ESPECIFICACIONES DE LOS RECUBRIMIENTOS	62
3.1 Teoría de los recubrimientos	62
3.2 Tipos de recubrimientos	64
3.3 Sistemas de recubrimientos	67
3.4 Especificaciones de los recubrimientos	72
3.5 Aplicación de recubrimientos	82
CAPITULO IV	
DEFINICION DE LOS PARAMETROS	93
CAPITULO V	
DESARROLLO Y EVALUACION DE PRUEBAS	120
5.1 Preparación de pruebas	121
5.2 Aplicación de sistemas de recubrimientos	123
5.3 Evaluación de los parámetros	129
5.4 Resultados	145

	Pág.
CAPÍTULO VI	
ESTUDIO ECONOMICO	147
6.1 Análisis de Costos	148
6.2 Cálculo de Costos	149
6.3 Tasa de retorno	152
6.4 Rentabilidad	153
CONCLUSIONES	160
BIBLIOGRAFIA	163

LISTA DE FIGURAS

Figura	Pág.
1 PREPARACION DE SUPERFICIES. LAMINA NUEVA SIN CORROSION	25
2 PREPARACION DE SUPERFICIES. LAMINA CON CORROSION LEVE	25
3 PREPARACION DE SUPERFICIES. LAMINA CON CORROSION MODERADA.	26
4 PREPARACION DE SUPERFICIES. LAMINA CON CORROSION SEVERA	26
5 EQUIPO UTILIZADO EN LA LIMPIEZA CON CHorro DE ARESA	33
6 ARESA ANGULAR UTILIZADA PARA LIMPIEZA CON CHorro DE ARESA	34
7 BOQUILLA LARGA CONVENCIONAL	39
8 BOQUILLA LARGA VENTURI	40
9 ABANICO DE BOQUILLA LARGA CONVENCIONAL	41
10 ABANICO DE BOQUILLA LARGA VENTURI	41
11 MANGUERA DE 4 CAPAS PARA SOPLETEAR CON ARESA	42
12 CLASIFICACIONES DE LAS ZONAS CLIMATICAS DE LA REPUBLICA MEXICANA	57
13 PRECIPITACION AEREA	59
14 TORQUE ELIPTICO	95
15 DIAGRAMA DE LA CARRERA SALIDA ESTD B-117	104
16 MANDRIL CONICO	106
17 EQUIPO PARA PRUEBA DE BASTIDO	109
18 PEINE DE RANURAS	114
19 LAMPARA COMPARADORA DE ASLAGE	122
20 MEDIDOR DE PELICULA SECA	125
21 ZONAS DE EVALUACION EN EL PANEAL (CRUE DE EVANS)	138
22 PUNTO DE EQUILIBRIO	157

LISTA DE TABLAS

TABLA		Pág.
1	MÉTODOS Y ESPECIFICACIONES DE LIMPIEZA	16
2	SOLVENTES MAS COMÚNMENTE USADOS	18
3	PRESIONES DE TRABAJO EN LAS BOQUILLAS	28
4	CONSUMO DE ARENA Y FLUJO DE AIRE EN LAS BOQUILLAS	39
5	ESPECIFICACIONES DE LAS BOQUILLAS TESTER	40
6	GRADOS DE CORROSION PARA LOS SISTEMAS DE LIMPIEZA CON ARENA	47
7	BAJOS ESTADISTICOS PARA EL DESARROLLO DE LIMPIEZA CON ARENA	48
8	EFICIENCIA DE LOS METODOS DE LIMPIEZA	51
9	PERFIL DE SUPERFICIE	52
10	SISTEMAS RECOMENDADOS PARA CADA TIPO DE EXPOSICION	74
11	SISTEMAS RECOMENDADOS PARA CADA TIPO DE EXPOSICION	75
12	SISTEMAS RECOMENDADOS PARA CADA TIPO DE EXPOSICION	76
13	SISTEMAS RECOMENDADOS PARA CADA TIPO DE EXPOSICION	77
14	SISTEMAS RECOMENDADOS PARA CADA TIPO DE EXPOSICION	78
15	SISTEMAS RECOMENDADOS PARA CADA TIPO DE EXPOSICION	79
16	IDENTIFICACIONES DE ANTICORROSIVOS	89-91
17	SISTEMAS DE RECUBRIMIENTOS	97
18	LIMITACIONES PARA LA PRUEBA DE FLEXION	107
19	FLEXIBILIDAD O PORCIENTO DE ELONGACION MINIMOS PARA LA PRUEBA DE FLEXION	108
20	RECUBRIMIENTOS PRIMARIOS Y ESPECIALES	110
21	RECUBRIMIENTOS DE ACABADO Y ESPECIALES	111
22	NIVEL DE ADHERENCIA MINIMA EN WC. PARA LOS DIFERENTES RECUBRIMIENTOS EN PRUEBA DE BAYADO	113
22-a	INSTRUMENTO Y ESPACIAMIENTO DE BARRAS EN PRUEBA DE ADHERENCIA	115
22-b	INSTRUMENTO Y ESPACIAMIENTO DE BARRAS PARA PRUEBA DE ADHERENCIA	116
24	CLASIFICACION DE GRADO DE ADHERENCIA	118

TABLA		Pág.
35	ORDENAMIENTO DE FAMILIAS Y PRUEBA	121-125
26	EVALUACIÓN EN CÁMARA SALIDA	143
27	EVALUACIÓN FINAL	144

INTRODUCCION

En estos tiempos, uno de los principales problemas que afrontamos día con día al utilizar materiales y equipos ferrosos, es el de la Corrosión o oxidación. Esta, es un cáncer que afecta irreversiblemente a los metales y no se detiene hasta destruirlos, devolviéndolos a la naturaleza en su forma original como lo es el hierro. Este problema, como todas las enfermedades graves, hay que atacarlo antes que se presente, para evitar el daño al equipo. La Prevención de la corrosión en forma aceptable y económica relativamente no avanza en las industrias de México. Este hecho es muy notorio debido a su importancia económica.

La Corrosión es un fenómeno que repercute en las utilidades de la empresa, ligera es que afecta la producción, el mantenimiento y lo más importante, la vida útil o economía de las estructuras metálicas y equipo de proceso metálico.

En esta Tesis, se hace un enfoque sobre la Corrosión, existiendo solamente en los metales, ya que desgraciadamente la Corrosión ataca también al concreto, madera, etc..

A través del tiempo, la fabricación de los recubrimientos se ha ido perfeccionando o variándose cada vez más en el uso de compuestos químicos, materiales, equipo y el empleo de cada pintura se consulta a unas más específicas.

Para una prevención efectiva de la Corrosión se tiene que conocer cuáles son las teorías más consensadas aceptadas y usadas, en por eso que en el CAPITULO 1 se describe el proceso de oxidación de los metales así como los factores que influyen en la misma, también se dan los métodos para el control de la corrosión.

En el CAPITULO 2 Se describen los procedimientos de limpieza y sus características principales, también se describen los mecanismos de limpieza para cada procedimiento al igual que se explica la tasa de limpieza y la seguridad conque el operador debe contar para cada tipo de procedimientos.

Se detallan las condiciones de exposición de las superficies metálicas y los tipos de zona que existen en nuestro País.

En el CAPITULO 3 Se describe la teoría, los tipos y los sistemas de recubrimientos que existen, así también las especificaciones que rigen a los recubrimientos y la aplicación de los mismos.

También se explican algunas de las fallas más comunes que se presentan en los recubrimientos al estar aplicados en la superficie metálica.

En el CAPITULO 4 Se definen en forma precisa, los parámetros que intervienen en la selección de un sistema de protección anticorrosiva, así como también se eligen los sistemas y las pruebas que intervendrán, describiéndolos en forma precisa.

En el CAPITULO 3, Se describe La preparación, seguimiento, limitaciones y evaluación de las pruebas, los resultados obtenidos fueron evaluados por el seguimiento exacto de las pruebas.

En el CAPITULO 4 Se realizó el estudio económico, siendo esta la parte final de toda la sucesión de análisis de factibilidad para proponer un sistema mejor. Se describen las partes y los costos que se necesitan implementar y se relacionan, al sistema actual con el que se va a proponer, también se colocan sus respectivos costos, sus tasas de retorno y la rentabilidad, donde se describe la utilidad que genera el actual sistema y el mejoramiento para incrementar más las ganancias de la Empresa.

Este Estudio se desarrolló en la Empresa PRODUCTOS TEXTIL, S.A. en el Departamento Frontal para un perfeccionamiento de la protección anti corrosiva, pero no sólo da un punto de vista técnico, sino también económico.

ANTECEDENTES

La corrosión ha sido un problema desde que se introdujeron los metales, en especial, el hierro y el acero, como materiales de construcción. Pero se está convirtiendo rápidamente en un factor de limitación. Por ejemplo, las presiones y las temperaturas han aumentado hasta el punto de que la maquinaria que antes duraba muchos años puede fallar en meses; análogamente, el costo inicial de la maquinaria y el volumen de la producción han aumentado hasta el punto de que la falla y el remplazo, según a la pérdida consiguiente del producto y del tiempo de trabajo, pueden ser un gasto prohibitivo. Igualmente importante es el hecho de que la corrosión representa un desperdicio de recursos naturales. Una fracción apreciable de todos los metales producidos por los yacimientos más ricos se dispersa y se pierde en forma de productos de corrosión. En la actualidad los metales se usan en un volumen mayor que nunca mientras las reservas se agotan a consecuencia de las demandas de la guerra. Por consiguiente, la conservación de los metales es una necesidad inmediata y es una parte de la función del ingeniero, comprender el problema y conocer las medidas que pueden tomarse para reducir al mínimo el desperdicio y el deterioro prematuro.

Una de las medidas que más se utiliza en nuestros días, es el uso de recubrimientos, conocida como Protección por Aislamiento.

Los recubrimientos de superficies se han venido utilizando durante miles de años con un incremento gradual de su consumo a medida que la civilización se ha ido desarrollando. En la prehistoria, la pintura se li-

miraba casi exclusivamente a la decoración de cuevas y otras moradas.

Los antiguos egipcios recurrían a sus barcos, arcañiles, los truenos nupciales, armas, monedas, templos y palacios con una gran variedad de pigmentos y aglutinantes, algunos de los cuales se siguen utilizando hoy en día.

A través de la Edad Media y aún después de haber empezado la era industrial, el volumen de pinturas fabricadas era insignificante comparado con el de ahora, a causa del bajo nivel de vida de la inmensa mayoría de los habitantes del mundo.

En la América colonial, la pintura era considerada como un lujo. Una casa pintada en aquellos días era una señal de considerable distinción, ya que la clase baja y la clase media vivían en casas de troncos o tablas serradas a mano, sin pintar.

Hasta que las primeras fábricas de pintura y barnices fueron puestas en marcha en el siglo XIX, los pintores tenían que elaborar las pinturas ellos mismos.

La primera fábrica de albayalde de los Estados Unidos se construyó en Filadelfia en 1804, y la primera planta de barniz apareció alrededor de 1813, aunque la fabricación de pinturas preparadas no comenzó hasta 1843. Estas fueron realmente, las comienzos de la moderna industria de la pintura. Rápidamente, otros irrumpieron en el nuevo campo y la comp

tencia se alejó del mercado entonces existente. Las pinturas eran generalmente de baja calidad, ya que la técnica de la industria era todavía muy limitada y los químicos y laboratorios de investigación eran desconocidos.

Alrededor de 1900, los fabricantes de pinturas empezaron a aplicar químicos tratando de hallar el modo de producir pinturas y barnices realmente de buena calidad. Este período también se caracterizó por la formación de asociaciones comerciales para un intercambio mutuo de conocimientos en la realización de negocios seguros, extensión de mercados y supervisión de abonos, de las cuales surgió la National Paint, Varnish and Lacquer Association, según la conocemos hoy en día. Los químicos y los productores eran al principio en 1914 pequeños grupos, que finalmente desembocaron en la moderna Federación de Sociedades para la Técnica de Pinturas (Federation of Societies for Paint Technology), designada en principio para el estudio mutuo de la tecnología de los revestimientos de superficies. Como resultado, las prácticas comerciales, así como la calidad de los artículos producidos comenzaron a mejorar.

Desde aquellos primeros días del siglo XX la historia de la industria de la pintura ha ido en constante y acelerada crecimiento en tecnología, así como en la cantidad de los artículos vendidos. Cierta número de revestimientos de superficies tales como las lacas, que eran virtualmente desconocidas hace 50 años, se producen ahora en grandes cantidades. Las pinturas modernas están muy por encima de aquellas fabricadas a principio de siglo en cuanto a calidad y comportamiento. Probablemente dentro

de 50 años los recubrimientos de superficies actuales parecerán igualmente pobres de calidad a los técnicos de la pintura del futuro.

Es muy interesante este avance de la técnica de la pintura y el gran incremento del volumen comercial, los cuales han seguido de cerca el crecimiento de otras industrias tales como la industria química y la eléctrica. Este acelerado progreso ha sido principalmente el resultado de la gran cantidad de investigaciones que ahora se llevan a cabo en comparación con las que se hacían hace 50 años. Los frutos de estas investigaciones han permitido que las industrias antiguas aumenten sus actividades, así como el establecimiento de nuevas industrias completamente nuevas.

Por otro lado, la limpieza de las superficies como preparación para su pintado a tenido un desarrollo considerable, en esta Tesis, se utilizaron dos tipos de preparación de superficies: Manual y Chorro de Arena, la limpieza manual es la limpieza más antigua que se conoce, no así la limpieza con chorro de arena.

Este proceso de chorroado por boquilla con aire a presión, como fase final de limpieza, fue inventado por un militar norteamericano, el general TILGEMANN, quien le ideó al observar el efecto de la arena sobre los cristales de sus ventanas durante una tempestad de arena. Las ventanas se iban protegiendo por tela metálica, y después de la tormenta pudo observar como en los cristales aparecía el dibujo de la malla, como consecuencia de la protección proporcionada por el alambre. Esto condujo al desarrollo del Chorro de Arena que se creaba por arrastre, utilizando la energía

gía científica del vapor o del aire comprimido, del que se han derivado -
 las restantes formas de limpieza mediante abrasivos. En la actualidad,
 la sustitución del uso de la arena silíceo como abrasivo ha desaparecido -
 virtualmente en las operaciones de limpieza, habiendo sido sustituido -
 por abrasivos minerales, en nuestro País, por el contrario, el uso de -
 abrasivos naturales sigue siendo muy elevado.

Pasa a todo, el nombre del procedimiento ha seguido siendo el de -
 "arenado", "Chorro de Arena" o "Sand Blast", aunque la denominación más -
 idónea sería la de "granallado" o "chorro de granalla" como últimamente -
 se le viene conociendo.

En nuestro País, existen plantas artificiales que producen y procesan
 los productos derivados del petróleo, estas plantas surten los asfaltos -
 a las Compañías que se encuentran construyendo o reparando las carreteras
 en el País, la forma de transportar dichos asfaltos es por medio de
 autotanques, estos autotanques están construidos de láminas de acero al -
 carbón calibre No. 11, estos equipos necesitan seguir y respetar ciertas
 normas que Petróleos Mexicanos marcan para poder transportar el producto,
 cada año, los tanques tienen que cumplir con dichas normas para obtener -
 los permisos para transportar los productos. De ahí la importancia que -
 los tanques presenten buen estado.

Estos equipos actualmente son limpiados manualmente y protegidos -
 con primario, Inorgánico de Zinc (IP-4), como esmalte, Vinal Epóxico -
 Modificado (EP-7) y como acabado, Vinal Acrílico (MA-11) con estos sis-

tanques, tanto de limpieza como de recubrimiento reciben mantenimiento. - Aproximadamente cada 1 1/2 años, como estos tanques se encuentran laborando en el suraste del País, el mantenimiento se realiza en la ciudad de Villahermosa, Tabasco.

El fin principal de este estudio, es el probar otro sistema, tanto de limpieza como de recubrimientos para disminuir los periodos de mantenimiento que reciben los tanques, aumentando las utilidades de la Empresa y la vida útil de los recubrimientos.

CAPITULO I

TEORIA Y CONTROL DE LA COMISION

TEORIA Y CONTROL DE LA CORROSION

1.1 TEORIA DE LA CORROSION

Todo que el principal interés de esta tesis es la de evaluar un proceso completo de limpieza para preparar una superficie en la cual se aplicarían anticorrosivos para evitar al máximo la corrosión, es necesario conocer qué es la corrosión, qué la causa, por qué la causa, cómo se controla, en dónde se debe de controlar, y con qué se debe controlar.

Una forma de definir la corrosión es "aquél proceso de desintegración que se lleva a cabo en una pieza o superficie metálica formada en ella el conocido óxido de hierro o herrumbre, de color amarillo rojizo".

Será evidente, este proceso se llama "OXIDACION", la razón por la cual los metales, especialmente el hierro en el acero se corroe, es porque el hierro en el acero tiende a volver a su estado natural, tal como existen normalmente en la naturaleza.

La corrosión, se es el mismo, el atacar de los metales fuertes y no fuertes. La corrosión es un serio problema que debe ser considerado con toda atención, amplitud, y dedicación, debido a que ocasiona destrucción del equipo, alto costo de mantenimiento y reposición, contaminación de productos, pérdidas de propiedades mecánicas, condiciones

mas inseguras para el personal y operancia indeseable.

La corrosión del acero es de principal importancia debido a que este material es empleado profusamente en la construcción de equipos, tanques, piezas industriales, piezas estructurales, etc. Por esta razón nos haremos en la corrosión del hierro, para una mayor generalización.

La corrosión consiste, esencialmente, en las reacciones que pueden producirse debido, tanto a las propiedades físicas y químicas del metal, como a las existentes en el medio ambiente, así también como a las propiedades físicas y químicas del producto a aplicar, como también a las reacciones entre el metal y el medio ambiente. La corrosión de un metal implica su oxidación, es decir, que el hierro metálico se desintegra o que se convierte en polvo (óxido amarillo rojizo, en forma más estable, debido a la acción del oxígeno en el aire, en forma directa o través de la humedad existente en el medio ambiente. La oxidación puede producirse por dos caminos posibles: QUÍMICO Y ELECTROQUÍMICO.

Se dice que es química cuando un producto químico cualquiera ataca y produce la desintegración del metal, y es electroquímica cuando con la presencia de otro metal o las imperfecciones del mismo metal, producen corrientes eléctricas internas y externas que corren a través del mismo metal, tales imperfecciones pueden ser: fisuras localizadas en cualquier parte o zonas de tensión, siendo esta última

la más generalizada común.

El proceso de la transformación del hierro metálico en un óxido de carácter electroquímico. En el proceso electroquímico de la corrosión intervienen varios elementos, a saber: El metal, el oxígeno, la humedad o el agua del ambiente y las iones de un medio ambiente determinado. La corrosión no se lleva a cabo en el metal, si alguno de los anteriores factores está ausente en el medio ambiente en donde está situado el metal.

Por otro lado, para llevarse a cabo el proceso electroquímico se necesita que haya ánodo, un cátodo y un electrolito o solución acuosa. Los ánodos y los cátodos existen en todas las piezas de metal, siendo causados por las imperfecciones de la superficie orientación de las partículas, falta de homogeneidad de metal, fuerzas localizadas o escapes de laminación. Así, pues la corrosión se desarrolla entre el ánodo y el cátodo a través de un electrolito o solución acuosa, en donde el oxígeno del aire se disuelve y además con la contaminación que pudiera tener la humedad ambiental se forma así un puente o flujo de corriente entre el ánodo y el cátodo.

El ánodo es aquella parte del metal que se destruye o corrosiona formando el óxido; el cátodo es aquella parte del metal que no se daña y queda intacta.

1.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CORROSIÓN

La velocidad y extensión de la corrosión depende de las propiedades del metal y la naturaleza del medio ambiente.

MECANISMOS DE LA CORROSIÓN

Es necesario que antes que se quiera resolver el problema de la corrosión se tenga información básica sobre la naturaleza de la corrosión y del mecanismo por el cual se lleva a cabo la corrosión.

Las propiedades del medio ambiente que influyen fundamentalmente en la corrosión son:

1. LA HUMEDAD RELATIVA del medio ambiente; es la cantidad de agua que está dispersa en el medio ambiente, como vapor, humedad, o rocío, etc.
2. El PH, es decir, la cantidad de ácidos o alcalinidad que el medio ambiente presenta.
3. LA CONCENTRACION DEL OXÍGENO disuelto en el agua.
4. LA CONDUCTIVIDAD, que en conjunto con sales de contaminación, oxígeno disuelto y otros productos general a través del agua ambiental.
5. LOS IONES ya sean catiónes (cloruros, sulfatos, fosfatos, etc) o aniones (flúor, aluminio, cobre, etc.), que están presentes en el

6. LA TEMPERATURA del medio ambiente. A mayor temperatura mayor concentración de oxígeno y mayor conductividad del electrolito suman también así la velocidad de corrosión.

7. AL AUMENTAR LA VELOCIDAD DE FLUJO se provoca una mayor concentración de oxígeno y una mayor concentración de aditivos totales en contacto con el acero.

Por otro lado, los factores más importantes del metal que intervienen en la corrosión son:

1. SU POTENCIAL DE OXIDACION, la diferencia de corriente eléctrica entre el ánodo y el cátodo.
2. LA PRESENCIA DE DIFERENTES METALES en relación con el hierro tales como aluminio, cobre, magnesio, etc.
3. LA SOBRETENSION, es decir, la velocidad de desplazamiento del hidrógeno que se produce en la reacción de oxidación.
4. LA PUREZA DEL METAL, los metales puros pueden considerarse casi no corrosibles, sin embargo, los metales en el mercado son aleaciones fácilmente corrosibles.
5. EL ESTADO FÍSICO de un metal influye en la velocidad de corrosión básicamente el tamaño de los granos y la orientación de los cristales del metal.
6. LAS AREAS RELATIVAS ENTRE EL ANODO Y EL CÁTODO, es decir: la

corrosión en tubo pasante cuando el fluido es línea de mar - que el cátodo (ejemplo, ramilletes de acero en placas de cobre).

7. LA SOLUBILIDAD de los productos de corrosión. Si los productos son insolubles en el agua, se formará una película protectora disminuyendo así el efecto de la corrosión. De lo contrario la velocidad de corrosión se verá afectada por el grado de solubilidad.

1.3 MÉTODOS DE CONTROL DE LA CORROSIÓN

La natural tendencia de los metales a oxidarse o a corroerse es un proceso natural que debe conocerse como inevitable. La tarea básica de anticorrosivo es la de controlar sus efectos destructores - con un mínimo de costo necesario.

Cada uno de los métodos siguientes tienen sus ventajas y desventajas específicas y su aplicación adecuada, en donde cada uno de ellos resulta ser el más económico y el más eficiente.

NO EXISTE UN MÉTODO QUE PUEDA CONSIDERARSE COMO UNIVERSAL.

Cada caso de corrosión es diferente. Cada situación debe considerarse y estudiarse en forma individual e independiente, y la metodología a aplicarse deberá basarse en factores tales como:

- . Calidad ambiental
- . Uso típico
- . Grado de severidad en la corrosión.
- . Costos, facilidad de aplicación, etc.

Los métodos más generalizados para efectuar un control sobre la corrosión, según sean las necesidades de la situación específica; son los siguientes:

1. DISEÑO ADECUADO DEL EQUIPO. Realmente la eficacia de un sistema de recubrimientos para protegerlo está íntimamente ligado con el diseño de la estructura. no es muy difícil proteger una superficie plana o lisa a la cual se le puede aplicar una capa continua de espesor apropiado. Sin embargo, el problema se complica cuando la estructura presenta diversos ángulos, esquinas, soldaduras, ranuras o herrajes, etc.

2. USO DE MATERIALES CON ALTA RESISTENCIA A LA CORROSION. Sabemos que en la mayoría de los casos, cualquier material puede ser sustituido por otro de mejor calidad y mayor resistencia a la corrosión. Esta alternativa está sujeta a los factores económicos normales y a la condición de tolerar la más de las veces el sacrificio de propiedades físicas; tales como ductura, estado de trabajo, resistencia química, etc.

3. PURIFICACION DEL MEDIO AMBIENTE. Este método consiste en controlar las emisiones de humos, vapores o gases corrosivos así como

también las descargas, salpicaduras, exposiciones de ácidos, álcalis o productos químicos. El uso de controles de contaminación, como el uso de inhibidores de corrosión en sistemas de abastecimiento de agua, tuberías de enfriamiento, etc., son los más comunes que se suelen utilizar.

4. PROTECCIÓN CÁTODICA. La protección catódica es un procedimiento mediante el cual, se altera con disposiciones externas las características eléctricas de la estructura que se pretende proteger; la aplicación de los sistemas de protección catódica está sujeta a ciertas características de la estructura por proteger y del medio que la rodea.

5. PROTECCIÓN POR AISLAMIENTO O RECUBRIMIENTO. En esta clasificación se entra al terreno de las pinturas y recubrimientos tradicionalmente conocidos, talca como los alquidónicos, vinílicos, epóxicos, uretánicos, etc.

El procedimiento de control de corrosión a base de recubrimientos es el más conocido, copiado y experimentado.

Sin embargo, la selección correcta de un recubrimiento es una cuestión que requiere un especial cuidado y atención.

Debe entenderse por principio "que no existe un recubrimiento bueno para todo". Un recubrimiento excelente para proteger contra cierto medio puede ser pésimo en otro. Para hacer una buena selec-

ción de un recubrimiento se debe hacer por principio de cuentas una identificación correcta del medio o agente corrosivo que pueda actuar. En base a lo anterior, se pueden determinar las características deseables del material de recubrimiento. Si varios materiales satisfacen los requerimientos establecidos, se deberá tener en consideración los factores que influyen en el costo. Cuando se procede ordenada y racionalmente y se cuenta además con el apoyo de personal técnico de criterio experimentado y con un laboratorio especializado se reduce a un mínimo las posibilidades de falla.

CAPITULO II

PROCEDIMIENTOS, ESPECIFICACIONES DE LIMPIEZA Y PREPARACION DE SUPERFICIES

PROCEDIMIENTOS , ESPECIFICACIONES DE LIMPIEZA

I. PREPARACION DE SUPERFICIES

2.1 PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA

El proceso de recubrir una superficie metálica con el fin de protegerla se inicia propiamente en la aplicación del recubrimiento al no mediante una serie de operaciones destinadas a acondicionar y preparar dicha superficie, con el fin de recibir las capas sucesivas de primas y acabados.

El sistema completo de los recubrimientos y la superficie debe - formar una sola unidad y cualquier factor que afecte la habilidad del sistema para recibir y retener el acabado afectará decisivamente la - eficiencia y duración del sistema. Según se ha demostrado en un estudio económico de los sistemas de protección a superficies metálicas - por medio de recubrimientos; que el tratamiento previo de las mismas - abarata más del 30% del costo total del proceso involucrado con el 15% solamente del costo de los recubrimientos.

Haciéndose notar que una mala y deficiente preparación de la superficie no puede ser compensada por el uso de acabados de máxima calidad. Este costo, aparentemente alto, del tratamiento o preparación - de la superficie, es económicamente aceptado, ya que se ha demostrado, que con esto, se obtiene una mayor duración del acabado y una menor

por protección de la superficie, la cual en trabajos necesariamente en una reducción de los costos de mantenimiento en el caso de tanques, estructuras, equipo industrial, etc.

