



**SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS
ANTICORROSIVOS**

**ESPECIFICACIÓN
CFE D8500-01**

**ABRIL 2007
REVISA Y SUSTITUYE A LA
EDICIÓN DE ENERO 2004**

MÉXICO

CONTENIDO

1	OBJETIVO	1
2	CAMPO DE APLICACIÓN	1
3	NORMAS QUE APLICAN	1
4	DEFINICIONES Y CLASIFICACIÓN	3
4.1	Acabado	3
4.2	Adhesión	4
4.3	Agua cruda	4
4.4	Ambiente	4
4.5	Ambiente Industrial	4
4.6	Ambiente Marino	4
4.7	Ambiente Rural	4
4.8	Condiciones de Exposición	4
4.9	Componente Volátil	4
4.10	CRETIB	4
4.11	Corrosión	4
4.12	Detector de Poros	4
4.13	Disposición Final	4
4.14	Escama de Laminación	5
4.15	Espesor Húmedo	5
4.16	Espesor Seco	5
4.17	Exteriores	5
4.18	Inhibidor de Corrosión	5
4.19	Inhibidor Fase-Vapor	5
4.20	Inmersión	5
4.21	Interiores	5
4.22	Intermedio	5
4.23	Limpieza de Superficie	6
4.24	Lote de Producto	6

4.25	Materiales Peligrosos _____	6
4.26	Perfil de Anclaje _____	6
4.27	Pigmento _____	6
4.28	Pintura _____	6
4.29	Poros _____	6
4.30	Primario _____	6
4.31	Protección en Fábrica _____	6
4.32	Punto de Rocío _____	6
4.33	Recubrimiento Anticorrosivo _____	6
4.34	Recubrimiento Antivegetativo _____	6
4.35	Rendimiento Teórico _____	7
4.36	Resistividad _____	7
4.37	Residuo _____	7
4.38	Residuo Peligroso _____	7
4.39	Revestimiento _____	7
4.40	Secado Duro _____	7
4.41	Sistema de Recubrimiento Anticorrosivo _____	7
4.42	Solvente (Desengrasante) _____	7
4.43	Sustancias Contaminantes (en una Superficie) _____	7
4.44	Sustrato _____	7
4.45	Superficies Sujetas a Tránsito _____	8
4.46	Vehículo _____	8
4.47	Viscosidad _____	8
4.48	Volumen de Sólidos _____	8
4.49	Zona Climática _____	8
4.50	Clasificación _____	10
5	CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES GENERALES _____	12
5.1	Condiciones de Exposición _____	12
5.2	Preparación de Superficies _____	13

SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS	ESPECIFICACIÓN CFE D8500-01
--	--

5.3	Aplicación de Recubrimientos _____	36
6	CONDICIONES DE OPERACIÓN _____	51
7	CONDICIONES DE DESARROLLO SUSTENTABLE _____	51
7.1	Generalidades _____	51
7.2	Procedimiento _____	51
8	CONDICIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL _____	52
9	CONTROL DE CALIDAD _____	52
9.1	Generalidades _____	52
9.2	Control de Calidad del Producto _____	52
9.3	Control de Calidad en la Aplicación de Sistemas de Recubrimientos _____	53
9.4	Supervisión Posterior Periódica _____	64
10	MARCADO _____	64
11	EMPAQUE, EMBARQUE, TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANEJO _____	65
12	BIBLIOGRAFÍA _____	79
APÉNDICE A	ZONAS CLIMÁTICAS Y CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES _____	80
APÉNDICE B		
FORMATO 1	REGISTRO PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN LA APLICACIÓN DEL SISTEMA DE RECUBRIMIENTOS _____	85
APÉNDICE B		
FORMATO 2	REGISTRO DE MEDICIÓN DE ESPESORES EN APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS _____	86
APÉNDICE C	INFORME DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES ATMOSFÉRICAS _____	87
APÉNDICE D	INFORME DE SUPERVISIÓN PERIÓDICA DE SISTEMAS DE RECUBRIMIENTO _____	88
TABLA 1	Condiciones de exposición _____	12
TABLA 2	Procedimientos de limpieza y preparación de superficie _____	13
TABLA 3	Solventes recomendados para la limpieza de superficies _____	17
TABLA 4	Materiales recomendados en la preparación con abrasivos a presión _____	28
TABLA 5	Equipo recomendado en la preparación de superficie con abrasivos a presión _____	29
TABLA 6	Procedimiento de aplicación de recubrimientos _____	37

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS	ESPECIFICACIÓN CFE D8500-01
--	--