De lo anterior se concluye que el esfuerzo que constantemente se está desarrollando para producir nuevos tipos de recubrimientos de más fácil aplicación y con mayor resistencia a los agentes corrosivos y que ofrezcan una mayor protección al sustrato. Será complejamente inútil sino se toma en consideración la adecuada preparación de la superficie sobre la cual se va a recubrir.

PREPARACION DE SUPERFICIES

De las impurezas más comunes con las que hay que trabajar para eliminarlas de las superficies son el óxido o herrumbre, escamas de laminación, polvos, grasas, aceites y contaminación de sales y líquidos, así como también residuos de viejos recubrimientos. La elección del método más adecuado de preparación de superficies a adoptar en el pintado de una estructura de acero o concreto viene influenciado por los principales factores que condicionan su importancia.

1. La calidad ambiental en que vaya a estar situada la superficie metálica.
2. El uso y servicio que se vaya a destinar.
3. El tipo de diseño de la estructura.
4. La calidad de superficie que presente.
5. La facilidad de acceso para el futuro mantenimiento.

6. El grado mínimo necesario de la preparación de la superficie.
7. El Costo del equipo o estructura que se protege.

2.2 ESPECIFICACIONES DE LIMPIEZA

Los métodos de preparación están diseñados y ampliamente especificados por la Steel Painting Council (SPC) y la National Association of Corrosion Engineers (NACE), y por Acabados Mexicanos en las normas SA. 2-132.01 y 3-132.01. Estas normas establecen los requisitos mínimos para la preparación de superficies al igual que servirán de guía para escoger el método más adecuado para cada caso.

Los métodos son los siguientes:

· Limpieza con productos químicos	SPC-SP1		FINEX 10-30
· Limpieza manual	SPC-SP2		FINEX 10-30
· Limpieza mecánica	SPC-SP3		FINEX 100C-30
· Limpieza con flama	SPC-SP4		
· Limpieza con chorro de arena	SPC-SP5	SACE 1	FINEX LA-30 GRA do METAL BLANCO
· Limpieza con chorro de arena	SPC-SP6	SACE 3	FINEX LA-30 GRA do COMERCIAL
· Limpieza con chorro de arena	SPC-SP7	SACE 4	FINEX LA-30 GRA do RAFFIA.
· Limpieza en inmersión (bajo óxi- do).	SPC-SP8		
· Limpieza con chorro de arena	SPC-SP10	SACE 2	FINEX LA-30 GRA do CASE METAL = BLANCO.

TABLA 1. MÉTODOS Y ESPECIFICACIONES DE LIMPIEZA

LIMPIEZA CON PRODUCTOS QUÍMICOS

FORMA LQ-50

ESPECIFICACIONES: 205FC-201

TIPO DE SUPERFICIE: METÁLICA FINESA (20 GALVANIZADA)

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

El sistema de limpieza química, comprende las siguientes funciones:
 Limpieza de superficies activadas que tienen por objeto principal la de eliminar de la superficie los siguientes contaminantes:

Flecos, aceites, sales, humedad, grasas oxidadas, residuos de solda dura, costras de óxido, residuos de pintura, y escoria de laminación acida o pasta adherida.

Por otro lado, tenemos el cambio de superficie, cuyo fin principal es la de proporcionar una rugosidad o patrón de anclaje adecuado para promover una adherencia mecánica aceptable, para así superar el deterioro durante un período suficientemente largo. Y por último la función de tratamiento químico de la superficie, tiene por finalidad la de dejar una capa inhibitoria de la corrosión, protegiendo momentáneamente la superficie, hasta el momento en que se hace la aplicación de la capa del primario.

PRODUCTOS QUÍMICOS:

Normalmente los tipos de productos químicos que se utilizan en la limpieza química son, desengrasantes y desoxidantes. Los desengrasantes comprenden aquellos productos que van desde los solventes inertes

triales, alcalis, soluciones salinas, hasta los detergentes industriales, que ayudan a eliminar la humedad, grasas, aceites, suciedad, arena, etc. Por otro lado, los desoxidantes, normalmente son fórmulas que utilizan los siguientes ácidos: sulfúrico, fosfórico, clorhídrico, oxímico, etc., que mezclados con solventes industriales y agentes humectantes, sirven para eliminar los restos de óxido, y en especial la oxaca de laminación, etc. En los desoxidantes se deben utilizar inhibidores de corrosión para evitar que al hacer la limpieza química, se produzca una rápida corrosión superficial.

En caso de usar solventes, a continuación se presenta una tabla de los solventes más comúnmente usados:

SOLVENTE	ESPECIFICACION ASTM.
1. NAFTAS DEL PETROLIO	D-518
2. TOLUENO (TOLINA)	D-360
3. PERCLOMETHILENO	D-3216
4. XILENO (XILAS)	D-364
5. METIL ISOPROPILICO	D-1053
6. BENCENO	D-520
7. DIMETIL FORMAMIDA	D-2764

TABLA 2. SOLVENTES MAS COMUNMENTE USADOS

CALIDAD DE LA LIMPIEZA:

Para considerar la debida calidad de la limpieza, es necesario tener en cuenta dos condiciones básicas de la superficie si es de nueva construcción o si es de mantenimiento, se considera el grado de corrosión

sión que afecta a estas condiciones. Esto es necesario, pues de lo que estará en función directa del mayor o menor esfuerzo para realizar la limpieza adecuada.

SI ES DE BUENA CONSTRUCCIÓN: Naturalmente cualquier tipo de superficie metálica fibrosa, en la forma que sea estructura en ángulo, viga o lámina, presentará grasa y aceite de proceso y manejo; así en su también usages de laminación. Dependiendo del tiempo de exposición a la intemperie y de la calidad ambiental que exista, la usanza de laminación se habrá oxidado poco o mucho. Para efectos de una limpieza química, es muy necesario que la usanza esté en su mayoría oxidada, dado que así facilitará bastante el trabajo de limpieza.

SI ES DE MANTENIMIENTO: Es necesario comprobar si hay corrosión bajo película, para así eliminar la pintura y poder hacer una limpieza a fondo; también es necesario checar la adherencia de la pintura vieja, eliminando la que está mal adherida. Por otro lado es muy importante presentar la superficie limpia libre completamente de todo tipo de contaminación y suficientemente rosada para que permita el anclaje a una nueva capa de pintura.

Al realizar la limpieza, se deberá poner mucha atención en aquellas partes donde fácilmente se pueda acumular cualquier tipo de contaminante; partes tales como ranuras, rincones, esquinas, abolladuras, etc.

La calidad de limpieza de este sistema se considera adecuada para aquellas áreas donde la calidad ambiental se determina sobre su

carácter agresivo, como las definidas como rural, urbana, e industrial; ya sean en exterior o interior; seca o semi-húmeda. En bastantes ocasiones este sistema se utiliza en aquellas áreas donde los grados de libertad y peligrosidad, no permiten el uso del sistema de limpieza con chorro de arena. Por tal motivo, es necesario reforzar la calidad de la limpieza combinando este sistema con el de limpieza mecánica (SEPT-SPJ).

NECESIDAD DE LIMPIEZA

Para el caso de la condición de nueva construcción, el orden a seguir en el momento de la limpieza es el siguiente:

1. Desengrasar. Aplicar el desengrasante en forma abundante y dejarlo actuar el tiempo necesario (10-15 minutos) para que fácilmente se eliminen los contaminantes, como grasas, aceites, humedad, suciedad, algunas sales, polvos, cenizas, etc. La aplicación podrá hacerse con brocha, aspiradora con aire, o estopa limpia. Si se hace con brocha o con estopa tener el cuidado de no volver a contaminar, por lo que se recomienda lavar constantemente la brocha o desotchar la estopa utilizada.
2. Limpiar perfectamente todo el desengrasante, con estopa o trapos limpios.
3. Desoxidar. Aplicar el desoxidante igual que el desengrasante, dejándolo el tiempo necesario para que actúe debidamente. -

Despú la intención es la de eliminar restos de soldadura, cenizas de ácido y gran parte de la escama de laminación. Con el desoxidante, además de limpiar la superficie, se protege temporalmente mediante un inhibidor de corrosión contra la agresividad ambiental. Dependiendo del tipo de producto comercial que se utilice, el tiempo necesario para eliminar los contaminantes, puede variar de 10-20 minutos.

4. Lavar. Abundantemente con agua, para eliminar todo rastro de ácido en la superficie. Procediendo a secar inmediatamente el agua de lavado no permitiendo que el agua seque al aire; mediante aire a presión, estopa o trapos limpios.

Por otro lado, para el caso de la condición de mantenimiento el orden a seguir es:

1. Fregar y retocar todas aquellas áreas que presenten corrosión bajo película o donde la corrosión misma está expuesta mediante lija o raqueta, etc., dejando perfectamente limpias estas áreas.
2. Secar y pasar completamente toda la superficie, con una estopa o trapeo limpio, o en su defecto, aspiración con aire, si se puede utilizar.
3. Lavar abundantemente con agua y posteriormente eliminársela lo más pronto posible.

4. Dependiendo del tipo de pintura sobre la que se haya a aplicar nuevamente, será necesario lijar la superficie para provocar una rugosidad adecuada para que se adhiera satisfactoriamente la nueva capa.

SEGURIDAD:

Dado que se van a utilizar diferentes tipos de productos químicos (óxido ácido, álcalis hasta solventes), es necesario tomar las medidas de seguridad. Se deben utilizar lentes de seguridad para protección de los ojos y brazos; por último, mandiles de todo tipo industrial para protección del cuerpo. Las operaciones de limpieza se harán en lo posible en lugares ventilados y con buena iluminación. Se fijará, ni encender velillos cerca de los equipos eléctricos funcionando.

TASA DE LIMPIEZA:

La tasa de limpieza de este sistema será en función directa de las condiciones de la superficie, de los grados de libertad y poligradidad de la operación misma, y del tipo de estructura o equipo a limpiar. Los valores estimados de desarrollo son:

Para nueva construcción:	$5-14 \text{ m}^2/\text{h-hombre}$
Para mantenimiento:	$15-26 \text{ m}^2/\text{h-hombre}$

INDICACIONES:

Los recubrimientos aplicados sobre una superficie limpia con prestados químicos ópticamente por períodos que varían de 1 a 5 años. - Ninguna protección a largo plazo para exteriores. En casos de agena corrosión o de servicio de inmersión, no deberá usarse.

LIMPIEZA MANUAL:

ESPECIFICACIONES: SSPC-SP3

FORMA: 13-50

TIPO DE SUPERFICIE: METALICA FERROSA
(NO GALVANIZADA)

CARACTERISTICAS PRINCIPALES

El sistema de limpieza manual comprende a tres aquellas actividades necesarias para eliminar de la superficie los siguientes contaminantes: polvo, escoria, sales, humedad, grasas, aceites, residuos de soldadura, restos de óxido, residuos de pintura, y escoria de laminación para adherida.

herramientas:

Las herramientas necesarias para realizar la limpieza manual son: cepillos, cepillos de alambre, lijas, martillos, cincos, raspados, brochas y estopa.

REQUISITO DE LIMPIEZA.

Aunque aparentemente la limpieza manual es una actividad muy sencilla, implica un alto grado de mano de obra y por lo tanto, es costosa. Es muy importante tener presente as que para obtener una aceptable calidad de limpieza, es necesario seguir un orden determinado para la eliminación de todos aquellos posibles contaminantes que presente la superficie. El orden de operación sería:

1. DESTIEMBRAR toda la superficie
2. LASER abundantemente con agua, eliminando así los residuos de los productos químicos utilizados para desengrasar.
3. SECAR de inmediato, sin dar oportunidad a que el agua seque al aire, con una estopa o trapo limpio, evitando nueva contaminación sobre la superficie, al reutilizar el material para la limpieza.
4. LIJADO, RASQUITADO, etc.
5. ELIMINACIÓN DE PUNOS RESIDUALES CON AIRE A PRESIÓN, o estopa limpia.

Una buena limpieza manual dentro de sus limitaciones, permitirá que la duración y eficiencia de protección del sistema por aplicarse se prolongue en una forma aceptable. (Ver fig. 1, 2, 3 y 4)

CALIDAD DE LA LIMPIEZA:

Para considerar la debida calidad de la limpieza, es necesario tener en cuenta dos condiciones básicas de la superficie: Si es de nueva construcción o si es de mantenimiento.



ESTADO ORIGINAL: Limpieza manual, Chorro de abrasivo, chorro de abrasivo
acabado comercial o metal blanco

FIG. 1. PREPARACION DE SUPERFICIES. LAMINA NUEVA SIN CORROSION



ESTADO ORIGINAL: LIMPIEZA MANUAL: CHORRO DE ABRASIVO, CHORRO DE ABRASIVO
ACABADO COMERCIAL, A METAL BLANCO.

FIG. 2. PREPARACION DE SUPERFICIES. LAMINA CON CORROSION LEVE. [EXPOSICION DE 3 MESES APROXIMADAMENTE, A LA INTERACCION EN AMBIENTE DE HUMEDAD Y SALINO, SIN PROTECCION].



ESTADO ORIGINAL: LIMPIEZA MANUAL; CIERRO DE TRASTO, CIERRO DE ABRASIVO, ACABADO COMERCIAL, A METAL BLANCO.

FIG. 3. PREPARACION DE SUPERFICIES. LAMINA CON CORROSION MEDIANA. (EXPOSICION SIN PROTECCION DE 1 AÑO APROXIMADAMENTE A LA TEMPERATURA EN UN AMBIENTE HUMIDO Y SALINO).



ESTADO ORIGINAL; LIMPIEZA MANUAL; CIERRO DE ABRASIVO, CIERRO DE ABRASIVO ACABADO COMERCIAL, A METAL BLANCO.

FIG. 4. PREPARACION DE SUPERFICIES. LAMINA CON CORROSION SEVERA. (EXPOSICION SIN PROTECCION DE 3 AÑOS APROXIMADAMENTE A LA TEMPERATURA EN UN AMBIENTE HUMIDO Y SALINO).

SE ES DE NUEVA CONSTRUCCIÓN: Normalmente cualquier tipo de superficie metálica ferrosa, en la forma que sea estructurada en ángulo, vija o lámina, presentará ocurrencia de oxidación y dependiendo del tiempo de exposición a la intemperie y de la calidad ambiental que exista, la ocurrencia se habrá oxidado poco o mucho. Para efectos de una limpieza manual es muy adecuado que la ocurrencia esté en su mayoría oxidada, dado que así facilitaría bastante el trabajo de limpieza. Se recomienda que la superficie metálica que se vaya a limpiar manualmente se oxide cada día para provocar una rápida oxidación de la ocurrencia de oxidación.

SE ES DE MANTENIMIENTO: Es necesario comprobar si hay corrosión bajo película, para así eliminar la pintura y poder hacer una limpieza a fondo, también es necesario chequear la adherencia de la pintura vieja, eliminando la que está mal adherida. Por otro lado, es muy importante proteger en la superficie anteriormente pintada una adecuada rugosidad, suficiente para que la nueva capa de pintura tenga un anclaje mecánico aceptable y permita una prolongada duración de la protección anticorrosiva.

Al realizar la limpieza, se deberá poner mucha atención en aquellas partes donde fácilmente se pueda acumular cualquier tipo de contaminante; partes tales como ruidos, coque, resacas, débiles, etc.

La calidad de la limpieza de este sistema se considerará adecuada para aquellas áreas donde la calidad ambiental se determine como sigue

vo o poco agresivo, como las definidas como rural y urbana; ya sea en exterior o interior; seca o semi-húmeda. En las ciertas ocasiones este sistema se utiliza en aquellas áreas donde los grados de libertad y poligonalidad, no permiten el uso del sistema de limpieza con chorro de arena. Por tal motivo, es necesario reforzar la calidad de la limpieza combinando este sistema con los de limpieza química (SPC-SP1) y el de limpieza mecánica (SPC-SP2).

SEGURIDAD

Como medida de seguridad se deben utilizar guantes industriales para protección de las manos y lentes de seguridad o mascarillas, para protección de la cara y especialmente los ojos.

TASA DE LIMPIEZA

La tasa de limpieza de este sistema está en función directa de las condiciones de la superficie, de los grados de libertad y poligonalidad de la operación misma y del tipo de estructura o equipo a limpiar. Los rangos estadísticos de desarrollo son:

$$\text{Para nueva construcción: } L = 12 \text{ M}^2/\text{Hr-hombre}$$

$$\text{Para mantenimiento: } L = 12 \text{ M}^2/\text{Hr-hombre}$$

OBSERVACIONES

Los resultados se aplicarán sobre una superficie preparada con

limpieza manual únicamente protegida por períodos cortos (menos de 1 año). Ninguna protección a largo plazo puede esperarse. En casos de severa corrosión o de servicio en liberación, no deberá usarse.

LIMPIEZA MECÁNICA

ESPECIFICACION: SSPC-SP3

PEREX LMDC-80

TIPO DE SUPERFICIE: METALICA FERROSA

(NO GALVANIZADA)

CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

El sistema de limpieza mecánica comprende las siguientes funciones: Cuidado de la superficie cuyo fin principal es la de provocar una rugosidad o patrón de anclaje adecuado para proporcionar una adherencia mecánica aceptable, para así asegurar el recubrimiento durante un período razonablemente económico. Y el de la limpieza de la superficie actividades que tienen por objeto principal la de eliminar de la superficie los siguientes contaminantes: Polvos, coque, sales, humedad, grasas, aceites, residuos de soldadura, coque de óxido, residuos de pintura, y escamas de laminación sueltas o poco adheridas.

HERRAMIENTAS:

Las herramientas necesarias para realizar la limpieza mecánica son: cables, cepillos, lijadoras (eléctricas), raspas (manuales) y sepietas (oscilométricas).

MÉTODOS DE LIMPIEZA

Aunque aparentemente la limpieza mecánica es una actividad muy sencilla, implica un alto grado de mano de obra y por lo tanto muy costosa. Es muy importante hacer hincapié en que para obtener una aceptable calidad de limpieza; es necesario seguir un orden determinado para la eliminación de todos aquellos posibles contaminantes presentes en la superficie.

En la limpieza mecánica, el orden recomendado es el siguiente:

1. **DESGRASAR** toda la superficie.
2. **LAVAR** abundantemente con agua eliminando así los residuos de los productos químicos utilizados para desengrasar.
3. **SECAR** de inmediato, sin dar oportunidad que el agua seque al aire; con una estopa o trapo limpio, evitando nueva contaminación sobre la superficie, al manipular el material para la limpieza.
4. Una vez eliminado la mayor parte de los contaminantes, proceder a la limpieza de las frentes que presentan rasuras de laminación, rasos de soldadura oxidada o poco adheridos; de igual manera las costuras de óxido, o de pintura; mediante los herramientas mecánicas antes mencionadas.
5. Por último, eliminar con trapos o aire a presión todas aquellas partículas o volutas que quedaran por la limpieza con las herramientas.

CALIDAD DE LA LIMPIEZA

Para considerar la debida calidad de la limpieza, es necesario tener en cuenta dos condiciones básicas de la superficie. Si es de nueva construcción o si es de mantenimiento. Es necesario también considerar el grado de corrosión que afecta a estas condiciones, dado que estará en función directa del mayor o menor esfuerzo para realizar la limpieza adecuada.

Si es de nueva construcción, normalmente cualquier tipo de superficie metálica ferrosa; en la forma que sea; estructura en ángulo, viga o lámina, presentará oxido de laminación, dependiendo del tiempo de exposición a la intemperie y de la calidad ambiental que exista; - la medida de laminación se habrá oxidado poco o mucho. Para efectos de una limpieza mecánica es muy necesario que la oxido esté en su mayor medida, dado que así facilitará bastante el trabajo de limpieza. Se recomienda que la superficie metálica que se vaya a limpiar - mecánicamente se moje cada día, para provocar una rápida oxidación de la oxido.

Si es de mantenimiento, es necesario comprobar si hay corrosión bajo película, para así eliminar la pintura y poder hacer una limpieza a fondo; también es necesario chequear la adherencia de la pintura vieja, eliminando la que está en mal estado. Por otro lado, es muy importante provocar en la superficie anteriormente pintada una adecuada rigidez, suficiente para que la nueva capa de pintura tenga un anclaje mecánico aceptable y permita una prolongada duración de -

la protección anticorrosiva.

Al realizarse la limpieza, se deberá poner mucha atención en aquellas partes donde fácilmente se puede acumular cualquier tipo de contaminantes; partes talas como rines, espaldas, flanges, ductos, etc.

La calidad de la limpieza de este sistema se considera adecuada ya re aquellas áreas donde la calidad ambiental es determinante como zonas o pece agresiva, como las definidas como rural o urbano; ya son en este rio o interior; sea o semi-árida. En estas ocasiones este siste ma se utiliza en aquellas áreas donde los grados de libertad y poligres idad, se permite el uso del sistema de limpieza con chorro de agua. Por tal motivo es necesario reforzar la calidad de la limpieza continua de este sistema con el de limpieza química (SSPC-SP1).

TASA DE LIMPIEZA

La tasa de limpieza de este sistema está en función directa de las condiciones de la superficie, de los grados de libertad y poligresidad de la operación misma y del tipo de estructura o equipo a limpiar. Los valores estadísticos de desarrollo son:

Para nueva construcción: $6 = 16 \frac{H^2}{H_0 - \text{Radio}}$

Para mantenimiento: $2 = 16 \frac{H^2}{H_0 - \text{Radio}}$

ESTABILIDAD:

Por el tipo de herramientas que se van a manejar, es de vital importancia evaluar los medios necesarios de seguridad que deben tomar los operadores al realizar las actividades de limpieza. Principalmente se deben utilizar guantes industriales, lentes de seguridad o caretas, delantales industriales, así como también botas especiales, para resistir impactos fuertes.

CONSTRUCCIONES:

Es necesario tomar en cuenta que las herramientas mecánicas eléctricas, en especial las cordas y cepillos tienden a partir la superficie; por lo que habrá de inspeccionar cuidadosamente las áreas de limpieza.

Los recubrimientos aplicados sobre una superficie preparada con limpieza mecánica únicamente protegerá por períodos que varían de 1 a 1 año. Ninguna protección a largo plazo puede esperarse. En los casos de severa corrosión o de servicio de inmersión intermitente o continua se es recomendable este sistema de limpieza.

LIMPIEZA CON CERAMIC DE ABRAS:

ESPECIFICACIONES: SSFC-SP5	SACE No. 1	FINEX LA-50 GRANO NE
SSFC-SP10	SACE No. 2	FINEX LA-50 GRANO OS
SSFC-SP6	SACE No. 3	FINEX LA-50 GRANO CO
SSFC-SP7	SACE No. 4	FINEX LA-50 GRANO BLF

TIPO DE SUPERFICIE: METALICA FERROSA
(SO GALVANIZADA)

CARACTERISTICAS PRINCIPALES:

El sistema de limpieza con chorro de arena, comprende las siguientes funciones; limpieza de las superficies activadas que tienen por objeto principal el de eliminar de la superficie los siguientes contaminantes: polvos, corizas, aceites, humedad, grasas, aceites, suciedad, hebras, restos de metales, residuos de soldadura, escoria de óxido, pintura o residuos, escoria de laminación ocultas o ocultas. Por otro lado, el cambio de superficie, cuyo fin es el de preparar la superficie con una rugosidad o perfil de superficie adecuada para obtener un excelente anclaje y así poder tener un alto grado de eficiencia y duración del sistema anticorrosivo por aplicarles.

EQUIPO

El equipo utilizado normalmente es un compresor de alta capacidad de desplazamiento de aire (eléctrico o de diesel), ollas para la arena y para la aplicación de la pintura, mangueras de hule suficientemente largas, boquillas calibradas y especiales para resistir la alta abrasión, y tambores para seleccionar la arena. (Ver. Fig. 5). El elemento más importante en este sistema de limpieza es la arena. La arena debe tener las siguientes características:

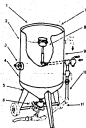


FIGURA 5
EQUIPO UTILIZADO EN LA LIMPIEZA CON
CHORRO DE ARENA

- 1.- Asidero para transporte manual
- 2.- Recipiente que puede ampliarse para chorro seco o húmedo
- 3.- Boca de mano para la limpieza interior de la máquina
- 4.- Depósito de abrasivos
- 5.- Fondo cónico para facilitar el deslizamiento de cualquier abrasivo
- 6.- Válvula reguladora y reguladora del abrasivo
- 7.- Cabeza cónica para el llenado y almacenaje del abrasivo
- 8.- Válvula de llenado automática. Normalmente abierta, se cierra automáticamente cuando se inyecta aire a la máquina
- 9.- Recipiente para todo tipo de abrasivos
- 10.- Tubería de sección uniforme y amplia para eliminar pérdidas de presión
- 11.- En versión portátil, con ruedas e fijes.

GLASIFOMETRIA:

(12/15) mallas (mínimo) (2.5 mils/3.5 mils)

(40/50) mallas (mínimo) (1.0 mils/1.5 mils)

FORMA:

Lo más cercano posible (esferas)



FIGURA 6

ARENA ANGULAR UTILIZADA PARA LIMPIEZA
CON CIERRO DE ARESA.

TEXTURA:

La superficie para recibir 2-3 pasadas antes de que llegue a tener un alto porcentaje de partículas finas.

TEXTURA:

Densidad uniforme para que el material choque a la misma velocidad en toda el área de limpieza, evitando así también el pulimentado de la superficie.

TEXTURA:

La arena extraída seca usará, sin acondicionamiento y eficiencia proporcional; así como también evita múltiples problemas de operación, - por tal motivo, se recomienda que la arena no tenga + 3.0% de humedad.

TEXTURA:

Accesible y muy económico.

TEXTURA:

Principalmente de ríos, arroyos, diques, etc., no se recomienda material de minas por su alto contenido de minerales pesados y sales disueltas. Por ningún motivo se debe utilizar arena de mar, ya que es altamente corrosiva.

TEXTURA:

La arena deberá estar exenta de sales y residuos orgánicos de preferencia el tipo de arena que sea sílica.

Otros de los factores importantes que deben ser controlados, en un sistema de limpieza son:

1. La presión de trabajo en las boquillas debe mantenerse constante.

Tabla 3 PRESSION DE TRABAJO EN LAS BOQUILLAS

Ø Interior de la boquilla mm	Presión de trabajo bar					Consumo
	2	3	4	5	6	
4	0,44	0,59	0,74	0,90	1,05	M m ³ /min HP
	3,3	3,6	4,9	6,6	8,4	
5	0,69	0,94	1,16	1,41	1,63	M m ³ /min HP
	3,3	3,6	6,0	10,1	13,0	
6	0,89	1,13	1,38	1,64	1,91	M m ³ /min HP
	5,1	6,1	11,3	15,0	18,6	
7	1,33	1,60	1,88	2,17	2,46	M m ³ /min HP
	3,0	11,0	16,0	20,1	25,1	
8	1,73	2,16	2,67	3,22	3,78	M m ³ /min HP
	9,0	14,5	20,0	26,5	33,0	
9	2,23	2,69	3,25	3,83	4,41	M m ³ /min HP
	11,1	16,1	26,0	31,5	42,0	
10	2,73	3,29	3,85	4,45	5,04	M m ³ /min HP
	14,1	21,5	32,0	41,8	53,0	
11	3,23	4,47	5,61	6,84	8,09	M m ³ /min HP
	13,1	21,5	30,0	39,1	49,0	
12	3,96	5,21	6,67	8,14	9,73	M m ³ /min HP
	20,5	32,5	45,5	60,5	74,0	
13	4,61	6,24	7,83	9,53	10,90	M m ³ /min HP
	24,0	36,0	54,0	71,0	87,1	
14	5,18	7,24	9,03	11,08	12,63	M m ³ /min HP
	27,0	44,5	63,0	83,0	101,0	
15	6,18	8,30	10,33	12,73	14,49	M m ³ /min HP
	32,0	51,0	69,0	94,0	115,0	

Consumo de arena por hora y flujo de aire en M^3 por minuto		Presión en la boquilla kg/cm ² (at)						Tipo de operación
		1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	7.0	
3.0 mm. (1/8")		13.20 15.11 100	9.70 15.21 150	7.20 11.2 40	4.20 6.71 40	2.20 3.22 30	0.20 0.24 20	Flujo de arena por hora en kg. Flujo de CF. (litros/min)
4.75 mm. (3/16")		13.20 15.11 100	1.20 1.21 100	1.20 1.21 100	1.20 1.21 100	1.20 1.21 100	1.20 1.21 100	Flujo de arena por hora en kg. Flujo de CF. (litros/min)
6.75 mm. (1/4")		13.20 15.11 100	1.20 1.21 100	1.20 1.21 100	1.20 1.21 100	1.20 1.21 100	1.20 1.21 100	Flujo de arena por hora en kg. Flujo de CF. (litros/min)
9.0 mm. (3/8")		13.20 15.11 100	1.20 1.21 100	1.20 1.21 100	1.20 1.21 100	1.20 1.21 100	1.20 1.21 100	Flujo de arena por hora en kg. Flujo de CF. (litros/min)
12.0 mm. (1/2")		13.20 15.11 100	1.20 1.21 100	1.20 1.21 100	1.20 1.21 100	1.20 1.21 100	1.20 1.21 100	Flujo de arena por hora en kg. Flujo de CF. (litros/min)
15.0 mm. (5/8")		13.20 15.11 100	1.20 1.21 100	1.20 1.21 100	1.20 1.21 100	1.20 1.21 100	1.20 1.21 100	Flujo de arena por hora en kg. Flujo de CF. (litros/min)
18.0 mm. (3/4")		13.20 15.11 100	1.20 1.21 100	1.20 1.21 100	1.20 1.21 100	1.20 1.21 100	1.20 1.21 100	Flujo de arena por hora en kg. Flujo de CF. (litros/min)

TABLA 4. CONSUMO DE ARENA Y FLUJO DE AIRE EN LAS BOQUILLAS

2. El tamaño de la boquilla debe estar adecuada al tipo de superficie que se trata a preparar, (Tabla 5), teniendo en cuenta que a mayor tamaño de la boquilla mayor rendimiento.

TABLA 3

ESPECIFICACIONES BOQUILLAS TIPO VENTURI				
Modelo		Indicaciones Especiales	Diámetro de BOQUILLA (cm.)	Largura (cm.)
Presión de Operación (kg/cm ²)	Temperatura (°C)			
BOQUA-1	0100-1		4.7 (1.89")	10.0
BOQUA-2	0100-2	Para trabajo pesado	6.0 (2.36")	10.0
BOQUA-3	0100-3	Para trabajo pesado	7.5 (2.95")	10.0
BOQUA-4	0100-4	Para trabajo pesado	9.0 (3.54")	10.0
BOQUA-5	0100-5	Para trabajo pesado	10.5 (4.13")	10.0
BOQUA-6	0100-6	Para trabajo pesado	12.0 (4.72")	10.0
BOQUA-7	0100-7	Para trabajo pesado	13.5 (5.31")	10.0
BOQUA-8	0100-8	Para trabajo pesado	15.0 (5.90")	10.0
BOQUA-9	0100-9	Para trabajo pesado	16.5 (6.49")	10.0
BOQUA-10	0100-10	Para trabajo pesado	18.0 (7.08")	10.0
BOQUA-11	0100-11	Para trabajo pesado	19.5 (7.67")	10.0
BOQUA-12	0100-12	Para trabajo pesado	21.0 (8.26")	10.0
BOQUA-13	0100-13	Para trabajo pesado	22.5 (8.85")	10.0
BOQUA-14	0100-14	Para trabajo pesado	24.0 (9.44")	10.0
BOQUA-15	0100-15	Para trabajo pesado	25.5 (10.03")	10.0
BOQUA-16	0100-16	Para trabajo pesado	27.0 (10.62")	10.0
BOQUA-17	0100-17	Para trabajo pesado	28.5 (11.21")	10.0
BOQUA-18	0100-18	Para trabajo pesado	30.0 (11.80")	10.0
BOQUA-19	0100-19	Para trabajo pesado	31.5 (12.39")	10.0
BOQUA-20	0100-20	Para trabajo pesado	33.0 (12.98")	10.0
BOQUA-21	0100-21	Para trabajo pesado	34.5 (13.57")	10.0
BOQUA-22	0100-22	Para trabajo pesado	36.0 (14.16")	10.0
BOQUA-23	0100-23	Para trabajo pesado	37.5 (14.75")	10.0
BOQUA-24	0100-24	Para trabajo pesado	39.0 (15.34")	10.0
BOQUA-25	0100-25	Para trabajo pesado	40.5 (15.93")	10.0
BOQUA-26	0100-26	Para trabajo pesado	42.0 (16.52")	10.0
BOQUA-27	0100-27	Para trabajo pesado	43.5 (17.11")	10.0
BOQUA-28	0100-28	Para trabajo pesado	45.0 (17.70")	10.0
BOQUA-29	0100-29	Para trabajo pesado	46.5 (18.29")	10.0
BOQUA-30	0100-30	Para trabajo pesado	48.0 (18.88")	10.0
BOQUA-31	0100-31	Para trabajo pesado	49.5 (19.47")	10.0
BOQUA-32	0100-32	Para trabajo pesado	51.0 (20.06")	10.0
BOQUA-33	0100-33	Para trabajo pesado	52.5 (20.65")	10.0
BOQUA-34	0100-34	Para trabajo pesado	54.0 (21.24")	10.0
BOQUA-35	0100-35	Para trabajo pesado	55.5 (21.83")	10.0
BOQUA-36	0100-36	Para trabajo pesado	57.0 (22.42")	10.0
BOQUA-37	0100-37	Para trabajo pesado	58.5 (23.01")	10.0
BOQUA-38	0100-38	Para trabajo pesado	60.0 (23.60")	10.0
BOQUA-39	0100-39	Para trabajo pesado	61.5 (24.19")	10.0
BOQUA-40	0100-40	Para trabajo pesado	63.0 (24.78")	10.0
BOQUA-41	0100-41	Para trabajo pesado	64.5 (25.37")	10.0
BOQUA-42	0100-42	Para trabajo pesado	66.0 (25.96")	10.0
BOQUA-43	0100-43	Para trabajo pesado	67.5 (26.55")	10.0
BOQUA-44	0100-44	Para trabajo pesado	69.0 (27.14")	10.0
BOQUA-45	0100-45	Para trabajo pesado	70.5 (27.73")	10.0
BOQUA-46	0100-46	Para trabajo pesado	72.0 (28.32")	10.0
BOQUA-47	0100-47	Para trabajo pesado	73.5 (28.91")	10.0
BOQUA-48	0100-48	Para trabajo pesado	75.0 (29.50")	10.0
BOQUA-49	0100-49	Para trabajo pesado	76.5 (30.09")	10.0
BOQUA-50	0100-50	Para trabajo pesado	78.0 (30.68")	10.0
BOQUA-51	0100-51	Para trabajo pesado	79.5 (31.27")	10.0
BOQUA-52	0100-52	Para trabajo pesado	81.0 (31.86")	10.0
BOQUA-53	0100-53	Para trabajo pesado	82.5 (32.45")	10.0
BOQUA-54	0100-54	Para trabajo pesado	84.0 (33.04")	10.0
BOQUA-55	0100-55	Para trabajo pesado	85.5 (33.63")	10.0
BOQUA-56	0100-56	Para trabajo pesado	87.0 (34.22")	10.0
BOQUA-57	0100-57	Para trabajo pesado	88.5 (34.81")	10.0
BOQUA-58	0100-58	Para trabajo pesado	90.0 (35.40")	10.0
BOQUA-59	0100-59	Para trabajo pesado	91.5 (35.99")	10.0
BOQUA-60	0100-60	Para trabajo pesado	93.0 (36.58")	10.0
BOQUA-61	0100-61	Para trabajo pesado	94.5 (37.17")	10.0
BOQUA-62	0100-62	Para trabajo pesado	96.0 (37.76")	10.0
BOQUA-63	0100-63	Para trabajo pesado	97.5 (38.35")	10.0
BOQUA-64	0100-64	Para trabajo pesado	99.0 (38.94")	10.0
BOQUA-65	0100-65	Para trabajo pesado	100.5 (39.53")	10.0
BOQUA-66	0100-66	Para trabajo pesado	102.0 (40.12")	10.0
BOQUA-67	0100-67	Para trabajo pesado	103.5 (40.71")	10.0
BOQUA-68	0100-68	Para trabajo pesado	105.0 (41.30")	10.0
BOQUA-69	0100-69	Para trabajo pesado	106.5 (41.89")	10.0
BOQUA-70	0100-70	Para trabajo pesado	108.0 (42.48")	10.0
BOQUA-71	0100-71	Para trabajo pesado	109.5 (43.07")	10.0
BOQUA-72	0100-72	Para trabajo pesado	111.0 (43.66")	10.0
BOQUA-73	0100-73	Para trabajo pesado	112.5 (44.25")	10.0
BOQUA-74	0100-74	Para trabajo pesado	114.0 (44.84")	10.0
BOQUA-75	0100-75	Para trabajo pesado	115.5 (45.43")	10.0
BOQUA-76	0100-76	Para trabajo pesado	117.0 (46.02")	10.0
BOQUA-77	0100-77	Para trabajo pesado	118.5 (46.61")	10.0
BOQUA-78	0100-78	Para trabajo pesado	120.0 (47.20")	10.0
BOQUA-79	0100-79	Para trabajo pesado	121.5 (47.79")	10.0
BOQUA-80	0100-80	Para trabajo pesado	123.0 (48.38")	10.0
BOQUA-81	0100-81	Para trabajo pesado	124.5 (48.97")	10.0
BOQUA-82	0100-82	Para trabajo pesado	126.0 (49.56")	10.0
BOQUA-83	0100-83	Para trabajo pesado	127.5 (50.15")	10.0
BOQUA-84	0100-84	Para trabajo pesado	129.0 (50.74")	10.0
BOQUA-85	0100-85	Para trabajo pesado	130.5 (51.33")	10.0
BOQUA-86	0100-86	Para trabajo pesado	132.0 (51.92")	10.0
BOQUA-87	0100-87	Para trabajo pesado	133.5 (52.51")	10.0
BOQUA-88	0100-88	Para trabajo pesado	135.0 (53.10")	10.0
BOQUA-89	0100-89	Para trabajo pesado	136.5 (53.69")	10.0
BOQUA-90	0100-90	Para trabajo pesado	138.0 (54.28")	10.0
BOQUA-91	0100-91	Para trabajo pesado	139.5 (54.87")	10.0
BOQUA-92	0100-92	Para trabajo pesado	141.0 (55.46")	10.0
BOQUA-93	0100-93	Para trabajo pesado	142.5 (56.05")	10.0
BOQUA-94	0100-94	Para trabajo pesado	144.0 (56.64")	10.0
BOQUA-95	0100-95	Para trabajo pesado	145.5 (57.23")	10.0
BOQUA-96	0100-96	Para trabajo pesado	147.0 (57.82")	10.0
BOQUA-97	0100-97	Para trabajo pesado	148.5 (58.41")	10.0
BOQUA-98	0100-98	Para trabajo pesado	150.0 (59.00")	10.0
BOQUA-99	0100-99	Para trabajo pesado	151.5 (59.59")	10.0
BOQUA-100	0100-100	Para trabajo pesado	153.0 (60.18")	10.0

TABLA 3 ESPECIFICACIONES DE LAS BOQUILLAS VENTURI

Existen dos tipos de boquillas para trabajar en superficies amplias:

1. BOQUILLA LARGA CONVENCIONAL. (FIGURA 7)
2. BOQUILLA LARGA VENTURI. (FIGURA 8)



FIG. 7 BOQUILLA LARGA CONVENCIONAL. FIG. 8 BOQUILLA LARGA VENTURI.

La boquilla convencional a una distancia de 18 pulgadas proyecta en un diámetro de 5 pulgadas de ancho, con una distribución desordenada de arena, esto es, el flujo de arena se concentra en el centro. (Fig. 9)

En la boquilla Venturi, a la misma distancia el diámetro es de 6 - pulgadas. El flujo de arena es uniforme a lo largo del diámetro, (ver Fig. 10). Por lo tanto, es el más recomendado por su mayor eficiencia y velocidad en la limpieza.




FIG. 9 ARASCO DE BOQUILLA LARGA CONVENCIONAL.



FIG. 10 ARASCO DE BOQUILLA LARGA VENTURI.

Estas boquillas son fabricadas de tungsteno, por su alta resistencia a la abrasión.

3. El diámetro de la manguera alimentadora es tan importante, que si ésta es muy pequeña provocará una caída de presión, causando un bajo rendimiento. Recomendamos se utilicen una manguera de cuatro capas con tubo en el centro. (VER FIG. 11)



Numero Orificios	Numero Capas	Perfil Medida de Trabajo	Peso por metro cúbico, (g por cm ³)
12.0 mm (1/2")	24.0 mm (1.500")	1.78 Square (15%)	12.7 g
14.0 mm (1/2")	28.0 mm (1.500")	2.11 Square (15%)	15.7 g
16.0 mm (1")	32.0 mm (1.500")	2.54 Square (15%)	20.2 g
18.0 mm (1.500")	36.0 mm (1.500")	3.05 Square (15%)	24.8 g
20.0 mm (1.500")	40.0 mm (1.500")	3.60 Square (15%)	30.4 g

FIGURA 11

MUSCETRA DE 4 CAPAS

PARA SOPLETAR CON ARENA

MECANISMOS DE LIMPIEZA

La limpieza se realiza mediante la proyección de arena a una velocidad suficientemente grande para eliminar todo tipo de contaminación superficial y preparar el perfil de superficie a patrón de anclaje adecuado para un sistema de revestimiento seleccionado previamente.

La superficie a preparar debe ser desengrasada previamente a la operación de chorreado, en especial en este caso que se realizan la

arena para nuevas limpiezas.

La posición de la boquilla deberá estar a una distancia de 50-60 cm. de la superficie, para poder aprovechar del abanico su máxima rapidez de desarrollo y una mayor cobertura de área por limpiar. Se obtiene una mayor eficiencia en la limpieza cuando el ángulo de observación sea de 60° - 70° ^(*) Para aquellas áreas muy afectadas por la corrosión y que presenten cavidades, el ángulo de la posición de la boquilla deberá ser de 80° - 90° . Evitar todo tipo de contaminación posterior en una superficie observada, así como el contacto prolongado de la superficie con la humedad ambiental. Por tal motivo es muy importante aplicar el primario seleccionado lo antes posible. El tiempo permisible entre la preparación de la superficie y la aplicación del primario dependerá de la temperatura de la superficie metálica y la humedad relativa del aire. Bajo condiciones normales de temperatura y humedad relativa (25°C y 60-70% H.R.) la aplicación del primario no deberá ser después de 5 horas. Nunca se debe dejar material preparado de un día para otro.

CALIDAD DE LA LIMPIEZA

Para considerar la debida calidad de la limpieza, es necesario tener en cuenta las condiciones físicas de la superficie: Si es de nueva construcción o si es de mantenimiento. También es necesario considerar el grado de corrosión que afecte a ambas condiciones, dado que estará en función directa del mayor o menor esfuerzo para reali-

* En grados de inclinación

sar la limpieza adecuada.

- A. Si es de nueva construcción. Normalmente cualquier tipo de superficie metálica forrada, en la forma que sea; estructura en ángulo, viga o lámina, presentará secos de laminación y dependiendo del tiempo de exposición a la intemperie que hayan tenido y de la calidad ambiental existente, la suciedad se habrá oxidado poco o mucho.
- B. Si es de mantenimiento. Es necesario comprobar si hay corrosión bajo pintura para así eliminar la pintura y poder hacer una limpieza a fondo; también es necesario chequear la adherencia de la pintura vieja, eliminando la que esté mal adherida.

Por necesidades prácticas, es preciso definir la calidad de la superficie limpiada con chequeo de arena bajo dos aspectos: El perfil de superficie o patrón de anclaje y el grado de limpieza.

Para el caso de limpieza con abrasivos se usará la lámpara comparadora de anclaje o el medidor de perfil de anclaje, que por comparación óptica con la superficie que se limpia o por medición directa, determinan la profundidad que ha dejado el abrasivo en el metal y se emplean para establecer los patrones mencionados. Además, las superficies deberán tener un aspecto final como el que se muestra en los patrones de referencia de acuerdo al estado inicial de la superficie, la cual fue aprobada como representativa para la aceptación de la misma.

El patrón de anclaje estará determinado por el tipo de arena que

no utilice y la forma en que se lleve a cabo la operación de limpieza.

Por otro lado, los grados de limpieza son los siguientes:

- METAL BLANCO (SSPC-SP6 - NACE No. 1). Presenta un color blanco grisáceo uniforme y libre completamente de todo tipo de contaminación. Ver Fig. 1, 2 3 y 4
- CASI METAL BLANCO (SSPC-SP10 - NACE No. 2) Este grado de limpieza es una versión económica y más rápida que el grado anterior (metal blanco) ya que se considera aceptable el 95% de la superficie estar blanca grisácea, pero libre completamente de todos los contaminantes.
- COMERCIAL (SSPC-SP6 - NACE No. 3). Este grado de limpieza es el más usado, ya que elimina prácticamente todo tipo de contaminación superficial. Su color es de blanco sucado color café - gran parte de la superficie. Esto no afecta de manera notable la duración del sistema anticorrosivo posteriormente aplicado. La velocidad con que se efectúa la operación es de 3 a 4 veces mayor que en los grados anteriores, con lo cual al costo de operación se reduce notablemente. Ver Fig. 1, 2 3 y 4).
- BASTA (SSPC-SP7 - NACE No. 4). En este grado la limpieza no es tan a fondo como los grados anteriores, ya que aquí se pretende eliminar lo más rápida y económicamente posible, todos aquellos contaminantes poco adheridos. Además de proveer un patrón de anclaje suficiente para la buena adherencia mecánica

del sistema por aplicarse.

En la tabla 6 se presenta una guía en la preparación de superficies con diferentes grados de corrosión para los 4 sistemas de limpieza con arena.

	SECTION OF SPECIMEN	A 100X	B 100X	C 100X	D 100X
1 POLYMER WITH FIBERS					
2 POLYMER WITH FIBERS AND FIBROBLASTS					
3 POLYMER WITH FIBROBLASTS AND BLOOD CELLS					
4 POLYMER WITH FIBROBLASTS AND CELLS WITH HIGH NUCLEAR CONTENT					

TABLE 6. GRADES OF ORGANS FOR THE SYSTEMS OF LENSES ON MESA

TASA DE LIMPIEZA

La tasa de limpieza de cada uno de los grados anteriores estará en función directa de las condiciones de superficie, de los grados de libertad y peligrosidad de la operación y del tipo de estructura o equipo a limpiar. Los datos estadísticos de desarrollo están mostrados en la tabla 7:

TABLA 7 DATOS ESTADÍSTICOS PARA EL DESARROLLO DE LIMPIEZA CON ARENA:

GRADOS	MUYA CONSERVICIOS:	MANUTENIMIENTO:
METAL BLANCO	11.6 M ² /Hr-Hombre	7.0 M ² /Hr-Hombre
CASI METAL BLANCO	12.0 M ² /Hr-Hombre	8.0 M ² /Hr-Hombre
COMERCIAL	23.2 M ² /Hr-Hombre	13.0 M ² /Hr-Hombre
NAVAGA	37.0 M ² /Hr-Hombre	20.0 M ² /Hr-Hombre

SEGURIDAD DE OPERATIVOS:

La primera norma de seguridad en la operación de limpieza con chorro de arena es la de evitar inhalar el polvo fino de la arena, ya que puede provocar silicosis. Utilizar siempre las mascarillas antipolvo. De igual manera se debe utilizar protectores o lentes de seguridad y capuchones para evitar el daño que la arena a alta velocidad pueda causar a la cara y en especial a los ojos.

OBSERVACIONES:

Toda superficie que haya sido limpiada y preparada por cualquiera de las operaciones anteriores, debe ser protegida lo más rápidamente posible, con el fin de evitar una rápida corrosión o en su defecto una oxidación general, que anule la duración del sistema anticorrosivo que posteriormente se aplique. Los recubrimientos aplicados sobre

una superficie limpia con abarros de arena, tendrán un período largo - de duración y el período estará en función del grado de limpieza que - se haya realizado y de la calidad ambiental en donde esté en servicio. Los períodos estadísticos varían desde 3 a 10 años.

Tanto el grado metal blanco, como el casi metal blanco, estarán recomendados para soportar recubrimientos anticorrosivos que van a estar expuestos a calidades ambientales muy corrosivas ya sean industriales o marinas; o para exposición al exterior o interior en servicio de inmersión continua y probada.

Por otro lado, el grado comercial, no está recomendado para servicio de inmersión; sin embargo, sí está aplicamente recomendado para exposición interior o exterior en calidades ambientales muy corrosivas - ya sean industriales o marinas.

Por último, el grado órgano está limitado a exposiciones con condiciones ambientales poco severas, como las urbanas y rurales, no se recomienda por ningún motivo para servicio de inmersión o exposición a calidades ambientales (industriales) o marinas.

LIMPIEZA CON FLAMA.

ESPECIFICACIONES: SSPC-SP4

Este método de preparación de las estructuras de acero se basa en el uso de una flama del tipo oxidatiónica. El calentamiento brusco de la superficie causa el desprendimiento de la escama de la laminación, como consecuencia de las diferentes tensiones provocadas por la temperatura, entre el metal y la escama de laminación. Además se ocasiona el quemado de los aceites o grasas y la deshidratación - -

de los óxidos que pueda haber presentes. Inmediatamente después del flumado se cubre el área y se limpia la superficie. La limpieza con flama no da la protección a largo plazo que se obtiene con tratamiento químico en inmersión o con chorro de arena.

LIMPIEZA EN INMERSION (BAÑO ACIDO)

ESPECIFICACION: SSPC-SP8

En este método de limpieza se considera el baño en ácido de ciertas piezas de acero que no sean muy grandes o pesadas y en las cuales se requiere el mínimo de limpieza de la superficie (estructuras, tanques, maquinaria, plataformas sin cruzablar). Normalmente se utilizan los ácidos sulfúrico, fosfórico o clorhídrico diluido, con el objeto de eliminar todo tipo de contaminación, óxido o resido.

Por el tipo que normalmente se limpia es un método lento en comparación con las anteriores. Sin embargo este grado de limpieza está recomendado para la exposición al exterior e interior en servicio de inmersión en condiciones ambientales muy severas, como las marinas e industriales.

2.3 EFICIENCIA Y PERFIL DE LA SUPERFICIE

- EFICIENCIA DE LIMPIEZA

La eficiencia considerada en los métodos anteriores de limpieza también referidos en su gremio a los distintos tipos de restricciones aplicados, así, es distinta la eficiencia que puede proporcionar un sistema alquidílico en relación con la eficiencia que un sistema agua, se pudiera tener. (Ver TABLA 5).

MÉTODO	EFICIENCIA
1. SSPC-SP3	93% - 100%
2. SSPC-SP4	92% - 100%
3. SSPC-SP10	
4. SSPC-SP6	
5. SSPC-SP7	
6. SSPC-SP4	47% - 82%
7. SSPC-SP3	30% - 48%
8. SSPC-SP2	
9. SSPC-SP1	

TABLA 5 EFICIENCIA DE LOS MÉTODOS DE LIMPIEZA

También se pueden considerar como factores determinantes en la eficiencia los siguientes:

- Tipo de superficie
- Tipo de sustrato
- Diseño de la superficie
- Uso típicos, etc.

PERFIL DE LA SUPERFICIE:

Se entiende como perfil de la superficie la rugosidad que presenta el metal cuando se limpia con medios manuales, mecánicos y principalmente por el efecto de los abrasivos, tales como la arena y la granalla de acero. Una superficie demasiado tersa o pulida no tendrá el

debido anclaje para que el recubrimiento se adhiera adecuadamente.(4)

Por otro lado, si la superficie es demasiado áspera, pueden resaltar puntos agudos del metal sobre el recubrimiento y quedar sin protección. (Ver, TABLA 9).

ABRASIVO	CALIDAD DE ABRASIVO	PERFIL MÁXIMO
Árcos muy finos	80 MALLAS	1.5 mils
Árcos finos	40 MALLAS	1.4 mils
Árcos medios	15 MALLAS	2.5 mils
Árcos gruesos	12 MALLAS	2.8 mils
Gravilla de acero G - 50	25 MALLAS	3.3 mils
Gravilla de acero G - 40	15 MALLAS	3.6 mils
Gravilla de acero G - 25	10 MALLAS	4.0 mils

TABLA 9. PERFIL DE SUPERFICIE

La selección del abrasivo dependerá de los siguientes factores:

1. Tipo de metal a limpiar
2. Recuperabilidad del abrasivo
3. Perfil de rugosidad de la superficie deseada
4. La granulada del abrasivo
5. Costo del abrasivo
6. Tipo de rieños y transformados que pueda producir

Generalmente se usa granalla de acero G-25 o G-50 para limpiar el interior de los tanques donde el material es recuperable o donde la limpieza es muy dura, también en talleres especializados donde se utilizan aparatos del tipo de VALDEBLAST.

En trabajos al exterior en donde el abrasivo no es recuperable se emplea arena cuarzoosa o sílica de los tipos de 12-30 mallas (de $\frac{1}{2}$ na a arcillosa) dependiendo de la condición de la superficie a limpiar, lugar de aplicación, del sistema de recubrimiento por aplicar y del servicio de la superficie que fuera a tener.

ADHESION DE LAS PELICULAS

La razón secundaria más importante acerca de la adecuada preparación de la superficie es la de lograr un acabado mecánico que logre satisfacer sobradamente las necesidades de adherencia entre el metal y el recubrimiento.

La rugosidad o perfil de la superficie que se logra con la limpieza con chorro de arena dará básicamente una mayor área de contacto, área que deberá ser cubierta totalmente por el recubrimiento. La rugosidad o perfil no deberá de ser mayor del 50% del total de la película que se tenga que aplicar.

2.4 CONDICIONES DE EXPOSICIÓN DE LA SUPERFICIE

Los medios ambientales a los que los metales están corrientemente expuestos en servicio a temperaturas normales, se pueden clasificar en 5 grupos básicos.

RURAL. Una verdadera atmósfera rural está libre de contaminación, sin embargo, puede haber una muy ligera, debido a la combustión de los desperdicios o de los productos domésticos.

URBANA. Tiene una contaminación mucho más intensa, debido a los productos de la combustión doméstica y del transporte que se manifiesta principalmente por un aumento del ácido sulfúrico, anhídrido sulfuroso y el smog , con un aumento del dióxido de carbono y del ión cloruro.

INDUSTRIAL. Son frecuentemente familiares a las urbanas, pero pueden ser todavía más perjudiciales debido a la presencia de la contaminación que presentan las plantas industriales y químicas.

MARINA. Se considera que es la zona más severa en cuanto a los efectos del medio ambiente en la corrosión. La humedad, la brisa y el rocío salino, la temperatura, así como el viento y la contaminación urbana o industrial que pudiera tener hacen que estas zonas sean altamente corrosivas.

CONDICIONES DE EXPOSICIÓN

Dentro de los medios ambientes naturales existen ciertas condiciones de exposición, tales como temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad de vientos, etc. Sin embargo, la más importante en una forma generalizada es la de la humedad relativa, es decir, "el % de agua contenida o dispersa en el aire". Los ambientes en relación con la humedad relativa son los siguientes:

AMBIENTE SECO

Es aquel en donde predomina la baja humedad relativa, es decir, - abajo del 60%, zonas tales como Aguascalientes, Salamanca, Monterrey, Tlaxcala, etc. (Ver figura 12)

AMBIENTE HÚMEDO

Es aquel en donde predomina la humedad relativa alta, es decir, - con una humedad arriba del 60%. Estas zonas climatológicas son como las de Cd. Pánuco, Mazatlán, México, etc. (Ver Fig. 12)

AMBIENTE HÚMEDO Y SALINO. Es aquella zona climatológica en donde además de tener humedad relativa arriba del 70% se tiene una constante presencia de brisa o rocío salino, aumentando así el grado de corrosividad del ambiente. Estas zonas son como Tampico, Cd. México, Tabasco, Coahuilillas, Tiquay, San Carlos, Campeche, Atapulco, Mazatlán, Mazatlán, etc. Normalmente en estas zonas existe una fuerte contaminación de gases sulfurados, que ayudan a aumentar el grado de corrosividad de la zona. (Ver. Figura 12)

**AMBIENTE HUMIDO CON O SIN SALINIDAD
Y GASES DERIVADOS DEL ASFUMEL.**

Esta zona climatológica presenta las mismas características que el ambiente húmedo y salino, con la variante, que este ambiente es específico en los lugares donde existen refincrias, complejos petroquímicos, etc., etc.

Esta zona predomina en las refincrias de Cd. Matamoros, Minatitlán, Para Rico, Salamanca, Tula, Ego., México, D.F., en los complejos petroquímicos en Coahuila, Caguajera, Ver., Pajaritos, Ver., Nuevo Páez, H., Chiapas, etc. (Ver. Fig. 12).

TIPOS DE ZONAS:

Es muy importante definir y clasificar el tipo de zona en donde se va a trabajar ya que las características de la misma zona influyen en forma directa en el control de la corrosión y en la duración de los recubrimientos.

Dentro de las zonas climatológicas que se pueden clasificar de acuerdo con la temperatura, humedad relativa, altura sobre el nivel del mar, etc., son las siguientes:

DESERTICA O SECA. Zona que caracteriza de zona, su humedad relativa es baja, entre del 20% hasta una altura media de 500 mts. sobre el nivel del mar, alta temperatura durante el día y baja en la noche, bajo índice de lluvia y la frecuencia de las vientos es escasa. (Fig. 13)



TROPICAL O SEMIÁRIDA. Zona que normalmente es húmeda, su humedad relativa es arriba del 70% con una altura media de 200 mts. sobre el nivel del mar, alta temperatura durante el día y media durante la noche, alta índice de lluvias y poca frecuencia de vientos. (Ver. fig. 12)

TEMPERADA O BÚSCOSA. Zona que puede ser húmeda o seca, con una humedad relativa variable, entre 60-90%, con una altura media de 1500 mts. sobre el nivel del mar, con temperatura media baja durante el día y baja durante la noche, alto índice de lluvias y alta frecuencia de vientos. (Ver. fig. 13)

GELIDA. Zona que normalmente es seca, su humedad relativa es baja, menos del 60%, con una altura media de 2000 mts. sobre el nivel del mar, con una temperatura baja durante el día y menor todavía durante la noche, su índice de lluvias es bajo debido a que tiende más a nevar que a llover y sus vientos son escasos. (Ver. Fig. 13)

CALIDAD AMBIENTAL

Es de vital importancia y necesidad que para cada tipo de comunidad anticorruviente que se ofrezca y se aplique se considere como caso especial; tomando en cuenta y evaluando las distintas calidades ambientales que pudieron presentarse en el medio ambiente natural y el tipo de zona determinada.

En el curso del año y generalmente en todas las partes se presentan diferentes épocas de primavera, verano, otoño e invierno. No es lo mismo una calidad ambiental de primavera a una de otoño en un medio ambiental rural con un tipo de zona desértica.



FIG. 13

PRECIPITACION ANUAL

Por lo tanto, el recubrimiento como el sistema a aplicarse deberá estar en función de la calidad ambiental más severa que se presente en esa explotación.

Por tal motivo, será bueno establecer qué requisitos conlleva una calidad ambiental:

1. Localización
2. Tipo de medio ambiente.
3. Tipo de zona
4. Tipo de contaminación
5. Humedad relativa (%)
6. Presión barométrica (PS/300/mmHg)
7. Temperatura °C. (máxima, mínima)
8. Frecuencia de lluvia
9. Índice de lluvia (mm)
10. Dirección y velocidad de los vientos
11. Tipo de suelo
12. Ph ambiental.

CAPÍTULO III

TEORÍA, SISTEMAS Y ESPECIFICACIONES DE LOS RECURSOS

TEORÍA, SISTEMAS Y ESPECIFICACIONES DE LOS RECUBRIMIENTOS

1.1 TEORÍA DE LOS RECUBRIMIENTOS

El término "recubrimientos" se refiere a todas las pinturas y productos que se usan para prevenir la corrosión por aislamiento del medio ambiente.

El objeto de aplicar recubrimientos o pinturas es el de prevenir el inicio del ataque de la corrosión, ya que una vez que la corrosión ha empezado en una superficie metálica no hay ninguna posibilidad de que se detenga por medio del recubrimiento.

Esto significa que para prevenir la corrosión bajo la superficie preparada, el recubrimiento deberá de tener ciertas características, tales como:

1. Adherencia
2. Fuerza
3. Flexibilidad
4. Impermeabilidad
5. Pigmentación inhibitoria
6. Continuidad de la película
7. Conductividad iónica
8. Resistencia química
9. Resistencia a la abrasión
10. Resistencia dieléctrica.

Ninguna de las volúmenes empleados en las pinturas o los recubri-

mientos son completamente impermeables al oxígeno y a la humedad.

Solamente los derivados de la hulla y los productos bituminosos se puede decir, que son realmente impermeables, sin embargo, tienen sus limitaciones; como el color y su bajo punto de fusión. En cambio se hoy muchos tipos de pinturas que aún cuando no son completamente impermeables a la humedad y al oxígeno; si sirven como barreras o agentes aislantes, que al aumentar su espesor de la película la tendencia a la corrosión disminuye. Es muy importante que la película del recubrimiento cubra perfectamente toda la superficie y tenga un espesor lo suficientemente grueso para evitar el paso del oxígeno y de la humedad.

En la naturaleza del ataque corrosivo dependerá del tipo de recubrimiento que se debe utilizar. En los últimos años han surgido muchas industrias químicas en donde se producen ambientes corrosivos muy fuertes, motivo por lo cual se han desarrollado películas orgánicas e inorgánicas más resistentes.

Los nuevos sistemas de recubrimientos presentan nuevas características de aplicación al metal. En muchos casos la eficacia de una pintura o recubrimiento depende más de saber aplicarla debidamente al metal que de las tolerancias en la formulación de la misma.

2.2 TIPOS DE RECUBRIMIENTOS

Para la protección adecuada y satisfactoria de la acción de la corrosión en los metales se clasifican tres grupos de productos:

1. **PRIMARIOS.** Son aquellos recubrimientos que se elaboran bajo especificaciones estrictas; son resinas y pigmentos de la mejor calidad para cumplir con su objetivo primordial: La protección anticorrosiva del metal previamente preparado.

2. **ESLACIOS.** Son aquellos recubrimientos que se elaboran bajo especificaciones estrictas sus resinas y pigmentos son de la mejor calidad, su objetivo principal es la de proteger contra la corrosión ofreciendo un excelente medio de enlace entre el primario y el acabado o recubrimiento.

3. **ACABADOS.** Estos productos además de ofrecer excelentes propiedades de protección, ofrecen alta calidad decorativa, formando así excelentes sistemas para la protección anticorrosiva de los metales. En los tres grupos de recubrimientos podemos contar con distintos grupos de vehículos.

La diferencia básica entre los vehículos son: el tipo de película que forman, la capacidad o resistencia a los agentes químicos corrosivos y su grado de impermeabilidad.

A continuación se da la teoría básica de los tipos más comunes de recubrimientos que existen:

ALQUÍDALICOS. Son los vehículos para los recubrimientos de ma-

por consumo y aplicación, sin embargo, limitados a los ambientes secos y semi-húmedos. Su durabilidad es buena en exposiciones de intemperie no normales. Tienen buena resistencia a las sales neutras o ligeramente ácidas, pero poca a las alcalinas. Los ácidos diluidos tienen menores efectos sobre la película que los álcalis diluidos. Su resistencia a los solventes derivados del petróleo y a los aceites es regular. No soportan el contacto con los alcoholes y los hidrocarburos aromáticos, ni con las cetonas, éteres y solventes clorados.

VINÍLICOS. Este tipo de productos están elaborados a base de resinas que son copolímeros de cloruro de vinilo y acetato de vinilo. Estos recubrimientos tienen una excelente capacidad de duración. Superan a las alquídicas en la retención del brillo. Secan rápidamente. Este tipo de resinas son termoplásticas por lo que no soportan altas temperaturas (no mayor de 65°C).

Su resistencia al agua en escaleras, se recomiendan para la exposición en servicios de inmersión. Soporta perfectamente los ácidos y álcalis. No soportan el contacto con las cetonas, alcoholes, éteres e hidrocarburos aromáticos.

ACRÍLICOS. Este tipo de productos se utilizan solo como poliuretanos, acrílicos o en combinación con los vinílicos. Poseen excelente resistencia al intemperismo y retención del brillo, buena flexibilidad y resistencia a la temperatura. Su resistencia a los solventes es poca; a los álcalis, ácidos y sales es buena. Se emplean princi-

palmeta donde se requiere resistencia al intemperismo prolongado y alta retención al brillo.

EPOXICOS. Este tipo de vehículos pueden ser catalizados o curados por una amplia variedad de agentes curantes y las propiedades finales dependerán del agente mismo. Los epóxicos catalizados con aminas son duros, con una excelente resistencia a los productos químicos. Presentan excelente adherencia a las superficies metálicas. Sin embargo, tienden a volcarse al exponerse a la intemperie. Los epóxicos catalizados con polianilinas tienen una excelente resistencia al intemperismo prolongado, buena flexibilidad, adherencia, brillo y dureza. Buena resistencia al agua y a las sales, sin embargo, limitado en cuanto a los ácidos, álcalis y solventes.

URETANICOS. Las propiedades físicas y químicas del recubrimiento dependen básicamente de la formulación hecha; la principal ventaja de su uso es su amplio rango de duros a flexibilidad que se pueden obtener. En general, tienen excelente resistencia a los solventes, ácidos, álcalis y agua. Poseen alto grado de resistencia a la abrasión, intemperismo prolongado, retención de brillo; acabado no igualado por ningún recubrimiento.

LELE CLOSADO. Este tipo de vehículo se prepara por cloración del hule natural. Son similares a los vinílicos en apariencia, comportamiento y aplicación. Debido a su tolerancia a superficies mal preparadas y a su excelente adherencia se emplean mucho en embarcaciones,

plantas químicas y cianuras, etc. Resistencia salpicaduras, derrames y ex-
posiciones de gran variedad de productos químicos. Tienen resistencia a
utilizarse especialmente en climas tropicales. Secan rápidamente; no se
ponen al contacto con hidrocarburos volátiles, ácidos y bases; se
adhiere con aceites y grasas vegetales.

ESPECÍFICOS. Los tipos en esta categoría más conocidos son los derivados -
del silicio en forma de silicatos, tal como el silicato de calcio. Este
tipo de revestido se complementa con polvo de zinc puro, para formar -
una barrera sobre la superficie actuando como protector catódico. Tig
no muestra resistencia al agua de mar y a los solventes. Tienen una
constante resistencia al intemperismo prolongado, a la inmersión en ál-
calis fuertes medios líquidos.

ELASTÓMERICOS. En este tipo de revestidos podemos contar con el de
látex, resinas, polietileno modificado, etc. En general presentan -
buenas resistencias al intemperismo, al agua, a los productos químicos
tales como ácidos, álcalis y agentes oxidantes.

1.3 SISTEMAS DE REVESTIMIENTOS

Un sistema es aquel conjunto de procesos, métodos o criterios pa-
ra la aplicación de recubrimientos compatibles y afines entre sí, para
dar la misma eficiencia de duración y resistencia a un medio ambiente
con una determinada calidad ambiental.

Un sistema está integrado por:

1. Métodos de preparación de superficies.
2. Pre-tratamientos
3. En primario
4. En enlace o intermedio
5. En acabado.

MÉTODOS DE PREPARACION DE SUPERFICIES

Anteriormente se detallaron ampliamente sobre la calidad y progreso de cada uno de los métodos que usualmente dependiendo del medio - se aplican para la preparación adecuada de las superficies.

PRE-TRATAMIENTOS

El pre-tratamiento consiste en preparar adecuadamente aquella superficie, que debido a las condiciones del diseño del equipo o tipo de sustrato no se puede usar el grado máximo de limpieza, por lo que se recurre a un pre-tratamiento. Los dos tipos de pre-tratamientos normalmente usados son: fosfatado en frío y wash-primer.

Estos tipos de pre-tratamientos ayudan a reforzar el anclaje del primario en una superficie no muy adecuada en su limpieza. Este tipo de pre-tratamientos no deben considerarse como recubrimientos.

APLICACIONES DE UN PRIMERIO

El objetivo principal de un primerio es la de proporcionar una barrera o película anticorrosiva suficiente y adecuada al medio y a la calidad ambiental donde se usen.

APLICACIONES DE UN ENLACE O INTERMEDIO

Básicamente la finalidad del enlace o intermedio es la de servir como una capa de unión entre el primario y el acabado, reforzando entre sí la adherencia.

APLICACIONES DE UN ACABADO

Cualquier acabado tiene la finalidad primordial, además de proporcionar un aspecto decorativo agradable, la de presentar una película - con un alto grado de impermeabilidad para ayudar al sistema en proceso anticorrosivo y proteger al primario de la intemperización.

CONTROL DE CALIDAD

Considerando que en la formulación de un recubrimiento existen muchos y variados ingredientes o materias primas, será pues muy importante la certificación de que el recubrimiento se encuentra dentro de las normas o especificaciones, cubriendo con las características o propiedades que deban de tener.

Dentro de las especificaciones, las condiciones más comunes a lograr y pasar son:

0. Sólidos por volumen
1. Tiempo de secado
2. Estabilidad
3. Flexibilidad
4. Adherencia
5. Densidad
6. Dureza, brillo
7. Viscosidad
8. Color
9. Firma
10. Poder cubriente
11. Tamiado

Por otro lado, las pruebas especiales de gran importancia para determinar la calidad plena de un recubrimiento son las siguientes:

INTemperismo). Dentro de esta prueba se presentan dos fases con el mismo objetivo; exponer una muestra a la acción del intemperismo, la exposición puede presentarse en dos modalidades;

1. Exposición a un intemperismo ambiental natural, basándose tanto en condiciones representativas severas como suaves.
2. Intemperismo acelerado desde la exposición se realiza en apar-

celos o equipos especializados para simular prácticamente todas las condiciones del intemperismo ambiental, en la cual hay una correspondencia aproximada entre una exposición acelerada con la ambiental.

La prueba en sí del intemperismo, evalúa la resistencia del recubrimiento a la acción de los rayos ultravioletas del sol y el grado de impermeabilidad del mismo ante el oxígeno y la humedad. En esta prueba se detectan fallas como pérdida de brillo, de adhesión, espumamiento, color y los efectos de la corrosión.

CÁMARA SALINA. En esta prueba, que es en sí muy severa determina la continuidad de la película y el grado de eficiencia de la protección de la película en contra la corrosión ante un medio muy corrosivo como es el rocío o niebla salina. En esta prueba se detectan fallas como espumamiento, pérdida de adhesión, corrosión bajo película y efectos de la preparación de superficies.

RESISTENCIA QUÍMICA POR INMERSIÓN. Esta prueba consiste en preparar una serie de paneles con especificaciones definidas y uniformes tales como: pre-tratamientos, métodos de limpieza, grado de rugosidad o perfil de superficie, sistema de aplicación y un tiempo de curado adecuado. Estos paneles previamente preparados se sumergen en reactivo químico determinados para simular los grados de contacto que en realidad pudieran tener, así como el tiempo de exposición que se pretenda suportar. Así pues los tipos de exposición pueden ser ocasionales y frecuentes y el tipo de inmersión puede ser continua o intermitente.

lenta. Al evaluar las muestras ya expuestas se determinará el grado de resistencia al reactivo químico, tiempo de exposición, grado de exposición y tipo de inmersión. Las pruebas detectarán el grado o la capacidad de resistencia de los recubrimientos a cada uno de los reactivos químicos a que se expusieron, así como también los efectos del amarillamiento, ablandamiento, cambio de color, pérdida de adhesión, corrosión bajo película, etc.

3.4 ESPECIFICACIONES DE LOS RECUBRIMIENTOS

El término "Recubrimientos anticorrosivos" se refiere a todas las pinturas y productos que se usan para prevenir la corrosión de recipientes, tuberías, conexiones y estructuras metálicas, por aislamiento del medio, y por "condiciones de exposición", se entienda el medio ambiente a que están expuestas las estructuras o tanques.

Los recubrimientos anticorrosivos se clasifican en general, primarios, acabados, flexos en particular el nombre específico relativo a su composición como, óxido de zinc, zinc inorgánico, etc. En otros casos se clasifican de acuerdo a su uso tal como antivegetativo, resalte para tuberías, etc.

Los recubrimientos, como se hizo mención en el capítulo 2, se exigen respetando las condiciones de exposición que la superficie tenga. Es por eso que la norma 2.132.01 de PESSE, establece los requisitos mínimos de selección de sistemas de protección anticorrosiva a base de

recubrimientos para superficies de hierro y acero expuestas a diferentes condiciones de exposición.

En las tablas 10, 11, 12, 13, 14 y 15 se describen las características de los sistemas para cada condición de exposición, se incluyen los requisitos de preparación de superficies de tipo primario y acabado, número de capas y espesor de mils (milímetros de pulgada) de pelíng la zona de cada uno de ellos, así como el sistema de aplicación recomendado.

DE SISTEMAS RECOMENDADOS PARA CADA TIPO DE EXPOSICIÓN

Código de exposición	Designación de la exposición	FERRARI			SCORRER			Aplicación	Observaciones
		Modelos	No. de ejemplares	Tipos de ejemplares (ver nota)	Modelos	No. de ejemplares	Tipos de ejemplares (ver nota)		
	1. CO. o 1. CO. o COB. o COB. 1. CO. o COB.	SA 1 Osmosis de Són SA 2 Osmosis de Són SA 3 Osmosis de Són	1 1 1	1.0 1.0 1.0	SA 10 Osmosis SA 11 Osmosis SA 12 Osmosis	1 1 1	1.0 1.0 1.0	Reserva y depósito Aplicado	En estudio y reserva de uso o en otros casos de uso
Agrupación variosa	1. CO. o COB. o COB. 1. CO. o COB.	SA 4 Osmosis de Són SA 5 Osmosis de Són	1 1	1.0 1.0	SA 13 Osmosis SA 14 Osmosis	1 1	1.0 1.0	Reserva Aplicado	En SA 13 y SA 14 se utilizan los procedimientos de Són SA 13 y SA 14 respectivamente
					SA 15 Osmosis SA 16 Osmosis SA 17 Osmosis	1 1 1	1.0 1.0 1.0	Reserva Aplicado Aplicado	
					SA 18 Osmosis SA 19 Osmosis SA 20 Osmosis	1 1 1	1.0 1.0 1.0	Reserva Aplicado Aplicado	
	1. CO. o COB. o COB.	SA 6 Osmosis de Són SA 7 Osmosis de Són SA 8 Osmosis de Són	1 1	1.0 1.0	SA 21 Osmosis SA 22 Osmosis SA 23 Osmosis	1 1 1	1.0 1.0 1.0	Reserva Aplicado Aplicado	En SA 21 y SA 22 se utilizan los procedimientos de Són SA 21 y SA 22 respectivamente
					SA 24 Osmosis SA 25 Osmosis SA 26 Osmosis	1 1 1	1.0 1.0 1.0	Reserva Aplicado Aplicado	
	1. CO. o COB. o COB.	SA 9 Osmosis de Són SA 10 Osmosis de Són	1 1	1.0 1.0	SA 27 Osmosis SA 28 Osmosis SA 29 Osmosis	1 1 1	1.0 1.0 1.0	Reserva Aplicado Aplicado	En SA 27 y SA 28 se utilizan los procedimientos de Són SA 27 y SA 28 respectivamente
	1. CO. o COB. o COB.	SA 11 Osmosis de Són SA 12 Osmosis de Són	1 1	1.0 1.0	SA 30 Osmosis SA 31 Osmosis SA 32 Osmosis	1 1 1	1.0 1.0 1.0	Reserva Aplicado Aplicado	En SA 30 y SA 31 se utilizan los procedimientos de Són SA 30 y SA 31 respectivamente En SA 32 se utilizan los procedimientos de Són SA 32 y SA 33 respectivamente
	1. CO. o COB. o COB.	SA 13 Osmosis de Són SA 14 Osmosis de Són	1 1	1.0 1.0	SA 33 Osmosis SA 34 Osmosis SA 35 Osmosis	1 1 1	1.0 1.0 1.0	Reserva Aplicado Aplicado	

TABLA 11

SAR SISTEMAS RECOMENDADOS PARA CADA TIPO DE EXPOSICIÓN

Tipología de Exposición	Criterios de la Exposición	FRIGORÍFICO			AEROSO			Aplicación	Comentarios
		Requisitos	Daño de agua	Aplicar en frío por tipo de uso	Requisitos	No. de etapas	Aplicar en frío por tipo de uso		
Exposición de cubiertas de impermeabilización	1. Cl. A, B, S.	SA 10 Sistema estándar	1	1	SA 10 Sistema estándar de cubiertas	1	1	Aplicado	Expos. controlada exterior
	2. Cl. A, B, S.	SA 10 Sistema estándar reforzado	1	2	SA 10 Sistema estándar reforzado	1	2	Aplicado	Expos. controlada exterior
Exposición de paredes (SA 10)	1. Cl. A, B, S.	SA 10 Sistema estándar	1	1	SA 10 Sistema estándar	1	1	Aplicado	Expos. controlada exterior
	2. Cl. A, B, S.	SA 10 Sistema estándar reforzado	1	2	SA 10 Sistema estándar reforzado	1	2	Aplicado	Expos. controlada exterior
Exposición de abanicos (SA 10)	1. Cl. A, B, S.	SA 10 Sistema estándar	0	1	No se usa			Exclusivo	Aisl. (SA 10) + (SA 10)
	2. Cl. A, B, S.	SA 10 Sistema estándar reforzado	0	2	No se usa			Aplicado	Exclusivo (SA 10) + (SA 10)
Exposición de fachadas de cubiertas	1. Cl. A, B, S.	SA 10 Sistema estándar	1	1	SA 10 Sistema estándar	1	1	Aplicado	Expos. controlada exterior
	2. Cl. A, B, S.	SA 10 Sistema estándar reforzado	1	2	SA 10 Sistema estándar reforzado	1	2	Aplicado	Expos. controlada exterior
Exposición de muros y techos	1. Cl. A, B, S.	SA 10 Sistema estándar	1	1	No se usa			Exclusivo	
Exposición de muros de fachada (SA 10)	1. Cl. A, B, S.	No se usa			SA 10 Sistema estándar	1	1	Aplicado	
	2. Cl. A, B, S.	SA 10 Sistema estándar reforzado	1	2	SA 10 Sistema estándar reforzado	1	2	Aplicado	Expos. controlada exterior
Exposición de cubiertas para muros y techos	1. Cl. A, B, S.	SA 10 Sistema estándar	1	1	SA 10 Sistema estándar	1	1	Aplicado	Expos. controlada exterior
	2. Cl. A, B, S.	SA 10 Sistema estándar reforzado	1	2	SA 10 Sistema estándar reforzado	1	2	Aplicado	Expos. controlada exterior
Exposición de cubiertas para muros y techos	1. Cl. A, B, S.	SA 10 Sistema estándar	1	1	No se usa			Aplicado	Expos. controlada exterior
	2. Cl. A, B, S.	SA 10 Sistema estándar reforzado	1	2	No se usa			Aplicado	Expos. controlada exterior
Exposición de muros y techos	1. Cl. A, B, S.	No se usa			SA 10 Sistema estándar	1	1 - 1.5	Aplicado	Expos. controlada exterior
	2. Cl. A, B, S.	SA 10 Sistema estándar reforzado	1	2	SA 10 Sistema estándar reforzado	1	2	Aplicado	Expos. controlada exterior

1. R.1. Lenguaje normal

1. R.2. Lenguaje técnico

1. R.3. Lenguaje mixto

1. R.4. Cl. A, B, S. (completa) (controlada exterior y aislada interior)

1. R.5. Cl. A, B, S. (completa) (controlada exterior y aislada exterior)

TABLA 11

LISTA DE TIPOS Y RECOMENDACIONES PARA CADA TIPO DE EXPOSICIÓN

Categoría de Exposición	Requisitos de Exposición	P E S O			A C C I O N E S			Aplicación	Observaciones
		Recomendación	no de tipos	Exposición (en % del tipo)	Recomendación	No de tipos	Aplicación (en % del tipo)		
Exposición por las vías (con o sin un grupo de adyacencia)	L, CR, A, B, S	SP4 (exposición de adyacencia)	1	0-1	No se usa			Aprobada	
Exposición a las vías (con o sin un grupo de adyacencia)	L, CR, A, B, S	SP4 (exposición de adyacencia)	1	0	SP10 (exposición de adyacencia)	1	0	Aprobada	Exclusivamente adyacencia
	L, CR, A, B, S	SP10 (exposición de adyacencia)	1	1	SP10 (exposición de adyacencia)	1	0	Aprobada	Exclusivamente adyacencia
Exposición a las vías (con o sin un grupo de adyacencia)	L, CR, A, B, S	SP4 (exposición de adyacencia)	1	0	SP10 (exposición de adyacencia)	1	0	Aprobada	Exclusivamente adyacencia
	L, CR, A, B, S	SP10 (exposición de adyacencia)	1	0	SP10 (exposición de adyacencia)	1	0	Aprobada	Exclusivamente adyacencia
Exposición en adyacencia	L, CR, A, B, S	SP4 "A" (exposición de adyacencia) SP4 "B"	2	1-1	SP10 "A" y "B" (exposición de adyacencia)	1	0	Aprobada	
Exposición por las vías a las vías de adyacencia	L, CR, A, B, S	SP4 (exposición de adyacencia)	1	0-1	SP4 (exposición de adyacencia) SP10 (exposición de adyacencia)	1	1-1	Aprobada	
Ocultura	L, CR, A, B, S	SP4 (exposición de adyacencia)	1	0-1	SP4 (exposición de adyacencia) SP10 (exposición de adyacencia)	1	0-1		
	L, CR, A, B, S	SP4 "A" (exposición de adyacencia) SP4 "B"	1	1-1	SP4 (exposición de adyacencia) SP10 (exposición de adyacencia)	1	1-1	Aprobada	La posición de adyacencia es solo por el mismo tipo.
	L, CR, A, B, S L, CR, A, B, S	SP4 (exposición de adyacencia) SP10 (exposición de adyacencia)	1 1	1 1	SP4 (exposición de adyacencia) SP10 (exposición de adyacencia)	1 1	1 1		
Carriles	L, CR, A, B, S	SP4 "A" (exposición de adyacencia) SP4 "B"	1	0-1	SP4 (exposición de adyacencia) SP10 (exposición de adyacencia)	1	1-1	Aprobada	
	L, CR, A, B, S	SP4 (exposición de adyacencia)	1	1-1	SP4 (exposición de adyacencia) SP10 (exposición de adyacencia) SP10 (exposición de adyacencia) SP10 (exposición de adyacencia)	1 1 1 1	1-1 1-1 1-1 1-1	Aprobada	

(Continúa)

TABLA 11

DISEÑOS RECOMENDADOS PARA CADA TIPO DE EXPOSICIÓN

Categoría de Exposición	Exposición de la Exposición	P E R I O D O			D I A R I O			Aplicación	Observaciones
		Exposición	No de días	Exposición (en días)	Exposición	No de días	Exposición (en días)		
Exposición directa	L. 101. A. 10.1	100 % Exposición directa	1	1	100 % Exposición directa 100 % Exposición directa 100 % Exposición directa	1	1	Aplicación Aplicación	
	L. 101. A. 10.2	100 % Exposición directa	1	10	100 % Exposición directa	1	1	Aplicación	
	L. 101. A. 10.3	100 % Exposición directa 100 % Exposición directa	1	1	100 % Exposición directa 100 % Exposición directa	1	1	Aplicación	
Exposición al agua potable (suministro de Turguys)	L. 101. A. 10.4	100 % Exposición directa 100 % Exposición directa	1	1-1	100 % Exposición directa 100 % Exposición directa	1	1	Aplicación	Exposición directa al agua potable
	L. 101. A. 10.5	100 % Exposición directa 100 % Exposición directa	1	1	100 % Exposición directa 100 % Exposición directa	1	1	Aplicación	Exposición directa al agua potable
Exposición al agua potable (suministro de agua)	L. 101. A. 10.6	100 % Exposición directa 100 % Exposición directa	1	1-1	100 % Exposición directa 100 % Exposición directa	1	1	Aplicación	Exposición directa al agua potable
	L. 101. A. 10.7	100 % Exposición directa 100 % Exposición directa	1	1	100 % Exposición directa 100 % Exposición directa	1	1	Aplicación	Exposición directa al agua potable
Exposición al agua potable (suministro de agua de almacenamiento)	L. 101. A. 10.8	100 % Exposición directa	1	1	100 % Exposición directa 100 % Exposición directa	1	1	Aplicación	Exposición directa al agua potable
	L. 101. A. 10.9	100 % Exposición directa	1	1	100 % Exposición directa 100 % Exposición directa	1	1	Aplicación	Exposición directa al agua potable
	L. 101. A. 10.10	100 % Exposición directa	1	10	100 % Exposición directa	1	1	Aplicación	Exposición directa al agua potable
Exposición al agua potable (suministro de agua de almacenamiento)	L. 101. A. 10.11	100 % Exposición directa	1	1	100 % Exposición directa	1	1	Aplicación	Exposición directa al agua potable
Exposición al agua potable (suministro de agua de almacenamiento)	L. 101. A. 10.12	100 % Exposición directa	1	1-1	100 % Exposición directa			Aplicación	Exposición directa al agua potable

Continúa

TABLE III

2001-02 AND 2002-03 SECOND-ROUND DATA ON THE FIVE DE EXPLOSIVES

Category of Explosives	Explosive No.	P.R.I. S.E.R.V.I.S.			A.C.A.R.S.E.O.			Comments	Remarks
		Approved	No. of Mills	Explosive Mills per Mill	Manufactured	No. of Mills	Explosive Mills per Mill		
AMMONIUM NITRATE AND AMMONIUM NITRATE COMPOUND WITH ALUMINUM OR SALT	1. AN.A.N.S.	AN 700 (Ammonium Nitrate 70% with stabilizer AN 70)	1	1-1	AN 700 (Ammonium Nitrate 70% with stabilizer) AN 700 (Ammonium Nitrate 70% with stabilizer) AN 700 (Ammonium Nitrate 70% with stabilizer)	1	1	Approved	AN 700 is AN 70, a common name given especially for the AN 700 (Ammonium Nitrate 70%)
	2. AN.A.N.S.	AN 800 (Ammonium Nitrate 80%)	1	1	AN 800 (Ammonium Nitrate 80%) AN 800 (Ammonium Nitrate 80%) AN 800 (Ammonium Nitrate 80%)	1	1	Approved	
	3. AN.A.N.S.	AN 900 (Ammonium Nitrate 90%)	1	1	AN 900 (Ammonium Nitrate 90%) AN 900 (Ammonium Nitrate 90%) AN 900 (Ammonium Nitrate 90%)	1	1	Approved	
	4. AN.A.N.S.	AN 950 (Ammonium Nitrate 95%)	1	1	AN 950 (Ammonium Nitrate 95%) AN 950 (Ammonium Nitrate 95%) AN 950 (Ammonium Nitrate 95%)	1	1	Approved	
	5. AN.A.N.S.	AN 990 (Ammonium Nitrate 99%)	1	1	AN 990 (Ammonium Nitrate 99%) AN 990 (Ammonium Nitrate 99%) AN 990 (Ammonium Nitrate 99%)	1	1	Approved	
AMMONIUM SULFATE	1. AN.A.S.S.	AN 700 (Ammonium Sulfate 70%)	1	1-1	AN 700 (Ammonium Sulfate 70%) AN 700 (Ammonium Sulfate 70%) AN 700 (Ammonium Sulfate 70%)	1	1	Approved	AN 700 is AN 70, a common name given especially for the AN 700 (Ammonium Sulfate 70%)
	2. AN.A.S.S.	AN 700 (Ammonium Sulfate 70%)	1	1-1	AN 700 (Ammonium Sulfate 70%) AN 700 (Ammonium Sulfate 70%) AN 700 (Ammonium Sulfate 70%)	1	1	Approved	

TABLA 10

ESE ESTEREO RECOMENDADO PARA CADA TIPO DE EXPOSICIÓN

Ámbito de exposición	Exposición tipo de estudio	PRIMARIO			SECUNDARIO			Atenuación	Recomendación
		Recomendación	En el primer plano	Recomendación para el primer plano	Recomendación	En el primer plano	Recomendación para el primer plano		
Ámbito normal	1. O.A. A. (A. B.)	SP1 (requisitos mínimos)	0	1	En el primer plano: no se recomienda el uso de filtros en el primer plano	0	1	Aperturas: Aperturas	E. SP11 (en cámara media) Requisitos mínimos
	2. O.A. A. (A. B.)	SP11 (en cámara media)	0	11	En el primer plano: no se recomienda el uso de filtros en el primer plano	0	1	Aperturas: Aperturas	
Ámbito de estudio normal	3. O.A. A. (A. B.)	SP1 (requisitos mínimos)	1	1-1	En el primer plano: no se recomienda el uso de filtros en el primer plano	0	1	Aperturas: Aperturas	E. A. (B) y A. (B) se utilizan con prima adecuada del lente. En los SP11 (en cámara media) no se recomienda el uso de filtros en el primer plano.
	4. O.A. A. (A. B.)	SP11 (requisitos mínimos)	1	1-1	En el primer plano: no se recomienda el uso de filtros en el primer plano	0	1	Aperturas: Aperturas	
	5. O.A. A. (A. B.)	SP11 (requisitos mínimos)	1	1-1	En el primer plano: no se recomienda el uso de filtros en el primer plano	0	1	Aperturas: Aperturas	
	6. O.A. A. (A. B.)	SP11 (requisitos mínimos)	1	1	En el primer plano: no se recomienda el uso de filtros en el primer plano	1	1	Aperturas: Aperturas	
	7. O.A. A. (A. B.)	SP11 (requisitos mínimos)	1	1	En el primer plano: no se recomienda el uso de filtros en el primer plano	1	1	Aperturas: Aperturas	
	8. O.A. A. (A. B.)	SP11 (requisitos mínimos)	1	1	En el primer plano: no se recomienda el uso de filtros en el primer plano	1	1	Aperturas: Aperturas	
Ámbito de estudio normal con un elemento (o más) de estudio	9. O.A. A. (A. B.)	SP1 (requisitos mínimos)	1	1-1	En el primer plano: no se recomienda el uso de filtros en el primer plano	1	1	Aperturas: Aperturas	E. A. (B) y A. (B) se utilizan con prima adecuada del lente. En los SP11 (en cámara media) no se recomienda el uso de filtros en el primer plano.
	10. O.A. A. (A. B.)	SP11 (requisitos mínimos)	1	1-1	En el primer plano: no se recomienda el uso de filtros en el primer plano	1	1	Aperturas: Aperturas	
	11. O.A. A. (A. B.)	SP11 (requisitos mínimos)	1	1	En el primer plano: no se recomienda el uso de filtros en el primer plano	1	1	Aperturas: Aperturas	

Según las normas de Pémez No. 4.132.01 la identificación de los anticorrosivos se hará conforme a la tabla 16.

TABLA 16

RP-2	Primerio de cromato de zinc, vinil-alquidílico.
RP-3	Primerio de zinc 100% inorgánico postcurado.
RP-4 A	Primerio de zinc 100% inorgánico autocurante base acuosa.
RP-4 B	Primerio de zinc 100% inorgánico autocurante base solvente.
RP-5 A	Primerio de alquitrán de hulla epóxico, amínico.
RP-5 B	Primerio de alquitrán de hulla epóxico poliimidico
RP-6	Primerio epóxico catalizado
RP-8	Primerio epóxico catalizado para turbotina
RP-7	Primerio a enlace vinil epóxico modificado.
RP-9	Primerio de hule clorado
RP-10	Primerio epóxico catalizado aducto amina.
RA-20	Esmalte alquidílico brillante
RA-21	Acabado epóxico catalizado
RA-22	Acabado vinílico de altas sólidos
RA-23	Acabado epóxico catalizado para turbotina
RA-25	Acabado vinil-acrílico
RA-26	Acabado epóxico catalizado de altas sólidos
RA-27	Acabado de hule clorado
RA-28	Acabado de poliuretano
RA-29	Acabado epóxico catalizado para interior de toques-carques
RE-30 A	Recubrimiento para altas temperaturas (80°C a 260°C)

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

RE-10 B	Recubrimiento para altas temperaturas (200°C a 500°C)
RE-11 A	Recubrimiento antivegetativo de óxido negro.
RE-11 B	Recubrimiento antivegetativo de tóxicos organo-metálicos.
RE-12	Recubrimiento epóxico para zona de juntas y soldajes.
RE-13	Recubrimiento alquídico para tanques
RE-14	Recubrimiento epóxico asínico para interior de gasoductos.

TABLA 16

IDENTIFICACION DE LOS ANTECORROSIVOS

3.5. APLICACION DE RECUBRIMIENTOS

El último de los pasos de una buena protección anticorrosiva por recubrimientos es la de una buena aplicación. No nada serviría una buena preparación de superficie, si se tiene una mala aplicación del sistema. Es pues de suma importancia la forma, calidad y atención con que se lleva a cabo la aplicación.

Los factores siguientes son pasos a seguir para llevar a cabo en toda amplitud una buena aplicación.

ALMACENAMIENTO

Se recomienda que el almacenamiento de los productos sea bajo techo, lejos de los rayos del sol y de las llamas calientes y muy frías, debe ser a una temperatura templada de 15°C, con una ventilación circulante y suficiente. La humedad relativa puede variar, siempre y cuando el envase esté perfectamente cerrado. Los productos de dos componentes nunca se deben de guardar mezclados; se deben de utilizar por completo una vez mezclados, de lo contrario se desecharán.

Deberán de almacenarse bajo estrictas medidas de seguridad, ya que normalmente estos productos contienen solventes altamente inflamables y sus vapores son tóxicos.

SEGURIDAD DE MANEJO

Todos los recubrimientos anticorrosivos contienen solventes que -

son altamente inflamables y los vapores que desprenden son tóxicos, por lo que se recomienda su manejo, uso y aplicación en lugares con adecuada ventilación, lejos de lugares calientes y del fuego, evitando fumar, encender cerillos, operar encendedoras, y provocar chispas con equipos eléctricos o por golpes. Se debe evitar la inhalación continua, el contacto prolongado con la piel y tener mucho cuidado con las aplicaciones en los ojos, todas estas causas producen irritación.

APLICACIONES

Los principales factores que influyen en una buena y eficiente aplicación de una pintura o recubrimiento en una superficie previamente preparada son los siguientes:

1. Rugosidad o perfil de la superficie.
2. La preparación y adecuación del recubrimiento para su aplicación.
3. El tipo de pintura o recubrimiento.
4. Espesor de película recomendado.
5. Tipo de instalación.
6. Calidad ambiental.

La aplicación de los recubrimientos se efectúa por los métodos siguientes:

1. Brocha
2. Rodillo
3. Aspersión
4. Inmersión.

1. La aplicación con brocha es requerida cuando es necesaria una gran humedad de la superficie o cuando las condiciones de la superficie así lo requieren.
2. Es especialmente para superficies planas, pero tiene una limitante de gran importancia en la aplicación de sistemas, la poca uniformidad de espesores de película.
3. Este método es el más eficaz, dividiéndose en dos tipos que se caracterizan por la manera de transportar el fluido a la pistola, con aire o sin él. El primero puede ser alimentado por succión, presión; el segundo se produce forzando al material por alta presión a través de un orificio en la pistola. Las variantes de ambos métodos son: automática, manual, en caliente, electrostáticamente, de doble alimentación, etc. Este método es recomendado para áreas abiertas, donde se apliquen capas gruesas. Las películas resultantes son más uniformes.
4. Es el método más sencillo, pero su limitante es el tamaño del recipiente y la cantidad de pintura necesaria para sumergir las piezas, además de la vida útil de la pintura.

La aplicación, por cualquier método que se emplee está condicionada por:

La temperatura y la humedad, viento, contaminación, ventilación, oscilado y adelgazamiento de dos componentes, tiempo de inducción y vi-

de sídi (Pot-LIFE).

TEMPERATURA

Es de vital importancia considerar la temperatura a la cual se - tenga que aplicar cualquier tipo de recubrimiento. A temperaturas muy bajas (menores que 10°C) algunos materiales presentan problemas en el secado y en el acabado ya que su nivelación se dificulta y por otro lado, los solventes tardan en eliminarse de la película.

A temperaturas muy altas (arriba de 50°C) los solventes pueden - eliminarse en forma tan rápida que la formación adecuada de la película puede presentar problemas de adherencia, burbujas y continuidad.

HMEDAD:

Respecto a la humedad, es también importante considerar que cuando la humedad relativa es superior al 85%, el agua se condensa sobre - la superficie a aplicar provocando problemas de aplicación y en especial de adherencia. Causa el mismo efecto la lluvia, por lo que debe evitarse la aplicación cuando se presenten cualquiera de las dos causas . Deberá de eliminarse completamente cualquier residuo de humedad de la superficie antes de aplicar, dando principal atención a lugares como soldaduras, costuras, ángulos, rincones que puedan almacenar o re- tener agua.

VIENTO:

Cuando el viento es muy fuerte es sumamente difícil de aplicar - cualquier tipo de recubrimiento por aspersión. Los solventes se evapora

ran mucho antes de tocar la superficie, provocando que se formen pequeños grupos de material presentando mala adherencia y discontinuidad en la película, además de que hay bastantes pérdidas en relación con el material.

CONTAMINACIÓN:

En el caso en donde haya vientos directos hacia el lugar de aplicación y el viento traiga consigo un sinnúmero de gases, vapores, humos, polvos, brisa o rocío que contamine y perjudique la aplicación, se deberán tomar las medidas adecuadas para evitar que cualquier tipo de contaminación interfiera con la aplicación del recubrimiento.

VENTILACIÓN:

Cuando la aplicación del recubrimiento se haga en lugares cerrados ya sean tanques, salas, o cualquier otro tipo de recipientes; se deberá contar antes que nada con la ventilación adecuada en forma funcional y práctica, siempre con la mira en proteger al aplicador de cualquier intoxicación por solventes, humos o polvos.

Consulte las medidas de seguridad ya establecidas para estos casos - específicos.

MIXTURA Y APLICACIÓN. Cualquier tipo de recubrimiento deberá - de ser agitado antes de aplicarse y aún algunos como los inorgánicos y orgánicos de zinc deberán de agitarse cuando se están aplicando. - La agitación de un recubrimiento ya sea de una o varias componentes deberá de agitarse al grado de dejar completamente homogéneo el recubrimiento evitando cualquier tipo de grumo, nata o aglomerado. Por otro lado, en aquellos recubrimientos que sean catalizados como los epóxicos y uretánicos etc. deberán de mezclarse en forma suficiente y necesaria para poder cubrir ampliamente toda una jornada de trabajo, mixta de 8 horas en un ambiente seco o semi-húmedo y a una temperatura media ambiental de 15°C.

El aditivo de los recubrimientos está en función del tipo de recubrimiento, calidad ambiental en donde se aplicará y el sistema - de aplicación que se utilice. Sin embargo, el aditivo deberá de ser con los solventes recomendados y apropiados para cada recubi- - miento específico. No se deberá de utilizar ningún otro que no esté recomendado por el fabricante.

TIEMPO DE INDUCCIÓN Y VIDA ÚTIL (POE LIFE). En el caso de los - recubrimientos catalizados, existe un tiempo determinado en que una vez mezcladas sus partes o componentes se puede aplicar con la máxi- - ma eficiencia en adhesión; evitándose algunos veces defectos de su-

porficia como son ojas de pescado y partes de aguja; ese tiempo se de nomina de inducción ya que permite al recubrimiento mezclada con su - catalizador, reposar durante 20-30 minutos para que se lleve a cabo - un precurado; el cual dará características deseables de adherencia y humectación del recubrimiento.

Por otro lado, este recubrimiento una vez catalizado podrá tener - una vida útil (por vida) de aproximadamente 8 horas a temperatura am ambiente, dependiendo del tipo de recubrimiento y de la relación de me g cía de los componentes.

ESPECIFICACIONES DE APLICACION. Todas las partes de los sistemas que los recubrimientos ofrecen tienen un orden de aplicación (prima ri a, enlace y acabado) y una secuencia tecnológica de aplicación curado y secado. Deben de seguirse estrictamente las recomendaciones que se establezcan para cada sistema, para que el primario de un sistema tenga el tiempo necesario de curado y secado para así permitir la re - cepción del enlace e en su defecto la del acabado, y así con un timpo específico de curado y secado se podrá contar con las máximas propiedades de dureza, flexión, adherencia y resistencia a la abrasión.

INSPECCION. Dentro del campo de los recubrimientos anticorrosi o vas, después de todos los pasos necesarios para obtener una buena - aplicación de cualquier recubrimiento, se deberá de chequear extensamen te los siguientes factores determinantes para obtener una excelente - durabilidad del sistema.

1. Rugosidad o perfil de superficie
2. Adherencia
3. Espesor de película (átomos y masa)
4. Continuidad de película.
5. Dureza
6. Apariencia

Cada uno de estos pruebas, tienen un equipo o instrumentos adecuados para su exacta medición; así como también sus especificaciones o normas definidas y ampliamente detalladas por la ASTM (American Society for Testing Materials), FDS (Federal Test Methods Standards, United States Government) o el Instituto Mex. del Petróleo Imp.

TIPO DE FALLAS

Cuando los recubrimientos han sido aplicados para proteger cualquier tipo de instalación contra los efectos de la corrosión y tal protección se ha resultado efectiva; durante el lapso operado, puede atribuirse a fallas causadas por la mala preparación de la superficie, selección inadecuada del sistema, deficiente calidad del mismo, deficiencia en la aplicación, condiciones del medio ambiente inadecuado durante la aplicación o una mala y deficiente inspección para detectar a su debido tiempo las fallas. Las fallas más comunes que durante la aplicación de recubrimientos se pueden presentar son las siguientes:

PERDIDA DE ADHERENCIA

La película del recubrimiento queda adherida a la superficie metálica debido a la atracción molecular que entre ambas caras o fases (de la película y la de la superficie) se produce o simplemente por la acción mecánica de la rugosidad de la superficie con la adecuada humectación del recubrimiento. Cuando hay fallas en la adherencia, la película se puede desprender fácilmente provocando ampollamiento o embolsamiento tanto de gases, humedad, sales, etc., permitiendo un curso seguro de la corrosión. Para evitar esta falla es necesario emplear recubrimientos primarios a base de materiales que tengan una excelente adherencia sobre la superficie metálica y que ésta se prepare convenientemente para eliminar cualquier material extraño que impida el contacto íntimo entre ambas.

También puede ocurrir la pérdida de adhesión entre las diferentes capas de recubrimiento, cuando hay incompatibilidad de recubrimientos y solventes, cuando hay contaminación entre capas y cuando se registra una superficie demasiado polimerizada y en consecuencia, muy dura, lisa y brillante.

AMPOLLAMIENTO

El ampollamiento se ocasiona por la occlusión o atrapamiento de solventes, gases o líquidos bajo la película ejerciendo una presión mayor que el de las fuerzas de adherencia provocando un desprendimiento de la película y formando un pequeño huecillo o ampolla.

El ampollamiento se presenta principalmente en los recubrimientos

cuando éstos se encuentran expuestos a ambientes húmedos y a la contaminación entre gases o vapores, o durante el recubrimiento seco superficialmente con demasiada rapidez.

Los empellos por vapores de solventes, se evitan si el recubrimiento se formula convenientemente para impedir un secado demasiado rápido y también si se aplica en capas suficientemente delgadas.

DESCONTINUIDAD DE LA PELÍCULA. Si la corrosión se presenta no uniformemente sino en puntos muy localizados, se debe exclusivamente a que la capa de pintura al aplicarse dejó pequeños poros o en ese punto la película no fue continua; debido a la mala calidad del material, mala aplicación, deficiente uso de los solventes o simplemente la viscosidad del material no era el adecuado, ya que permitió irregularidad en el acabado.

CORROSIÓN LOCALIZADA BAJO PELÍCULA. Este tipo de corrosión se presenta bajo la película bajo dos tipos: granular y filiforme. La primera se caracteriza por la presencia de áreas definidas y granuladas; y la segunda, tiene un aspecto de fibrillas o filamentos. Esto se debe a defectos en la preparación de la superficie, a la falta de impermeabilidad del recubrimiento o a la mala adherencia del mismo.

Este tipo de fallas se evitan con el empleo de recubrimientos que tengan una alta resistencia al paso de los agentes corrosivos y que además hayan sido aplicados en forma tal que no queden sobre la super-

ficción metálica grietas o cavidades que no hayan sido debidamente impregnadas con el recubrimiento.

Otras de las fallas que comúnmente ocurren son las de:

- Falta
- Arrugamiento
- Descascaramiento
- Agrietamiento

Teniendo sus causas en las deficiencias de los diferentes pasos de una aplicación de un recubrimiento y en la calidad de los recubrimientos.

CAPÍTULO IV

DEFINICION DE LOS PARAMETROS

DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS

La primera fase para la selección exitosa de un sistema de protección anticorrosiva depende de la perfecta definición de los parámetros siguientes:

1. Tipo de estructura que se protegerá
2. Definición del medio ambiente.
3. Selección y preparación de los pasivos que se utilizarán en las pruebas.
4. Selección del tipo de preparación de superficies que se utilizarán en las pruebas.
5. Calidad de la limpieza.
6. Selección del tipo de protección anticorrosiva.
7. Selección de pruebas.

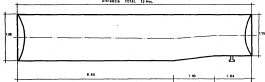
1. TIPO DE ESTRUCTURA QUE SE PROTEGERÁ

Se protegerán tanques cilíndricos lisos (fig. 14) que presentan muy pocos ángulos, esquinas y bordes, fabricados con láminas de acero de calibres 9 y 11.

2. DEFINICIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

La zona del Golfo de México, donde predominan el ambiente húmedo y salino.

DISTANCIA TOTAL 10.000



U . A . G .	
TESIS PROFESIONAL	
INGENIERO MECANICO ELEC.	
ESCALA 1:50	SERIE 80304108
FIGURA N. 14	
TANQUE ELIPTICO	

3. SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DE LOS PANELES

QUE SE UTILIZARÁN EN LAS PRUEBAS

Se utilizarán paneles hechos de lámina de acero calibre 22 con un área de 11.5 cms. x 19.0 cms., la preparación de los paneles se detalla en cada una de las pruebas.

4. SELECCIÓN DEL TIPO DE PREPARACIÓN DE SUPERFICIES

QUE SE UTILIZARÁN EN LAS PRUEBAS

Observando las tablas 15, se encontró que para todos los sistemas de recubrimientos utilizados en el ambiente húmedo y salino, se debe preparar la superficie con chorro de arena, pero como el sistema actual utiliza la limpieza manual, se utilizarán los dos tipos de limpieza para preparar las superficies de los paneles, esto es, la mitad de los paneles se prepararon manualmente y la otra mitad con chorro de arena. (ver tabla 17)

5. CALIDAD DE LA LIMPIEZA

Limpieza de tipo convencional.

6. SELECCIÓN DEL TIPO DE PROTECCIÓN ANTICORROSIVA.

Se utiliza protección por aislamiento o recubrimiento.

Como la protección por aislamiento o recubrimiento utiliza para ser fin las pinturas (primarias, mates y acabados).

Se utiliza la tabla 15 para conocer los requisitos mínimos que deberán cubrirse, teniendo como condición de exposición al ambiente húmedo y salino.

Para la selección del recubrimiento, se tomó en cuenta el sistema actual para comparar el comportamiento que tendría al realizar los pruebas junto con los otros sistemas.

Los sistemas quedaron como lo indica la Tabla 17

SISTEMA (1) ACTUAL		SISTEMA (2)	
LIMPIEZA	- MANUAL	LIMPIEZA	- CH. A. METAL BLANCO
PRIMARIO	- ISORGANICO DE ZINC (RP- 4)	PRIMARIO	- ISORGANICO DE ZINC (RP- 4)
ENLACE	- VINIL EPÓXICO MODI- CADO (RP-7)	ENLACE	- VINIL EPÓXICO MODIFI- CADO (RP-7)
ACABADO	- VINIL ACRILICO (RA-22)	ACABADO	- VINIL ACRILICO (RA-22)
SISTEMA (3)		SISTEMA (4)	
LIMPIEZA	- MANUAL	LIMPIEZA	- CH. A. METAL BLANCO
PRIMARIO	- EPÓXICO RICO EN ZINC CON POLIANIDA	PRIMARIO	- EPÓXICO RICO EN ZINC CON POLIANIDA
ENLACE	- VINIL EPÓXICO (RP-7)	ENLACE	- VINIL EPÓXICO (RP-7)
ACABADO	- ACRILICO POLIURETANO (RA- 28)	ACABADO	- ACRILICO POLIURETANO (RA-28)
SISTEMA (5)		SISTEMA (6)	
LIMPIEZA	- MANUAL	LIMPIEZA	- CH. A. METAL BLANCO
PRIMARIO	- EPÓXICO CON POLIANIDA (RP- 8)	PRIMARIO	- EPÓXICO CON POLIANIDA (RP-8)
ENLACE	-	ENLACE	-
ACABADO	- ACRILICO POLIURETANO (RA-18)	ACABADO	- ACRILICO POLIURETANO (RA-28)

TABLA 17. SISTEMAS DE RECUBRIMIENTOS

7. SELECCION DE PRUEBAS

Los ensayos de corrosión se proyectan para obtener resultados cualitativos o cuantitativos o ambas cosas a la vez y se clasifican como sigue:

1. Ensayo de rutina para el logro de un determinado estándar de calidad.
2. Ensayo de comparación de diferentes sistemas anticorrosivos.
3. Estimación de la vida de un anticorrosivo en condiciones de servicio reales.
4. Determinación de los diferentes tipos de medio ambiente y condiciones en las cuales puede usarse satisfactoriamente un anticorrosivo.
5. Pruebas para la obtención de anticorrosivos nuevos, con una máxima tenencia a la corrosión atenuada o mínima.
6. Ensayos para el estudio del mecanismo de la corrosión, en general o un sistema anticorrosivo en particular.

En este estudio se utilizaron los ensayos de comparación de diferentes sistemas anticorrosivos. Pasa es de suma importancia hacer evaluaciones de los recubrimientos que se utilizan actualmente en la industria con los recubrimientos nuevos que salen al mercado para poder escoger el sistema óptimo que ayude a combatir la corrosión.

La segunda fase en la selección de un sistema de recubrimiento la

forma:

1. La elaboración y desarrollo de las pruebas.
2. La recopilación de los datos obtenidos en las pruebas.
3. Interpretación de los resultados.

1. LA ELABORACIÓN Y DESARROLLO DE LAS PRUEBAS

Las pruebas especiales de gran trascendencia para determinar plenamente la calidad de los recubrimientos están encaminadas a demostrar el grado de efectividad anticorrosiva como:

- a) Impermeabilidad
- b) Resistencia química
- c) Intemperismo acelerado
- d) Cloro salino.

Por consiguiente, estas pruebas ayudan a determinar la efectividad contra el ataque corrosivo de cierta naturaleza, comprendiéndose de los efectos ambientes naturales y las condiciones de exposición más o comunes descritas por Estándares Mexicanos (norma PEMEX 2.132-81), a partir de las cuales se diseñan los diferentes sistemas para cada tipo de exposición. Estas pruebas serán realizadas en ambiente de laboratorio. Esto es, controlando los parámetros que los materiales encuentran estén de expuestos en sus condiciones ambientales naturales y de trabajo.

Como medio de evaluación de la efectividad de cualquier tipo de recubrimiento de protección contra la corrosión, la National Standards

and Test Procedures establece el uso de un baño de sal (niebla salina), que se aplica en una cámara de prueba, diseñada especialmente para este propósito (cámara salina). Esta es un método de corrosión acelerada que da como resultado un comparativo del tiempo de corrosión de los diferentes acabados. Es aconsejable para determinar el acabado que requerirá el diseño de cualquier tipo de estructura, equipo o parte metálica como protección contra la corrosión.

La prueba del rocío en cámara salina es un método estandarizado por la ASTM bajo la designación B-117. Este método fija las condiciones requeridas para las pruebas de rocío salino para propósitos específicos. El método no está limitado para probar materiales ferrosos, no ferrosos o aleaciones, es aplicable también para probar recubrimientos orgánicos e inorgánicos, o cualquier otro tipo de recubrimiento de protección contra la corrosión, especialmente donde tales pruebas son la base para las especificaciones del material o producto. Con este método se pueden obtener resultados comparables por diferentes laboratorios cuando se prueba el mismo material o artículo, para la conformidad con las especificaciones.

Además, la A.S.T.M., estandariza un método para la evaluación de los especímenes pintados con recubrimientos orgánicos o inorgánicos sujetos a los ambientes corrosivos, pruebas aceleradas o exposición atmosférica y su subsiguiente marcado con respecto a la corrosión, especialmente, la pérdida de adherencia del recubrimiento próximo a una marca trazada (la cruz de ensayo), bajo la designación F13: D-1651.

La cámara salina es una prueba muy severa, determina el grado de eficiencia anticorrosiva y la continuidad de película ante un medio corrosivo como es el rocío o niebla salina. Detectándose en esta prueba fallas como pérdida de adherencia, empolamiento, corrosión bajo película y efectos de la preparación de la superficie, dando elementos importantes para el mantenimiento industrial adecuado, así como el tiempo en que el recubrimiento presenta un 10% de falla, cantidad definida como la apropiada para iniciar la renovación del pintado, o sea ratonar con el mismo sistema las áreas afectadas en el transcurso del servicio.

Asimismo, se determina un tiempo de corrosión para cada caso específico.

La evaluación de la efectividad de los recubrimientos se inicia determinando la calidad constitutiva, requerida como mínimo de preparación de superficie para un tipo de condiciones de exposición, características del panel y del sistema apropiado para obtener resultados deseables, relativos a las condiciones de la cámara salina, registrándose estas condiciones diariamente en hojas especiales, la cámara debe estar siempre en condiciones estándar para la prueba de rocío salino o niebla salina que son registradas diariamente a intervalos de tiempo de 1 hora excepto días festivos.

Para detectar las fallas que son ocasionadas generalmente por discontinuidad de la película se realizan pruebas de adherencia en las que se comprueba que no exista la pérdida de adherencia del recubrimiento al -

muestras que provocaría la corrosión inmediata del metal.

Para observar el porcentaje de elongación de los recubrimientos se realizan pruebas de flexión con aparatos especiales diseñados para este fin.

La finalidad de estas pruebas es corroborar las características de los recubrimientos como lo es la elasticidad y adherencia de la película del metal. En estas pruebas se detectan fallas como agrietamiento de la película, pérdida de adherencia, craquelado, flaqueado, etc.

Las pruebas que se realizaron fueron las siguientes:

- | | |
|---|-------------|
| A. PRUEBA DE SIEMBRA SALINA EN CÁMARA SALINA. | ASTM D-117 |
| B. PRUEBA DE FLEXIÓN CON MANDRIL CÓNICOS | ASTM D-322 |
| C. PRUEBA DE ADHERENCIA A LA TRACCIÓN | ASTM D-2197 |
| D. PRUEBA DE ADHERENCIA A LA TENSIÓN | ASTM D-3059 |
| | |
| A. PRUEBA DE SIEMBRA SALINA | ASTM D-117 |

OBJETIVO:

Determinar la resistencia de los recubrimientos al efecto del medio ambiente marino por exposición en un aparato de siembra salina.

Fig. 15.

PREPARACIÓN DE MUESTRAS

Los recubrimientos deberán aplicarse sobre láminas de acero calibre No. 22 de 11.5 cm. x 19.0 cm. de acuerdo con los métodos de preparación de superficie y aplicación, espesor de película, primerio, unido y número de manos que indique la especificación correspondiente. Cubriendo las bordes cuidadosamente con cera. Posteriormente, se marcará con la cruz de Evans antes de la prueba.

PROCEDIMIENTO: ASTM D-117

Los paneles se introducen a la cámara y se colocan en barras de vidrio o plásticas.

Deben colocarse de 15° a 30° con respecto a la vertical y separadas para evitar la corrosión entre ellas.

Los paneles deben colocarse de tal forma que no se obstruya el flujo de niebla salina y deben estar alineados a la misma altura para evitar que las gotas salinas que se forman en un panel caigan sobre otro. La cámara, una vez cerrada, se abrirá lo menos posible para evitar el escape de la niebla.

CONDICIONES DE PRUEBA: $25 \pm 2^\circ \text{C}$. p $90 \pm 4\%$ H.R.

RESULTADOS: Al término del tiempo de exposición, el espécimen deberá ser inspeccionado considerando las siguientes fallas:

FALLA	METODO
1. CORROSIÓN BAJO PELÍCULA	ASTM - D - 610
2. ASPOLLAMIENTO	ASTM - D - 714
3. DESCASCAMIENTO	ASTM - D - 772

La detección de cualesquiera de estas fallas es suficiente para considerar que el recubrimiento no pasa la prueba.

Deberá reportarse el recubrimiento que no pasa la prueba, el tipo

y magnitud de la falla o fallas encontradas.

En el caso de recubrimientos inorgánicos de zinc pasturado y autocurables se no considerará como falla la presencia de sales o compuestos de zinc en la superficie.

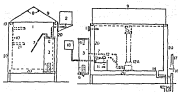


FIG. 14 DIAGRAMA DE LA CÁMARA SALINA ASTM - B - 117

8. Ángulo de cubierta de 90° a 125°
1. Termómetro y termostato para control de la temperatura
2. Dispositivo automático para nivel de agua.
3. Torre humidificadora
4. Regulador automático de temperatura para controlar el calentador.
5. Calentador.
6. Llave de apertura múltiple de aire.
7. Tubo de aire para lanzar spray
8. Base de la cámara.

9. Cubierta o tapa con bisagras, operada hidráulicamente.
10. Soporta para barras, donde se colocan los perfiles.
11. Depósito inferior.
12. Lanza spray localizada sobre el depósito inferior.
- 12A. Lanza spray localizada en la torre de dispersión.
13. Salidas.
14. Senzaje.
16. Separador completo de despendicios.
17. Embudo para despendicios.
18. Dispositivo de reserva para nivel de agua.
19. Trampa para despendicios.
20. Espacio de aire o de agua.
21. Tabla o estante.

B. PRUEBA DE FLEXION ASTM D-521

OBJETIVO:

Determinar la flexibilidad o porcentaje de elongación en los recubrimientos, utilizando el mandril cónico. Fig. 16

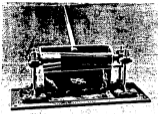


FIGURA 16. MALLAZ CONICO

PREPARACION DE PASTELAS.

Para esta prueba, los recubrimientos primario, secundario o especiales deberán aplicarse por aspersión sobre placas de acero, calibre No. 22 de 11.5 cms. X 19.0 cms. La preparación de superficie, espesor de película, secado y curado de las pastelas prueba deberán ajustarse a las limitaciones de la tabla 15.

MUESTRA RESISTIV	Preparación de la muestra	Espesor de Pel. seca mil.	VALORES			ESTRADO	
			T °C	% H ₂ O	Tiempo de la p.	T °C	Tiempo de la p.
RF 2	CS A 20 B	1.5	15	50	75	60	1
RF 5	CS A 20a	1.0	15	50	75	60	1
RF 6, RF 8 y RA 11	CS A 20 B	1.5	20	50	75	60	1
RF 9 y RA 10	CS A 20 B	1.5	20	50	75	60	1
RF 7, RA 10	CS A 20 B	1.5	15	50	75	60	1
RA 10 y RA 10'	CS A 20 B	1.0	15	50	60'		
RA 10	S. M.	1.0	15	50	60	60'	10
RA 10 y RA 10	CS A 20 B	1.0	15	50	75	60	1
RA 10	CS A 20 B	1.0	20	50	100		
RE 11	S. M.	1.5	15	50	75	60'	1
RE 14	CS A 20 B	1.0	15	50	60		

100: Humedad relativa.

TABLA 18. LIMITACIONES PARA LA PRUEBA DE FLEXION

PROCEDIMIENTO: ASTM. D-522-60 Y D-1737

El dispositivo (máshil clínico) está equipado con 2 tornillos de sujeción, que se utilizarán para sujetar el panel al intrínseco por ambos, y una barra tractora que se utilizará para doblar el panel. Por lo tanto, después de colocar el panel y sujetarlo, se jala la pa lanca de la barra tractora hasta completar 150° en un tiempo estimado de 15 segundos, acto seguido se regresa la palanca y se aflojan los tornillos para soltar el panel. Se saca el panel y se revisa el restablecimiento para observar si presenta ruptura o resquebrajamiento. El porcentaje de elongación hasta la punta de resquebrajamiento puede calcularse fácilmente con los cruces de los máshilos, clínicos.

CONDICIONES DE PRUEBA: $25 \pm 2^{\circ}$ C. y 50 ± 45 H.R.

RESULTADO:

Deberá indicarse el porcentaje de elongación determinado y se comparará con la tabla 19. Si el valor es igual o mayor para la prueba, el ensayo se rechaza.

ESPECIFICACION	% DE ELONGACION
MP-1-68	18
MP-4-68	5
MP-6-68	18
MP-7-68	18
MP-8-68	18
MP-9-68	18
MP-10-68	5
MA-20-68	12
MA-21-68	12
MA-22-68	12
MA-23-68	12
MA-24-68	12
MA-25-68	10
MA-26-68	10
MA-27-68	10
MA-28-68	5
ME-31-68	12
ME-35-68	12
ME-34-68	10

TABLA 19 FLEXIBILIDAD O PORCIENTO DE ELONGACION MÍNIMAS PARA LA PRUEBA DE FLEXIÓN.

C. PRUEBA DE ADHESIÓN A LA TRACCION ASTM D-2187

OBJETIVO:

Determinar el nivel de adherencia entre un recubrimiento y la superficie sobre la cual se aplica utilizando el equipo para prueba de rg

gado. Ver, FIG. 17

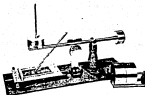


FIGURA 17 EQUIPO PARA PRUEBA DE RAYADO

PREPARACION DE PANELES:

Los recubrimientos primarios y especiales con excepción del RE-31 de berán aplicarse por aspersión sobre placas de acero, calibre 22 de - 11.5 cm. X 19.0 cm. Los recubrimientos de acabado y el RE-31 debe rán aplicarse por aspersión sobre el primario o enlace correspondiente, previamente probado.

En todos los casos el panel deberá quedar sin cubrir 1.5 cm. en uno de sus extremos. La preparación de los paneles deberá ajustarse a las limitaciones de las tablas 20 y 21.

RESUMEN BLENDO	Prop. Sup.	Espesor de P-V	SECADO			CURADO			
			area m ²	%		Tiempo	%		Tiempo
				°C	HR.		°C	HR.	
BP1	Ch.A.M.B.	1.5	35	50	30	100	-	4	
BP3	Ch.A.M.B.	1.5	35	50	4	75	10	24.50 resabla	
BP4 "A"	Ch.A.M.B.	1.5	35	55	30	75	10	30	
BP4 "B"	Ch.A.M.B.	1.5	35	55	30	75	10	30	
BP3	Ch. a Com.	1.5	35	50	30	60	-	4	
BP4	Ch. a M.B.	1.5	35	50	30	60	-	4	
BP3 (PP)	Ch. a M.B.	1.5	35	50	30	60	-	4	
BP4	Ch. a M.B.	1.5	35	50	30	60	-	4	
BP4	Ch. a M.B.	1.5	35	50	30	60	-	4	
BP-10	Ch. a M.B.	1.0	35	50	100	-	-	-	
BE-50	L.M.	1.5	35	50	30	100	-	4	
BE-50	L.M ₂	1.0	35	50	100	-	-	-	

°C): Como Pruebas.

Tabla 10. HIGROTEROSTATOS IRUMADOS Y ESPECIALES

CULTIVO CÓDIGO	PVE MANEJO	PROM Ejemplar m ² y m ³	Temper media promedio m ² y m ³	P.C.B. Eje m ² y m ³	SUCROSA		CONCENTRO	
					T % (m ²)	Temper m ³	T % (m ²)	Temper m ³
BA-01	RP 1	1.5	18.5a	1.5	31.50	71	100	4
BA-01	RP 4	1.5	18.5a	1.5	31.50	71	50	4
	RP 5a							
BA-01	RP 4	2.5	18.5a	1.5	31.50	71	40	4
	RP 5a							
BA-11 ¹⁾	RP 5a	2.5	18.5a	1.5	31.50	71	50	4
	RP 1							
BA-11	RP 5a							
	RP 4	2.5	18.5a	2.0	31.50	71	50	4
BA-11	RP 1 (a) ²⁾	2.5	18.5a	1.5	31.50	71	50	4
	RP 4							
BA-15	RP 4	2.5	18.5a	1.0	31.50	71	50	4
BA-15	RP 1 (a) ²⁾	2.5	18.5a	1.5	31.50	71	50	4
BA-15	RP 4	2.5	18.5a	2.0	31.50	71	50	4
	RP 5a							
	RP 1	2.5	18.5a	2.0	31.50	71	50	4
BA-17	RP 1	1.5	18.5a	1.5	31.50	71	10	4
BA-20	RP 4	1.5	18.5a	1.0	31.50	100	-	-
	RP 5	2.5	18.5a	2.0	31.50	100	-	-
	RP 1	2.5	18.5a	2.0	31.50	100	-	-
BA-25	RP 1a	2.0	18.5a	1.0	31.50	100	-	-
BE-11	RP 1	1.5	18.5a	1.5	31.50	70	60	4
	RP 5 (A y B) ³⁾	2.0	18.5a	1.5	31.50	71	50	4
RP 1 (B) ³⁾	2.5	18.5a	1.5	31.50	71	60	4	

¹⁾ Cosecha

TABLA 21 RECOMENDACIONES DE AGUARDI Y ESPECIALIZ

CONDICIONES DE PRUEBA: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ y $50 \pm 4\%$ H.R.

PROCEDIMIENTO: ASTM D-2197 C.

Se coloca el panel (con el recubrimiento hacia arriba y con el extremo sin pintar hacia el dispositivo que efectuará la prueba) sobre la placa corrediza. La punta filoso (que está a 45°) se coloca sobre el extremo sin pintar y se le agrega en la punta superior 2 kilos, se empuja la placa corrediza uniformemente hacia la punta con filo, desplazándola hacia el final del panel. Se levanta la punta y se observa el resultado.

Si el panel no presenta raspadura se repite la operación recorriendo 1 cm. el panel hacia la derecha y se agregan 2 kilos de punta nuevamente. Así sucesivamente hasta completar 10 kilos, si por el contrario presenta raspadura, se rechaza la prueba, se sin otros comprobar los resultados con la tabla correspondiente.

RESULTADO:

Deberá indicarse el nivel de adherencia en kilogramos con aproximación a un decimal y se comparará con la tabla 21, si el valor es igual o mayor pasa la prueba, si es menor la rechaza.

ESPECIFICACION	NIVEL DE ADHESION MÍNIMO (%)
RP-2-80	4
RP-3-80	8
RP-4-80 "A y B"	4
RP-5-80 "A y B"	8
RP-6-80	8
RP-7-80	4
RP-8-80	8
RP-9-80	4
RP-10-80	8
RA-20-80	4
RA-21-80	8
RA-22-80	4
RA-23-80	8
RA-24-80	8
RA-25-80	8
RA-26-80	8
RA-27-80	4
RA-28-80	8
RA-29-80	8
RE-31-80	4
RE-32-80	4
RE-34-80	4

TABLA 22 NIVEL DE ADHESION MÍNIMO EN KG. PARA LOS
DIFERENTES RECOBRIMIENTOS EN PRUEBA DE BAYADO.

B. PRUEBA DE ADHESION A LA TESSIDA ASTM D-3359

OBJETIVO:

Determinar el nivel de adherencia de sistemas de recubrimiento al sustrato, así como la adherencia entre capas (primario-enlace-acabado, o bien entre capas de un mismo recubrimiento) utilizando el peine de rascuras. FIG. 14



FIG. 18 PEISE DE RASURAS

PREPARACION DE PANELES

Los recubrimientos primarios y especiales con excepción de RE-31 deberán aplicarse por aspersión sobre placa de acero, calibre 22 de 11.5 cms. X 19.0 cms. Los recubrimientos de acabado y el RE-31 deberán aplicarse por aspersión sobre el primario o enlace en respendiente previamente probado.

La preparación de los paneles deberá ajustarse a las limitaciones de las TABLAS 23

CONDICIONES DE PRUEBA: $23 \pm 2^{\circ} \text{C}$ y $50 \pm 4\% \text{ H.R.}$

Tipo de Manejo	Espesor de Película org. (L.p.a.) (Promedio) (Tamaño)	Instrumento y Espaciamiento de Raíces	Tiempo Óptimo para la Prueba en campo	% de Área (Superficie) Removida
ESTRATA				
EP 1/VA-00 Control de erosión Escalera tipo-010.	4	Pala de excavación, tamaño de 8 mm.	100	Más o 10% del área de las 11 cuadratas.
EP 1/VA-01 Control de erosión/ Pastoreo.	4	Pala de excavación, tamaño de 8 mm.	100	Más o 10% del área de las 11 cuadratas.
EP 2/VA-01 Inyección de una granada de Epilobium caudiculis.	4	Pala de excavación, tamaño de 8 mm. Nota (1)	100	2% del área de las 11 cuadratas.
EP 2/VA-02 Inyección de una granada de Epilobium alpinum.	11-12	Pala de excavación, tamaño de 8 mm. Nota (1)	100	2% del área de las 11 cuadratas.
EP 3/... Inyección de una granada de Vinetaria.	11	Sólo las cuarenta cuadratas.	10	Nota (2)
EP 3/EP-1 y RA-02 Inyección de una granada de Epilobium y Vinetaria alpinum.	11	Pala de excavación, tamaño de 8 mm. Nota (1)	70	Más o 10% del área de las 11 cuadratas.
EP 3/EP-2 y RA-03 Inyección de una granada de Epilobium y Vinetaria.	11	Pala de excavación, tamaño de 8 mm. Nota (1)	70	Más o 10% del área de las 11 cuadratas.
EP 4 'A' 'VA-01 Inyección de una granada de las especies Epilobium caudiculis.	4	Pala de excavación, tamaño de 8 mm. Nota (1)	100	2% del área de las 11 cuadratas.
EP 4 'A' 'VA-02 Inyección de una granada de las especies Epilobium alpinum.	11	Pala de excavación, tamaño de 8 mm. Nota (1)	70	Más o 10% del área de las 11 cuadratas.
EP 4 'A' 'VA-03 Inyección de una granada de las especies Epilobium alpinum.	11-12	Pala de excavación, tamaño de 8 mm. Nota (1)	100	2% del área de las 11 cuadratas.
EP 4 'E' 'VA-01 Inyección de una granada de las especies Epilobium caudiculis.	4	Pala de excavación, tamaño de 8 mm. Nota (1)	100	2% del área de las 11 cuadratas.
EP 4 'E' 'VA-02 Inyección de una granada de las especies Epilobium alpinum.	11	Pala de excavación, tamaño de 8 mm. Nota (1)	70	Más o 10% del área de las 11 cuadratas.
EP 4 'E' 'VA-03 Inyección de una granada de las especies Epilobium alpinum.	11-12	Pala de excavación, tamaño de 8 mm. Nota (1)	100	2% del área de las 11 cuadratas.
EP 4 'A' = 'E' 'EP-1 y RA-01 Inyección de una granada de las especies Epilobium y Vinetaria alpinum.	4	Pala de excavación, tamaño de 8 mm. Nota (1)	70	Más o 10% del área de las 11 cuadratas.
EP 4 'A' = 'E' 'EP-2 y RA-02 Inyección de una granada de las especies Epilobium y Vinetaria.	4	Pala de excavación, tamaño de 8 mm. Nota (1)	70	Más o 10% del área de las 11 cuadratas.
EP 4 'A' = 'E' 'EP-3 y RA-03 Inyección de una granada de las especies Epilobium y Pastoreo.	4	Pala de excavación, tamaño de 8 mm. Nota (1)	70	Más o 10% del área de las 11 cuadratas.
EP 4 'A' = 'E' 'EP-4 - - - Aplicación de la especie Epilobium caudiculis.	11-12	Pala de excavación, tamaño de 8 mm.	100	2% del área de las 11 cuadratas.
EP 4 'A' = 'E' 'EP-5 'A' = 'E' Aplicación de la especie Epilobium caudiculis.	11-12	Pala de excavación, tamaño de 8 mm.	70	2% del área de las 11 cuadratas.

Tabla 23-A. INSEMINADO Y ESPACIAMIENTO DE RAÍZES EN PRUEBA DE ADRESIDAD.

Tipo de Modificaciones	Años de Servicio en el (1) y el (2) Modelo (Total)	Instrumentos e Equipamiento de Bases	Tiempo Oportuno para la Flota en Plaza	% de el área Generalizada Flota 66
EP 61-64-11 Epilator controlador/Epilator controlador	4	Base de control, rango de 2 mm.	140	75% del área de los 15 modelos
EP 61-64-16 Epilator controlador/Epilator controlador de alta calidad.	10	Base de control, rango de 2 mm.	140	75% del área de los 15 modelos
EP 61-64-22 Epilator controlador/Poleradora.	6	Base de control, rango de 2 mm.	140	75% del área de los 15 modelos
EP 61-64-23 Vial Epilator modificado/Vial de alta calidad	6	Base de control, rango de 2 mm.	70	Base 75% del área de los 15 modelos
EP 61-64-25 Vial Epilator modificado/Vial de alta calidad	4	Base de control, rango de 2 mm.	70	Base 75% del área de los 15 modelos
EP 61-64-28 Vial Epilator modificado/Poleradora.	4	Base de control, rango de 2 mm.	70	Base 75% del área de los 15 modelos
EP 61-64-31 "A" y "B" Vial Epilator modificado/Poleradora.	6	Base de control, rango de 2 mm.	70	Base 75% del área de los 15 modelos
EP 61-64-35 Epilator para barba/Epilator para barba.	7	Base de control, rango de 2 mm.	140	75% del área de los 15 modelos
EP 61-64-37 Hilo/Alta calidad/Hilo de alta calidad	4	Base de control, rango de 2 mm.	70	Base 75% del área de los 15 modelos
EP 61-64-40 Epilator controlador controlador/Epilator controlador controlador	10-16	Rango de 2 mm.	140	Base 75% del área de los 15 modelos
EP 61 "A" y "B" Aluminio, Controlador/Alta calidad.	4	Base (2).		Base 75% del área de los 15 modelos
EP 61 "B" y "C" Aluminio, Selector de controlador.	4	Base (2).		Base 75% del área de los 15 modelos
EP 61 "C" y "D" y "E" Aluminio/Controlador.	4	Base de control, rango de 2 mm.	70	Base 75% del área de los 15 modelos
EP 61 "E" Epilator controlador controlador y selector de controlador.	10	Base de control, rango de 2 mm.	140	75% del área de los 15 modelos
EP 61 "F" Selector de controlador para controlador/Alta calidad.	4	Base de control, rango de 2 mm.	140	Base 75% del área de los 15 modelos
EP 61 "G" Epilator controlador controlador para controlador de producción al controlador.	1-2-4	Base de control, rango de 2 mm.	140	75% del área de los 15 modelos
EP 61 Controlador de controlador	4	Base de control, rango de 2 mm.	70	Base 75% del área de los 15 modelos
EP 61 Interruptor de controlador controlador.	1-3	Base de control, rango de 2 mm.	70	Base 75%
EP 61 "A" y "B", Interruptor de controlador controlador.	1-3	Multifunciones controlador. Base (2).	70	Base 75%
EP 61 "A" y "B", Selector de controlador controlador.	10-16	Base de control, rango de 2 mm.	140	75% del área de los 15 modelos
EP 61 Epilator controlador controlador.	4	Base de control, rango de 2 mm.	140	75% del área de los 15 modelos
EP 61 Interruptor de controlador controlador, Epilator controlador controlador.	4	Base de control, rango de 2 mm.	70	Base 75% del área de los 15 modelos
EP 61 Epilator controlador controlador para controlador controlador.	4	Base de control, rango de 2 mm.	140	75% del área de los 15 modelos
EP 61 Hilo controlador.	4	Base de control, rango de 2 mm.	70	75% del área de los 15 modelos
EP 61 Epilator controlador controlador.	1-4	Base de control, rango de 2 mm.	140	75% del área de los 15 modelos

Tabla 11-B. DISTRIBUCIÓN Y ESPECIFICACIONES DE BARRAS PARA FLORA DE ADHERENCIA.

PROCEDIMIENTO

Utilizando el peine de rasurar, que consta de seis cuchillas distan-
tes entre sí un milímetro para espesores totales hasta de 2.0 mils,
de dos milímetros para espesores entre 2.0 y 10.0 mils, y para es-
pesores superiores se deberá usar una separación entre cuchillas de
tres milímetros; se hacen cortes paralelos a través del recubri-
miento en una dirección y otra serie de cortes transversales para
formar 25 cuadros.

El peine de rasurar deberá colocarse siempre sobre película seca,
y asegurarse de que todos los cortes lleguen hasta el sustrato sin
perforar en el mismo; una vez realizado el cortejado se cepilla vigor-
osamente para eliminar el material removido durante el corte y se
procede a fijar una cinta adhesiva transparente sobre el mismo (con-
rejado), para despegarla rápidamente de un solo movimiento.

RESULTADO

El nivel de adherencia del recubrimiento para aceptación o rechazo
es detallado en las Tablas 2), además la tabla 2a ilustra la clasi-
ficación de los grados de adherencia.






DESCRIPCION	EXEMPLAR DE LA SUPERFICIE DE ADHESION	GRADO
La pintura se desprende en forma de las superficies en sitios y solo el porcentaje cuando se golpea. Superficie desprendida: entre 60% y más del área total.		6
La pintura se desprende total o parcialmente en los bordes de los bordes de los frentes y solo el porcentaje en el área total. Superficie desprendida: entre 30% del área total.		5
La pintura se desprende en los bordes de las superficies que se golpea y en los puntos de intersección de los lados de las esquinas. Superficie desprendida: entre 10% del área total.		4
La pintura se desprende en algunas superficies en los puntos de intersección de los lados de las esquinas. Superficie desprendida: entre 5% del área total.		3
La pintura se desprende en los puntos de intersección de las esquinas.		2

TABLA 24 CLASIFICACION DEL GRADO DE ADHESION

2. LA RECOLECCION DE LOS DATOS OBTENIDOS EN LAS PRUEBAS

Los datos son recopilados a fin de tener un control en cada prueba, ya que un seguimiento exacto de cada prueba nos conduce a obtener resultados más precisos y obteniendo un índice de error menor.

3. INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

En cada prueba, los resultados obtenidos en los píxeles, son comparados en tres: Para conocer el nivel de que usen(n) una mejor calidad anticorrosiva. Cuando se obtiene más de un sistema que cum-

plia con los requisitos indispensables se decidirá por el mejor, conociendo y comparando el estudio económico de cada sistema.

CAPÍTULO V

DESARROLLO Y EVALUACION DE PRUEBAS

DESARROLLO Y EVALUACION DE PRUEBAS

3.1 PREPARACION DE PRUEBAS

Las pruebas que se realizaron se agruparon de la forma siguiente:

- 1.- Pruebas en Cámara Salina ASTM - B - 117
- 1.- Pruebas de Fluencia ASTM - D - 322
- 1.- Pruebas de Adherencia $\left\{ \begin{array}{l} \text{Traction ASTM - B - 2197} \\ \text{Tension ASTM - D - 1339} \end{array} \right.$

Las pruebas se desarrollaron de la siguiente manera:

- Como se tenían 3 grupos de Pruebas y 4 sistemas, se utilizaron 12 placas de prueba, cada placa de 11.5 cm. x 19 cm. de láminas de acero calibre 22.

La preparación de la superficie fue realizada conforme a la tabla - 13 pág. 97; esta es, la mitad de las placas fueron limpiadas manualmente, por ser el método utilizado actualmente y la otra mitad fue limpiada con chorro de arena grado metal blanco con arena silico de 20-30 mallas, por ser el método recomendado por las tablas 13 pág. 39.

Después de ser limpiadas las placas se evitó tocarlas con la mano, se tomaron con guantes de piel y de los bordes. Se colocaron en la cámara vacía limpiada hacia arriba sobre mesas libres de polvo, grasa y agua; luego, cada toda superficie metálica limpia, expuesta al aire, reacciona espontáneamente y forma productos de corrosión. A temperatura ambiente

te, para la mayoría de los metales, el proceso se limita a la formación de una capa fina de paño (usualmente inoxidable), que lo protege contra una acción oxidante. El recubrimiento debe ser aplicado en mesas de 12 horas, nunca se aplicará un recubrimiento de un día a otro, porque como la lámina queda virgen, es posible que al ser aplicado el recubrimiento atape entre la película y el metal, humedad, polvo y el paño normal - que se forma, teniendo posibles focos de corrosión.

Los pánales limpiados normalmente fueron separados de los limpiados con chorro de arena porque a datos últimos se les procedió a verificar - el perfil de anclaje con la ayuda de una lámpara comparadora de anclaje (fig. 19) y laminitas calibradas a diferentes grados de limpieza con - arena.



Fig. 19 Lámpara Comparadora de Anclaje

Se coloca la lámpara sobre el pánal a una distancia de 10 cms. de la superficie y entre la lámpara y el pánal, se colocan los estándares -

físicos (laminillas), después se realizó una comparación visual buscando la laminilla que más se parezca al panel recién limpiado.

Se realizó esta operación a todos los paneles y se obtuvo un perfil de ensaje promedio de 2 milésimas.

3. 2 APLICACION DE SISTEMAS DE RECUBRIMIENTO

Para la aplicación de los Sistemas de Recubrimiento se utiliza la -- tabla 17 pág. 97 como guía.

Los paneles fueron pintados por separado.

Se pintaron y a cada panel se le asignó un tipo de prueba en el orden siguiente:

	TIPO DE LIMPIEZA	PRIMARIO	ESLACE	ACABADO	TIPO DE PRUEBA A REALIZARSE
A	Mansal	EP - 4	EP-7	EA-12	Cámara Salina
B	Mansal	EP - 4	EP-7	EA-12	Adherencia
C	Mansal	EP - 4	EP-7	EA-12	Flexión
D	Mansal	EXE- 8	EP-7	EA-18	Cámara Salina
E	Mansal	EXE-8	EP-7	EA-18	Adherencia
F	Mansal	EXE-8	EP-7	EA-18	Flexión
G	Mansal	EP - 4	---	EA-18	Cámara Salina
H	Mansal	EP - 4	---	EA-18	Adherencia
I	Mansal	EP - 4	---	EA-18	Flexión

	TIPO DE LIMPIEZA	PRIMARIO	ESLACE	ACABADO	TIPO DE FUSIÓN A REALIZAR
J	CH. A. M.B.	EP -4	EP-7	EA-22	Cámara Salina
K	CH. A. M.B.	EP -4	EP-7	EA-22	Adherencia
L	CH. A. M.B.	EP -4	EP-7	EA-22	Flexión
H	CH. A. M.B.	EE2-B	EP-7	EA-28	Cámara Salina
N	CH. A. M.B.	EE2-B	EP-7	EA-28	Adherencia
O	CH. A. M.B.	EE2-B	EP-7	EA-28	Flexión
P	CH. A. M.B.	EP -6	---	EA-28	Cámara Salina
Q	CH. A. M.B.	EP -6	---	EA-28	Adherencia
R	CH. A. M.B.	EP -6	---	EA-28	Flexión

TABLA 15 ORGANAMIENTO DE PANELES Y PRUEBAS

CH. A. M.B.	= Chorro Arena Grado Metal Blanco
EP - 4	= Inorgánico de Tint Base Solvente Asesorante
EE2-B	= Epóxico Rico en Res con Poliamida
EP - 6	= Epóxico con Poliamida
EP -7	= Vinil Epóxico Modificado
EA-22	= Vinil Acrilo Solido
EA-28	= Acrílico Poliarateno

La pintura se dejó secar y curar conforme a las tablas que cada prueba exigía.

Ya secada la pintura se procedió a tomar el espesor de película seca en los paneles, esto se realizó con un medidor de película seca. (ver

Figura 120 también llamado MIKROTEST.

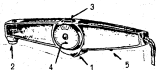


FIG. 20 MEDIDOR DE PELÍCULA DELGA.

El Mikrotest toma la medición del espesor de todas las capas en los substratos ferrosos, bajo el principio de atracción magnética, esto se debe a la atracción natural de un imán a un substrato ferroso, la medición se toma de la forma siguiente:

- 1.- Se coloca el mikrotest sobre la superficie que va a ser medida, apoyando firmemente la base (1) y la punta que posee el imán (2).
- 2.- Se le da vueltas a la escala giratoria (3) hasta llegar a la más alta graduación (4).
- 3.- Se le da vuelta a la escala giratoria (3) muy despacio en sentido inverso hasta que el imán se levante con un sonido de un CLICK, entonces se dispara un botón (5) que evita que la escala se mueva.
- 4.- Se toma la lectura de la escala graduada, siendo ésta el espesor de la película.

Como el espesor no es uniforme, se tomarán varias lecturas y se op

Como un promedio para cada póliz, para esto, se tomaron 8 datos por cada póliz, reduciendo así la posibilidad de error al tener sólo una lectura.

Los datos obtenidos de Pellicula Seca son los siguientes:

A) <u>SP-4, SP-7, Ra-22</u>	B) <u>SP-4, SP-7, Ra-22</u>	C) <u>SP-4, SP-7, Ra-22</u>
110 = 4.40 mils.	110 = 4.40 mils.	120 = 4.80 mils.
110 = 4.40 mils.	110 = 4.40 mils.	120 = 4.80 mils.
110 = 4.40 mils.	110 = 4.40 mils.	110 = 4.40 mils.
110 = 4.40 mils.	110 = 4.40 mils.	110 = 4.40 mils.
110 = 4.40 mils.	110 = 4.40 mils.	110 = 4.40 mils.
110 = 4.40 mils.	110 = 4.40 mils.	110 = 4.40 mils.
110 = 4.40 mils.	120 = 4.80 mils.	110 = 4.40 mils.
110 = <u>4.40 mils.</u>	120 = <u>4.80 mils.</u>	120 = <u>4.80 mils.</u>
<u>Prom. = 4.40 mils.</u>	<u>Prom. = 4.53 mils.</u>	<u>Prom. = 4.53 mils.</u>
D) <u>SP2-E, SP-7, Ra-22</u>	E) <u>SP2-E, SP-7, Ra-22</u>	F) <u>SP2-E, SP-7, Ra-22</u>
150 = 6.00 mils.	150 = 6.00 mils.	170 = 6.80 mils.
150 = 6.00 mils.	150 = 6.00 mils.	180 = 7.20 mils.
200 = 8.00 mils.	170 = 6.80 mils.	200 = 8.00 mils.
150 = 6.00 mils.	170 = 6.80 mils.	200 = 8.00 mils.
180 = 7.20 mils.	200 = 8.00 mils.	200 = 8.00 mils.
150 = 6.00 mils.	200 = 8.00 mils.	180 = 7.20 mils.
160 = 6.40 mils.	170 = 6.80 mils.	200 = 8.00 mils.
170 = <u>6.80 mils.</u>	150 = <u>6.80 mils.</u>	150 = <u>6.80 mils.</u>
<u>Prom. = 6.53 mils.</u>	<u>Prom. = 6.80 mils.</u>	<u>Prom. = 7.40 mils.</u>

G) SP-6, RA-28

100 = 4.00 miles.

100 = 4.00 miles.

120 = 4.80 miles.

110 = 4.40 miles.

120 = 4.80 miles.

110 = 4.40 miles.

110 = 4.40 miles.

120 = 4.80 miles.From = 4.45 miles.H) SP-6, RA-28

110 = 4.40 miles.

120 = 4.80 miles.

110 = 4.40 miles.

120 = 4.80 miles.

110 = 4.40 miles.

120 = 4.80 miles.

110 = 4.40 miles.

110 = 4.40 miles.From = 4.40 miles.I) SP-6, RA-28

120 = 4.80 miles.

110 = 4.40 miles.

100 = 4.00 miles.

120 = 4.80 miles.

110 = 4.40 miles.

100 = 4.00 miles.

110 = 4.40 miles.

110 = 4.40 miles.From = 4.40 miles.J) SP-4, SP-7, RA-22

120 = 4.80 miles.

110 = 4.40 miles.

120 = 4.80 miles.

110 = 4.40 miles.

110 = 4.40 miles.

110 = 4.40 miles.

110 = 4.40 miles.

120 = 4.80 miles.From = 4.55 miles.K) SP-4, SP-7, RA-22

110 = 4.40 miles.

110 = 4.40 miles.

120 = 4.80 miles.

130 = 5.20 miles.

130 = 5.20 miles.

130 = 5.20 miles.

120 = 4.80 miles.

130 = 5.20 miles.From = 4.50 miles.L) SP-4, SP-7, RA-22

110 = 4.40 miles.

110 = 4.40 miles.

120 = 4.80 miles.

120 = 4.80 miles.

120 = 4.80 miles.

110 = 4.40 miles.

110 = 4.40 miles.

110 = 4.40 miles.From = 4.55 miles.

M) <u>ES-8, EP-7, EA-28</u>	N) <u>ES-8, EP-7, EA-28</u>	O) <u>ES-8, EP-7, EA-28</u>
180 - 8.40 mils.	140 - 8.40 mils.	150 - 6.00 mils.
150 - 6.00 mils.	170 - 6.80 mils.	160 - 6.40 mils.
160 - 7.20 mils.	170 - 6.80 mils.	170 - 6.80 mils.
170 - 6.80 mils.	180 - 7.20 mils.	180 - 7.20 mils.
200 - 8.40 mils.	170 - 6.80 mils.	180 - 7.20 mils.
190 - 7.40 mils.	170 - 6.80 mils.	170 - 6.80 mils.
180 - 7.20 mils.	170 - 6.80 mils.	170 - 6.80 mils.
190 - <u>7.40 mils.</u>	170 - <u>6.80 mils.</u>	170 - <u>6.80 mils.</u>
<u>From. = 7.10 mils.</u>	<u>From. = 6.95 mils.</u>	<u>From. = 6.75 mils.</u>

P) <u>EP-8, EA-28</u>	Q) <u>EP-8, EA-28</u>	R) <u>EP-8, EA-28</u>
130 - 5.20 mils.	130 - 5.20 mils.	110 - 4.80 mils.
120 - 4.80 mils.	130 - 4.80 mils.	110 - 5.20 mils.
130 - 4.80 mils.	130 - 4.80 mils.	130 - 5.20 mils.
130 - 4.80 mils.	130 - 4.80 mils.	110 - 5.20 mils.
130 - 5.20 mils.	130 - 5.20 mils.	110 - 4.80 mils.
140 - 5.60 mils.	130 - 5.20 mils.	120 - 4.80 mils.
140 - 5.60 mils.	130 - 5.20 mils.	120 - 4.80 mils.
130 - <u>5.20 mils.</u>	130 - <u>5.20 mils.</u>	110 - <u>4.80 mils.</u>
<u>From. = 5.15 mils.</u>	<u>From. = 5.05 mils.</u>	<u>From. = 4.95 mils.</u>

Los datos que se obtuvieron con el Mikrotent estaban dados en microns, por lo tanto se hizo la conversión correspondiente a milésimas.

Teniendo al promedio de todos los pñales se procedió a comparar los datos obtenidos con los que FESER en la Norma 2.132.01 especifica como -
mínimo.

DATOS OBTENIDOS	NORMA 2.132.01
A 4.40 mls.	4 a 7 mls.
B 4.50 mls.	4 a 7 mls.
C 4.55 mls.	4 a 7 mls.
D 6.35 mls.	6 a 7 mls.
E 6.80 mls.	6 a 7 mls.
F 7.40 mls.	6 a 7 mls.
G 4.45 mls.	4 a 6 mls.
H 4.55 mls.	4 a 6 mls.
I 4.80 mls.	4 a 6 mls.
J 4.55 mls.	4 a 7 mls.
K 4.50 mls.	4 a 7 mls.
L 4.55 mls.	4 a 7 mls.
M 7.10 mls.	6 a 7 mls.
N 6.95 mls.	6 a 7 mls.
O 6.75 mls.	6 a 7 mls.
P 5.15 mls.	4 a 6 mls.
Q 5.65 mls.	4 a 6 mls.
R 4.85 mls.	4 a 6 mls.

Después de chequeadas las pñales y comprobados que las películas -
cumplan con los requisitos mínimos se procedió a agrupar las pñales -
que se utilizaron en cada una de las pruebas.

5.3 EVALUACION DE LOS PARAMETROS

PRUEBA EN CÁMERA SALINA ASTM B-117

Al iniciar la prueba se revisaron las condiciones de la cámara, las cuales son:

SOLUCION SALINA

Concentración de 55 ± 12 de NaCl en agua destilado

TEMPERATURA

En la cámara humidificadora, la condición estándar es alrededor de $-119^{\circ} \pm 9^{\circ} F$

PRESSION

Conservación de la presión a $15 \text{ lb/pulg.}^2 \pm 0.1 \text{ lb/pulg.}^2$

CÁMARA DE EXPOSICION

Humedad relativa de $96\% \pm 3\%$

Temperatura de $95 \pm 3^{\circ} F$ Baño Seco y $96 \pm 3^{\circ} F$ Baño Húmedo

Los pñeles según las normas de PMEX se dejarán dentro de la cámara salina por espacio de 3:00 horas como mínimo.

La evaluación física de los pñeles o especímenes se efectúa de manera periódica, en relación a la efectividad del recubrimiento.

Desde el inicio de la prueba se llevó el récord diario de las condiciones de la cámara, para llevar un control exacto de las mismas.

Los datos son los siguientes:

LECTURAS EN CAMARA SALINA

ESTADO

DÍAS SEPTIMOS	FECHA	HORA	CONDICION	TBS.	TBH.	TTH.	PA.	PH.	HR.	C.
1	8 Lunes	10:00	Estable	93	94	124	15	7	96	.8
1	8	14:00	Estable	93	94	124	15	7	96	.8
1	8	18:00	Estable	93	94	124	15	7	96	.8
2	9 Mart.	10:00	Estable	92	93	124	15	7	96	.8
2	9	14:00	Estable	93	93	124	15	7	96	.8
2	9	18:00	Estable	92	93	124	15	7	96	.8
3	10 Miéres.	10:00	Estable	92	92	124	15	7	96	.8
3	10	14:00	Estable	92	92	124	15	7	96	.8
3	10	18:00	Estable	92	92	124	15	7	96	.8
4	11 Juev.	10:00	Estable	92	93	124	15	7	96	.8
4	11	14:00	Estable	92	93	125	15	7	96	.8
4	11	18:00	Estable	92	93	125	15	7	96	.8
5	12 Vier.	10:00	Estable	92	93	125	15	7	96	.8
5	12	14:00	Estable	92	93	125	15	7	96	.8
5	12	18:00	Estable	92	93	125	15	7	96	.8
6	13 Sab.	10:00	Estable	92	93	125	15	7	96	.8
6	13	14:00	Estable	92	93	125	15	7	96	.8
6	13	18:00	Apagado	92	93	125	15	7	96	.8
	14 Dom.	A P A G	D O	-	-	-	-	-	-	-
7	15 Lunes	10:00	Inicio	90	91	122	15	7	94	.8
7	15	14:00	Estable	94	94	128	16	7	96	.8
7	15	18:00	Estable	95	96	128	15	7	97	.8

LECTURAS EN CAMARA SALINA

OCTBRE

DIAS UTILIZADOS	FECHA	HORA	CONDICION	TBS.	TBH.	TTH.	PA.	PH.	HR.	C.
8	16 Martes	10:00	Estable	95	96	129	15	6	96	.8
8	16	14:00	Estable	95	96	129	15	7	96	.8
8	16	18:00	Estable	95	96	129	15	6	96	.8
9	17 Miérs.	10:00	Estable	95	96	128	15	6	96	.8
9	17	14:00	Estable	95	96	128	15	6	96	.8
9	17	18:00	Estable	95	96	128	15	6	96	.8
10	18 Juev.	10:00	Estable	96	96	128	15	6	96	.8
10	18	14:00	Estable	95	96	128	15	6	96	.8
10	18	18:00	Estable	95	96	128	15	6	96	.8
11	19 Viern.	10:00	Estable	95	96	128	15	6	96	.8
11	19	14:00	Estable	95	97	128	15	6	96	.8
11	19	18:00	Estable	94	96	128	15	6	96	.8
12	20 Sáb.	10:00	Estable	94	96	128	15	6	96	.8
12	20	14:00	Estable	93	96	128	15	6	96	.8
12	20	18:00	Apagado	95	96	128	15	6	96	.8
	21 Domingo	A. P. A. D.	A. B. D.							
13	22 Lunes	10:00	Inicie	92	93	122	15	5.5	96	.8
13	22	14:00	Estable	94	96	122	15	5.5	96	.8
13	22	18:00	Estable	94	96	122	15	6	96	.8
14	23 Martes	10:00	Estable	95	96	129	14.5	6	96	.8
14	23	14:00	Estable	95	96	129	14.5	6	96	.8
14	23	18:00	Estable	95	96	129	14.5	6	96	.8

LECTURAS EN CAMARA SALINA

OCTUBRE

DÍAS DIFERENTES	FECHA	HORA	CONDICION	TBS.	TBH.	TTH.	PA.	PH.	HR.	C.
15	24 Miérs.	10:00	Estable	95	96	120	15	6	96	.8
15	24	14:00	Estable	95	95	120	15	6	96	.8
15	24	18:00	Estable	95	95	120	15	6	96	.8
16	25 Juev.	10:00	Estable	95	95	120	15	6	96	.8
16	25	14:00	Estable	95	96	120	15	6	96	.8
16	25	18:00	Estable	95	96	120	15	6	96	.8
17	26 Viérs.	10:00	Estable	96	96	120	15	6	96	.8
17	26	14:00	Estable	95	96	120	14.5	6	96	.8
17	26	18:00	Estable	96	96	120	15	6	96	.8
18	27 Sáb.	10:00	Estable	96	97	120	15	6	96	.8
18	27	14:00	Estable	96	97	120	15	6	96	.8
18	27	18:00	Apagado	96	97	120	15	6	96	.8
	28 Dom.	A. P. A. G. D. D.		-	-	-	-	-	-	-
19	29 Lunes	10:00	Inicio	94	95	118	14.5	5	96	.8
19	29	14:00	Estable	94	95	118	15.5	5	96	.8
19	29	18:00	Estable	94	95	118	15.5	5	96	.8
20	30 Martes	10:00	Estable	95	96	118	15.5	7	96	.8
20	30	14:00	Estable	95	96	118	15	7	96	.8
20	30	18:00	Estable	95	96	118	15	7	96	.8
21	31 Miérs.	10:00	Estable	93	94	118	15	7	96	.8
21	31	14:00	Estable	93	94	118	15	7	96	.8
21	31	18:00	Estable	93	94	118	15	7	96	.8

LECTURAS EN CAMARA SALINA

NOVIEMBRE

DAS EFECTIVOS	FECHA	HORA	CONDICION	TBS	TBH	TTH	BA	PH	HR.	C.
22	1 Juev.	10:00	Estable	95	96	110	15	7	96	.8
22	1	14:00	Estable	95	96	110	15	7	96	.8
22	1	18:00	Estable	95	96	110	15	7	96	.8
23	2 Viern.	10:00	Estable	94	95	119	15	7	96	.8
23	2	14:00	Estable	94	95	119	15	7	96	.8
23	2	18:00	Estable	94	95	119	15	7	96	.8
24	3 Sab.	10:00	Estable	93	94	119	14.5	7	96	.8
24	3	14:00	Estable	93	94	119	14.5	7	96	.8
24	3	18:00	Apagado	94	95	119	15	7	96	.8
	4 Dom.	A P A O	A D O							
25	5 Lunes	10:00	Inicio	94	95	119	15	7	96	.8
25	5	14:00	Estable	94	95	119	15	7	96	.8
25	5	18:00	Estable	94	95	119	15	7	96	.8
26	6 Martes	10:00	Estable	92	93	112	15	7	96	.8
26	6	14:00	Estable	92	93	112	15	7	96	.8
26	6	18:00	Estable	92	94	112	15	7	96	.8
27	7 Miérs.	10:00	Estable	93	94	110	15	7	96	.8
27	7	14:00	Estable	93	94	110	15	7	96	.8
27	7	18:00	Estable	93	93	110	15	7	96	.8
28	8 Juev.	10:00	Estable	90	92	110	16	7	96	.8
28	8	14:00	Estable	90	92	110	16	7	96	.8
28	8	18:00	Estable	90	92	115	16	7	96	.8

LECTURAS EN CÁMARA SALINA

S O M E R S

DÍAS EFECTIVOS	FECHA	HORA	CONDICION	TBS.	TEH	TTH	PA.	PH	H.R.	C.
29	9 Vier.	10:00	Secable	91	92	119	16	7	96	.8
29	9	14:00	Secable	91	92	119	16	7	96	.8
29	9	18:00	Secable	91	92	119	16	7	96	.8
30	10 Sab.	10:00	Secable	91	92	119	16	7	96	.8
30	10	14:00	Secable	91	92	119	16	7	96	.8
30	10	18:00	Agotado	91	92	119	16	7	96	.8
	11 Dom.	A P A G A D O								

NOMENCLATURA PARA LECTURAS EN CÁMARA SALINA

- T.B.S. = Temperatura Bulbo Seco en °F
 T.B.H. = Temperatura Bulbo Húmedo en °F
 T.T.H. = Temperatura Torre de Humidificación en °F
 P.A. = Presión de Aire en PSI
 P.H. = Potencial Hidrógeno
 H.R. = Humedad Relativa
 C. = Condensado

Se reportaron las horas horario y horas cámara que duró la prueba de acuerdo al siguiente criterio:

Se obtuvo un valor de acuerdo al volumen del condensado por segundo a condiciones normales de prueba y se calculó la cantidad de condensado transformado a horas. Para ello se colocaron en tres puntos diferentes dentro de la Cámara Salina, probetas graduadas de 50 C.C. con un embudo de vidrio, cada uno de 10 cms. de diámetro que utilizaron para recoger el condensado del resto salino. Este condensado se midió en C.C. por hora en un período de un día de observación. La prueba duró 10 días efectivos.

El condensado por hora = .8 c.c.

	HORAS DE PRUEBA	HORAS EFECTIVAS
LUNES	de 10:00 am a 12:00 pm	24 horas
MARTES	de 12:00 pm a 12:00 pm	24 horas
MIÉRCOLES	de 12:00 pm a 12:00 pm	24 horas
JUEVES	de 12:00 pm a 12:00 pm	24 horas
VIERNES	de 12:00 pm a 12:00 pm	24 horas
SABADO	DE 12:00 pm a 6:00 pm	<u>18 horas</u>
		128 horas a la semana

La prueba duró 30 días efectivos.

HORAS CÁMERA

128 horas a la semana = 160 Horas Cámara Semanales
 .8 Condensado por hora 160 x 5 Sem. = 800 Horas Cámara Totales

HORAS HORARIO

8 días x 24 = 144 Horas Horario Semanales
 144 x 5 Sem. = 720 Horas Horario Totales

Cuando la prueba llegó a su fin se siguieron los siguientes pasos:

- 1.- Se sacaron los pinceles de la cámara y se enjuagaron con agua limpia, sin tallarles o rasparlos.
- 2.- Se dejaron secar por 4 horas para estabilizar la película.
- 3.- Se reportaron las siguientes observaciones tomadas como bien los criterios de la ASTM como se indica a continuación:

a) Adherencia	CUALITATIVO
b) Corrosión bajo película	ASTM - D- 610
c) Ampollamiento	ASTM - D -714
d) Desasturamiento	ASTM - D -772
e) Cambio de color	CUALITATIVO

a) Adherencia (Cualitativo)

Se aplicó cinta Scotch de 3/4" a lo largo de los cortes en la cruz de Evans y se dejó por un minuto. Se jaló bruscamente y se observó.

Si hay desprendimiento total a cada lado del corte en más de 1/8 de pulg. el recubrimiento está considerado como rechazado. Algunas técnicas recomiendan usar en lado del corte únicamente en cada inspección para no debilitar la película en su totalidad a través de todas las inspecciones. Es decir, se desprenden de 4 lados a, b, c y d para evaluar en cuatro - ocasiones. (Ver fig. 31)

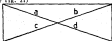


Fig. 31 Zonas de evaluación en el Pónei
(Cruz de Evans)

Este desprendimiento se reportará en porcentaje de acuerdo a la parte desprendida tomando en consideración que la cruz completa vale 100%.

En todos los póneles se efectúa esta prueba y en todos los sistemas

no se presentó pérdida de adherencia, por lo tanto todos los pánels pa-
saron la prueba.

b) Corrosión bajo película ASTM - D - 610

Para detectar esta falla, se analizó detenidamente cada pánel y se
obtuvieron los siguientes resultados:

SISTEMAS	% DE CORROSION BAJO PÉLICULA	CLASIFICACIÓN	RESULTADOS
1	100%	Máxima	No pasa
2	0	Eccelente	Pasa
3	0	Eccelente	Pasa
4	0	Eccelente	Pasa
5	100%	Máxima	No pasa
6	30%	Regular	Pasa

Eccelente	-	0 a 10%	Pasa
Satisfactoria	-	11 a 30%	Pasa
Buena	-	31 a 50%	Pasa
Regular	-	51 a 70%	Pasa
Mala	-	71 a 90%	No pasa
Máxima	-	91 a 100%	No pasa

c) Ampollamiento ASTM - D - 314

Para esta prueba fue necesario hacer comparaciones visuales entre
los pánels y las escaleras fotográficas que se utilizan para este fin
(Fig. 22, 23, 24 y 25)

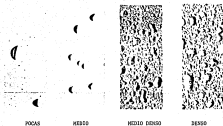


Fig. 22 Ampolla No. 2

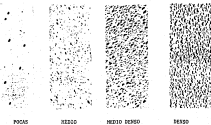


Fig. 23 Ampolla No. 4



FOCAS



HEDDO



HEDDO DENSO



DENSO

Fig. 14 Ampolla No. 6



FOCAS



HEDDO



HEDDO DENSO



DENSO

Fig. 25 Ampolla No. 8

Los datos obtenidos fueron los siguientes:

SISTEMAS	TIPO DE AROJILLA	EVALUACION
1	No. 2 Medio Densa	No pasa
2	No. 2 Medio	No Pasa
3	0	Pasa
4	0	Pasa
5	No. 8 Densa	No pasa
6	No. 8 Medio densa	No pasa

d) Descascaramiento ASTM - D - 772

En esta prueba los datos registrados fueron:

SISTEMAS	DESCASCAMIENTO	EVALUACION
1	No	Pasa
2	No	Pasa
3	No	Pasa
4	No	Pasa
5	Si	No pasa
6	No	Pasa

e) Cambio de color CALIFORNIA

En ningún panel se presentó el cambio de color, por lo tanto, todos pasaron la prueba.

Todos los resultados obtenidos en la Prueba de Cámara Salina se comparan en la tabla 16.

S I S T E M A S

PRUEBAS	1	2	3	4	5	6
ADHERENCIA	PASO	PASO	PASO	PASO	PASO	PASO
CORROSION ASTM D-660	NO PASO	PASO	PASO	PASO	NO PASO	PASO
AMPOLLAMIENTO ASTM D-774	NO PASO	NO PASO	PASO	PASO	NO PASO	NO PASO
DESCASCARAMIENTO ASTM D-772	PASO	PASO	PASO	PASO	NO PASO	PASO
CAMBIO DE COLOR	PASO	PASO	PASO	PASO	PASO	PASO
EVALUACION	NO PASA	NO PASA	PASO	PASO	NO PASA	NO PASA

TABLA 26. EVALUACION EN CAMARA SALINA

PRUEBA DE FLEXIÓN CON MANDRIL CÓNICO
ASTM - D - 322

La prueba de flexión fué realizada en todas las pólizas y en ningún póliz se presentaron fallas (astriado, pérdida de adherencia, etc.) Por lo tanto, todas las pólizas pasaron la prueba excelentemente.

PRUEBAS DE ADHERENCIA A LA TRACCIÓN (ASTM -D- 3197)
Y ADHERENCIA A LA TENSIÓN (ASTM - D - 3359)

Se realizaron estas 2 pruebas y los resultados fueron los siguientes:

S I S T E M A S						
	1	2	3	4	5	6
PRUEBA						
ADHERENCIA A LA TRACCIÓN	2 Kilos	10 kgs.	10 kgs.	10 kgs.	10 kgs.	10kgs.
ASTM-D-3197	No pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa
ADHERENCIA A LA TENSIÓN	Grado E	Grado E	Grado A	Grado A	Grado A	Grado A
ASTM-D-3359	No pasa	No pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa

En la prueba de adherencia a la TRACCIÓN, el sistema 1 fue rechazado porque no alcanzó el nivel mínimo de adherencia marcado en la tabla - 22 pág. 113, todos los demás sistemas pasaron la prueba excelentemente.

En la prueba de adherencia a la TENSIÓN, los sistemas 1 y 2 fueron

rechazados porque no alcanzaron el nivel de adherencia marcadas en la tabla 24 pág. 118, todas las demás sistemas aprobaron la prueba satisfactoriamente.

3.4 RESULTADOS

La evaluación final de todas las pruebas realizadas a los pines se encuentran en la tabla 27, pág. 146.

S I S T E M A S						
PRUEBAS	1	2	3	4	5	6
CAMARA SALINA ASTM B-117	NO PASA	NO PASA	PASA	PASA	NO PASA	NO PASA
FLEXION ASTM D-502	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA
ADHERENCIA A LA TRACCION ASTM D-2197	NO PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA
ADHERENCIA A LA TENSIÓN . ASTM D-2259	NO PASA	NO PASA	PASA	PASA	PASA	PASA
EVALUACION FINAL	NO PASA	NO PASA	PASA	PASA	NO PASA	NO PASA

TABLA 27. EVALUACION FINAL

Los sistemas 1, 2 y 3, no fueron aceptados porque no pasaron una -
prueba.

Los sistemas 3 y 4 fueron aceptados.

Para saber se necesita el mejor sistema, fue necesario comparar los
estudios académicos de los 2 sistemas para elegir el más óptimo.

CAPITULO VI

ESTUDIO ECONOMICO

ESTUDIO ECONOMICO

5.1 ANALISIS DE COSTOS

La superficie a limpiar y a pintar es de 89.92 m.²

Los rendimientos teóricos de los recubrimientos a un espesor de 1 milímetros son los siguientes:

PRIMAEROS	RENDIMIENTO TEORICO
1.- Inorgánico de Zinc EP-4	22.0 m ² /Lt - 1 mil.
2.- Epóxico Rico en Zinc con Poliamida	22.0 m ² /Lt - 1 mil.
ENLACE	
1.- Vinil Epóxico EP-7	7.0 m ² /Lt - 1 mil.
ACABADOS	
1.- Vinil Acrílico RA-22	10.0 m ² /Lt - 1 mil.
2.- Acrílico Poliuretano RA-28	19.25m ² /Lt - 1 mil.

Los costos actuales de los Recubrimientos por litro son:

- INORGANICO DE ZINC	EP-4	\$57,500.00
- EPOXICO RICO EN ZINC CON POLIAMIDA		\$57,500.00
- VINIL EPOXICO	EP-7	\$13,360.00
- VINIL ACRILICO	EP-22	\$19,150.00
- ACRILICO POLIURETANO	RA-28	\$30,900.00
- SOLVENTE		\$ 5,790.00

Los costos de limpieza por m.² son los siguientes:

LIMPIEZA MANUAL	\$10,000.00
LIMPIEZA CON CEMENTO DE ARENA A METAL BLANCO	\$25,000.00

4.2 CALCULO DE COSTOS

Los costos unitarios de los recubrimientos en los Sistemas, fueron los siguientes:

RECUBRIMIENTOS	ESPESES	SISTEMA I ACTUAL		
		RECUBRIMIENTO TEORICO	COSTO ACTUAL (Lq.)	COSTO UNITARIO
INCRUSTICO DE EPOC EP-4	2 mil	$11.0m^2/lt-4mil$	\$37,500.00	\$ 3,227.00
VINIL ESPESADO EP-7	1 mil	$7.0m^2/lt-4mil$	\$13,360.00	\$ 1,908.50
VINIL ACRILICO PA-22	1.3mil	$8.3m^2/lt-4mil$	\$19,150.00	\$ 2,301.00
SOLVENTE			\$ 5,798.00	\$ 494.00
			COSTO UNITARIO TOTAL	\$ 7,940.50

CALCULO DEL SOLVENTE QUE SE UTILIZO Y DEL COSTO UNITARIO

La cantidad de Recubrimiento aproximado que se encuentra en $1 m^2$ es la siguiente:

$$1 m^2/11.0m^2 = .0910 \times \$37,500.00 = \$ 3,227.00$$

$$1 m^2/7.0m^2 = .1429 \times \$13,360.00 = \$ 1,908.50$$

$$1 m^2/8.3m^2 = \frac{.1190}{.3449} \times \$19,150.00 = \$ 2,301.00$$

Aproximadamente se utilizo un 30% de solvente del recubrimiento teórico de los recubrimientos, esto es:

$$.3449 \times .30 = .0609$$

Multiplicado por el precio del solvente por litro se da como resulta

de el costo unitario del Solvente que se utilizó.

$$0.698 \times 55,790 = \$ 404.00$$

Conociendo el costo unitario total del sistema I se encontrará el ca-
no de materiales, el costo de limpieza y el costo de aplicación.

COSTO DE MATERIALES	\$ 9,740.50	x 89.92	=	\$ 875,866.00
COSTO DE LIMPIEZA (NORMAL)	\$ 10,000.00	x 89.92	=	\$ 899,100.00
COSTO DE APLICACION	\$ 9,740.50	x 89.92	=	\$ 875,866.00
				<u>\$2,650,832.00</u>

La suma de estos costos, nos da como resultado el costo de Uso.

Por lo tanto el Costo de Uso del sistema I = \$2,650,832.00

SISTEMA III

RECOBRIMIENTO	ESPESES	RENDIMIENTO TEORICO	COSTO ACT. (LT)	COSTO UNITARIO
EPONICO 8000 EN ZINC CON POLIAMIDA	3 mil	$7.3m^2/L$	\$57,500.00	\$ 7,877.00
VENEL EPONICO EP-7	1 mil	$20 m^2/L$	\$19,950.00	\$ 997.50
ACHILADO POLIURETANO PA-28	3 mil	$6.4m^2/L$	\$36,900.00	\$ 4,828.00
SOLVENTE			\$ 5,790.00	\$ 397.50
				<u>\$14,100.00</u>

Cálculo del Solvente utilizado y del costo unitario. La cantidad de
recubrimiento aproximado que se encuentra en $1 m^2$ es la siguiente:

$$1m^2/7.3 m^2 = .1370 \times 57,500.00 = \$ 7,877.00$$

$$1m^2/20 m^2 = .0500 \times 19,950.00 = \$ 997.50$$

$$1m^2/6.4 m^2 = .1563 \times 36,900.00 = \$ 4,828.00$$

Se utiliza un 30% de la cantidad total de Recubrimiento en $1 m^2$, -

Por lo tanto:

$$.1633 \times .20 = .03266$$

Multiplicado por el precio por litro, obtenemos el costo unitario - del solvente que se utilizará.

$$.03266 \times 35,190.00 = 1157.30$$

Ta obtenido el Costo Unitario Total del sistema 3, se calculó el -- Costo de Materiales, el Costo de Limpieza y el Costo de Aplicación.

COSTO DE MATERIALES	\$ 14,100.00	x 89.92	= \$1'267,872.00
COSTO DE LIMPIEZA (MANUAL)	\$ 10,000.00	x 89.92	= \$ 899,200.00
COSTO DE APLICACION	\$ 14,100.00	x 89.92	= \$1'267,872.00
			<u>\$3'434,944.00</u>

La suma de estos costos da como resultado, el costo de uso.

Por lo tanto, el Costo de Uso del sistema 3 = \$3'434,944.00

SISTEMA IV

RECOMENDAMIENTO	ESPESOR	REQUIMIERO TECNICO	COSTO ACTUAL (Lr)	COSTO UNITARIO
EPOXICO RICO EN TINC CON POLIAMIDA	3mil	7.3m ² /lit-lmli	\$59,500.00	\$ 7,877.00
VINIL EPOXICO EP-7	1mil	10m ² /lit-lmli	\$19,950.00	\$ 997.50
ACRILICO POLIURETANO SA-28	1mil	6.4m ² /lit-lmli	\$30,000.00	\$ 4,828.00
SOLVENTE			\$ 3,700.00	\$ 397.00
				<u>\$11,100.00</u>

El cálculo del Solvente y del Costo Unitario se obtiene igual que el Sistema 3.

Ya obtenido el Costo Unitario total del Sistema 4, se calculó el Costo de Materiales, el Costo de Limpieza y el Costo de Aplicación.

COSTO DE MATERIALES	$314,100.00 \times 69.92 =$	$\$1'267,672.00$
COSTO DE LIMPIEZA (CICERO DE ARENA)	$325,000.00 \times 69.92 =$	$\$2'268,000.00$
COSTO DE APLICACION	$314,100.00 \times 69.92 =$	$\$1'267,672.00$
		<u>$\\$4'783,344.00$</u>

El costo de Use. del Sistema 4 = $\$4'783,344.00$

4.3 TASA DE RETORNO

SISTEMA I (ACTUAL)

El tiempo estimado de Servicio de este Sistema es de 1½ año, por lo tanto:

$$\frac{\text{Costo de Use}}{\text{Tiempo estimado de servicio}} = \text{TASA DE RETORNO}$$

$$\frac{\$2'650,937.00}{1\frac{1}{2} \text{ años}} = \$1'767,288.00$$

La Tasa de Retorno Anual para el sistema I es de: $\$1'767,288.00$

SISTEMA III

El tiempo estimado de servicio es de 4-5 años y la media es de 5 años.

$$\frac{\text{Costo de Use}}{\text{Tiempo estimado de Servicio}} = \text{TASA DE RETORNO}$$

$$\frac{\$2'414,944.00}{5 \text{ años}} = \$482,988.80$$

La Tasa de Retorno Anual para el Sistema 3 es de: $\$482,988.80$

SISTEMA IV

El tiempo estimado de servicio es de 5-10 años y la media es de 8 años.

$$\frac{\text{Costo de Use}}{\text{Tiempo estimado de Servicio}} = \text{TASA DE RETORNO}$$

$$\frac{\$4'783,344.00}{8 \text{ años}} = \$597,918.00$$

La Tasa de Retorno Anual para el sistema 4 es de: $\$597,918.00$

6.4 RENTABILIDAD

En el sistema actual, el tiempo estimado de servicio es de 1½ años mientras que en el sistema 4 el tiempo estimado de servicio es de 8 años

Por lo tanto:
$$\frac{8 \text{ años}}{1\frac{1}{2} \text{ años}} = 5.3$$

$$5.3 \times \$2'650,932.00 = \$14'049,939.60$$

Esto quiere decir, que necesitamos 5.3 veces hacer la inversión del sistema 1 a lo largo de 8 años para igualar el tiempo estimado de servicio del sistema 4. Invertiendo \$14'049,939.60 obteniendo una tasa de Retorno de
$$\frac{\$14'049,939.60}{8} = \$1'756,242.50 \text{ anual}$$

Obteniendo una tasa de Retorno Anual de \$1'756,242.50 mucho mayor que \$394,963.00 que es la tasa de Retorno en el sistema 4.

Mientras que con la inversión de \$14'049,939.60 destinando al sistema 4, se puede proteger por 2.94 veces, esto es:

$$\frac{\$14'049,939.60}{\$4'783,744.00} = 2.94 \text{ veces} \times 8 \text{ años} = 23.50 \text{ años}$$

Obteniendo un Periodo de Protección aproximado de 23.50 años

PUNTO DE EQUILIBRIO

Los datos que a continuación se detallan, fueron proporcionados por la Empresa TIDAR, S.A. de C.V. que se encuentra en Villahermosa Tabasco.

DATOS OBTENIDOS EN 1984

UNIDADES DE PRODUCCION	9'009,730. Lts.
INGRESOS	\$ 484,137,855.98
COSTOS TOTALES	\$ 455,513,316.98

DATOS OBTENIDOS EN 1985

UNIDADES DE PRODUCCION	17'980,670. Lts.
INGRESOS	\$ 854'230,728.40
COSTOS TOTALES	\$ 782'430,338.48

DATOS OBTENIDOS EN 1986

UNIDADES DE PRODUCCION	8'590,480 Lts.
INGRESOS	\$ 634'753,793.90
COSTOS TOTALES	\$ 588'855,894.90

DATOS OBTENIDOS EN 1987

UNIDADES DE PRODUCCION	22'580,350. Lts.
INGRESOS	\$1.830'133,738.00
COSTOS TOTALES	\$1.463'990,288.00

DATOS OBTENIDOS EN 1988

UNIDADES DE PRODUCCION	22'348,700 Lts.
INGRESOS	\$1.258'568,210.00
COSTOS TOTALES	\$1.129'917,191.00

DATOS OBTENIDOS EN 1989

UNIDADES DE PRODUCCION	18'831,840 Lts.
------------------------	-----------------

INGRESOS	\$ 1,778'083,694.00
COSTOS TOTALES	\$ 1,594'186,256.00

	Y	X		CP-CT-CP
	COSTOS TOTALES (CT)	LITROS	COSTOS FIJOS (CF)	COSTOS VARIABLES (CV)
1984	\$ 435'513,216.90	9'209,730	\$29'333,033.70	\$ 426'180,183.20
1985	\$ 782'430,538.40	17'980,670	\$29'333,033.70	\$ 753'097,504.70
1986	\$ 588'053,894.90	8'590,480	\$29'333,033.70	\$ 358'720,861.20
1987	\$1,463'990,288.00	22'546,350	\$29'333,033.70	\$1,218'655,726.00
1988	\$1,129'917,191.00	12'348,780	\$29'333,033.70	\$1,100'584,157.00
1989	\$1,594'186,256.00	18'831,840	\$29'333,033.70	\$1,564'853,222.00

	Y	X
	INGRESOS (I)	LITROS
1984	\$ 484'137,036.90	9'209,730
1985	\$ 854'290,729.40	17'980,670
1986	\$ 634'753,793.90	8'590,480
1987	\$1,250'585,210.00	12'348,780
1989	\$1,778'083,694.00	18'831,840

COSTOS TOTALES/LITROS	INGRESOS/LITROS
$\sum x = 89'521,770$	$\sum x = 89'521,770$
$\sum y = 6,014'093,386$	$\sum y = 6,631'804,214$
$\sum x^2 = 1,498'017,949 \times 10^{13}$	$\sum x^2 = 1,498'017,949 \times 10^{13}$
$\sum y^2 = 7,126'909,816 \times 10^{18}$	$\sum y^2 = 8,749'326,258 \times 10^{18}$
$\sum xy = 1,023'186,637 \times 10^{17}$	$\sum xy = 1,369'747,006 \times 10^{17}$

$$\frac{\sum x}{n} = 14'920,295$$

$$\frac{\sum y}{n} = 1,002'348,898$$

$$x_{dn} = 5,201'589,738$$

$$y_{dn} = 427'910,372,2$$

$$x_{dn-1} = 5'697,836,979$$

$$y_{dn-1} = 448'762,187$$

$$con_{n1} = 0,10$$

$$g_1^2 = 4$$

$$a_1 = 29'333,033,53$$

$$b = 65,214 231 06$$

$$r = 0,792 683 754 3 \text{ (as Significativa)* } r = 0,792 211 343 \text{ (as Significativa)*}$$

$$y = a + bx$$

$$y - bx = a \quad y = 65,214 231 06 \quad x = 29'333,033,53 \quad (1)$$

$$y = 74,081 022 01 \quad x = -0,123 308 296 3 \quad (3)$$

RESOLVIENDO POR GAUSS JORDAN OBTENEMOS:

$$Y_1 = 245'874,700$$

$$X_1 = 3'388,280$$

LITROS

x 1.000.000

1400
1300
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0

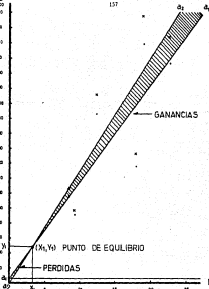


FIGURA N. 22 PUNTO DE EQUILIBRIO

En el Punto de Equilibrio (E_{p1}) La Empresa no genera pérdidas y ganancias, pero para este caso concreto, después del Punto de Equilibrio la Empresa genera ganancias y con el método nuevo genera mejor rentabilidad. (Pág. 133).

CONCLUSIONES

Conociendo el mecanismo de la corrosión, se tienen bases para poder plantear adecuadamente el problema y con ello erradicarlo. Teniendo que cuidar hasta los mínimos detalles para evitar dejar focos donde se pueda infiltrar dañando al equipo irreversiblemente.

Las normas que Feasac usa marca, no son obligatorias, por el contrario, la Empresa puede y debe aumentar la calidad de la protección, aumentando las utilidades y la vida misma del equipo, estas normas son las re- qu- is- ta- da- s m- ín- imas con que se puede atacar este problema.

Los recubrimientos son los sistemas con mayor demanda en la actualidad por su alta resistencia a la corrosión, basada en la formación de una barrera que impida el paso a los agentes oxidantes a la superficie utili- za- da.

Por lo tanto, el éxito de un sistema de Protección Anticorrosión, depende de factores tales como: la preparación de la superficie, la adecuada combinación y la correcta aplicación de los Recubrimientos que componen el sistema así como la certificación de que el recubrimiento se encuentra dentro de las características, propiedades y composiciones correspondientes a las especificaciones de calidad o por encima de ellas.

A partir de las primeras pruebas, se observó que afectaba mucho la calidad de un sistema, la preparación de superficie, notando que los

pólicas limpiadas con Chorro de Arena eran más resistentes que los limpiados en forma manual).

La elección del sistema a elegir, nunca debe realizarse al azar, - debe realizarse con base en los datos obtenidos en las pruebas correspondientes a su género y complementadas con el estudio económico, donde se justifica la elección final.

En este Estudio, los sistemas 3 y 4, fueron los mejores, pero se detectó, con ayuda del estudio económico, que el sistema 4, aunque más caro al implantarse, resultaba el más barato a largo plazo.

Hoy en día se reconoce, que ninguna prueba puede definir exactamente las propiedades y el comportamiento de los recubrimientos, pero también se afirma que una prueba bien llevada, puede proporcionar información suficiente respecto a muchas aplicaciones, aunque para ciertos casos, se requieren pruebas especiales.

BIBLIOGRAFIA

LLOO A HERRERO

Química en Ingeniería

Ed. Urco

CHEMICAL ENGINEERING

Cursos técnicos de Corrosión

Mayo 71/ Abril 72.

INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

Introducción a la Corrosión

UNILEC S.A.

Corrosión y control de la corrosión

Ed. Wiley

ZAVALA, ANTONIO ING.

Manual Técnico Prometal

Ed. 1962

PEMEX, INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

Series para Proyectos de obras

Ed. 1962

- Serie 3.132.01 Recubrimientos para protección anticorrosiva, Muestreo y Pruebas.
- Serie 4.132.01 Recubrimientos para protección anticorrosiva, requisitos de calidad
- Serie 3.132.01 Recubrimientos para protección anticorrosiva, preparación de superficies, aplicación e inspección.
- Serie 3.132.01 Sistemas de protección anticorrosiva a base de recubrimientos.

PLUDEK J.R.,

Design and corrosion control

Ed. John Wiley & sons N.

INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

Introducción a Los recubrimientos anticorrosivos

Ed. 1979

- SSPC STEEL STRUCTURES PAINTING COUNCIL.
Steel structures paint manual
 Vol. 1 y 2
 2a. Ed.
- SSPC Ficcional surface preparation standards for painting steel
- SDSIRICH
Handbook of surface preparation
 Ed. Palmerton
- NACE
Surface preparation handbook
- MUNIER CH. H.
Prevención de la corrosión por recubrimientos
 Ed. NACE
- CHARPION F.A.
Ensayos de corrosión
 Ed. Eyrol
- ASTM SOCIETY FOR TEST AND MATERIALS
American and tests procedures, test for formulated products
 and applied testing
 B-117, B-1634, B-609, D-610, D-774, D-322, D-2197, D-3139
 Ed. 1978
- MERRAY E. SPIEGEL; LORENZO ABELLANAS
Fórmulas y Tablas de matemáticas aplicadas
 Serie Schaum
 Ed. Mc Graw Hill/Interamericana, México
- NACA URUIDA
Evaluación de Protección
 Ed. Mc Graw Hill, México
- RODRILLA, SANTIAGO
Guía para elaborar la Tesis
 Ed. Interamericana, México

TAMAYO

El Proceso de Investigación Científica

Ed. Limusa, México

TREJILLO JUAN JOSE

Elementos de Ingeniería Industrial

Ed. Limusa, México

TAYLOR S.A.

Ingeniería Económica

Ed. Limusa, México