TABLA 7	Equipo utilizado en la aplicación de recubrimientos por aspersion con aire	46
TABLA 8	Equipo utilizado en la aplicación de recubrimientos por aspersion sin aire	49
TABLA 9A	Tension de prueba del detector de poros de acuerdo al espesor del recubrimiento	56
TABLA 9	Cálculo del porcentaje de sólidos en volumen	58
TABLA 10	Clasificación de la prueba de adherencia	59
TABLA 11	Fallas en los recubrimientos, causas y recomendaciones para corregirlas	60
TABLA 12	Recomendaciones de sistemas para superficies de acero al carbón o hierro fundido	66
TABLA 13	Recomendaciones de sistemas de protección para superficies de acero galvanizado	75
TABLA 14	Recomendaciones de sistemas para superficies de concreto, yeso y aplanado	77
FIGURA 1	Clasificación de las zonas climáticas de la República Mexicana	9
FIGURA 2	Equipo recomendado para la limpieza con abrasivos a presión (chorro de arena)	30
FIGURA 3	Clasificación de la prueba de adherencia por el método "B"	59
FIGURA 4	Puntos de medición de tuberías	62
GRÁFICA 1	Determinación de temperatura mínima del sustrato y punto de rocío, partiendo de temperatura del aire y humedad relativa	31

SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS	ESPECIFICACIÓN CFE D8500-01
--	--

1 OBJETIVO

Establecer la adecuada selección, preparación de superficie y aplicación de los recubrimientos anticorrosivos en las instalaciones y equipos de CFE, considerando la seguridad y economía.

2 CAMPO DE APLICACIÓN

Se aplica cuando se adquieren recubrimientos anticorrosivos que deben utilizarse en instalaciones y equipos de acero al carbón, hierro fundido, acero galvanizado, aluminio, concreto y aplanado de yeso que requiera el recubrimiento.

Es un soporte técnico que se anexa a las bases de la licitación y al contrato.

No se incluyen las recomendaciones para recubrimientos metálicos.

3 NORMAS QUE APLICAN

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos.

Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos.

NOM-001-SEMARNAT-1996	Establece los Límites Máximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas de Aguas Residuales en Aguas y Bienes Nacionales.
NOM-001-STPS-1999	Edificios, Locales, Instalaciones y Áreas en los Centros de Trabajo-Condiciones de Seguridad e Higiene.
NOM-002- SEMARNAT -1996	Establece los Límites Máximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas de Agua Residuales a los Sistemas de Alcantarillado.
NOM-003-SCT-2000	Características de las Etiquetas de Envases y Embalajes Destinadas al Transporte de Sustancias Materiales y Residuos Peligrosos.
NOM-004-SCT-2000	Sistema de Identificación de Unidades Destinadas al Transporte de Sustancias Materiales y Residuos Peligrosos.
NOM-005-SCT-2000	Información de Emergencia para el Transporte Terrestre de Sustancias, Materiales y Residuos Peligrosos.
NOM-006-STPS-2000	Manejo y Almacenamiento de Materiales-Condiciones y Procedimientos de Seguridad.
NOM-007-SCT2-2002	Marcado de Envases y Embalajes Destinados al Transporte de Sustancias y Residuos Peligrosos.
NOM-008-SCFI-2002	Sistema General de Unidades de Medida.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS	ESPECIFICACIÓN CFE D8500-01
--	--

NOM-010-SCT2-2003	Disposiciones de Compatibilidad y Segregación para el Almacenamiento y Transporte de Sustancias, Materiales y Residuos Peligrosos.
NOM-011-SCT2-1994	Condiciones para el Transporte de las Sustancias, Materiales y Residuos Peligrosos en Cantidades Limitadas.
NOM-011-STPS-2001	Condiciones de Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo donde se Genere Ruido.
NOM-017-STPS-2001	Equipo de Protección Personal, Selección, Uso y Manejo en los Centros de Trabajo.
NOM-018-STPS-2000	Sistema para la Identificación y Comunicación de Peligros y Riesgos por Sustancias Químicas Peligrosas en los Centros de Trabajo.
NOM-019-SCT2-1994	Disposiciones Generales para la Limpieza y Control de Remanentes de Sustancias y Residuos Peligrosos en las Unidades que Transportan Materiales y Residuos Peligrosos.
NOM-023-STPS-2003	Trabajos en Minas – Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo.
NOM-028-SCT2-1998	Disposiciones Especiales para los Materiales y Residuos Peligrosos de la Clase 3, Líquidos Inflamables Transportados.
NOM-030-STPS-2006	Servicios Preventivos de Seguridad y Salud en el Trabajo, Organización y Funciones.
NOM-043-SCT2-1994	Documento de Embarque de Sustancias, Materiales y Residuos Peligrosos.
NOM-047-SSA1-1993	Establece los Límites Biológicos Máximos Permisibles de Solventes Orgánicos en el Personal Ocupacionalmente Expuesto.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Establece las Características del Procedimiento de Identificación, Clasificación y los Listados de los Residuos Peligrosos.
NOM-053-SEMARNAT-1993	Establece el Procedimiento para Llevar a Cabo la Prueba de Extracción para Determinar los Constituyentes que Hacen a un Residuo Peligroso por su Toxicidad al Ambiente.
NOM-054-SEMARNAT-1993	Establece el Procedimiento para Determinar la Incompatibilidad entre Dos o Más Residuos Considerados como Peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993.
NOM-104-STPS-2001	Agentes Extinguidores-Polvo Químico Seco Tipo ABC a Base de Fosfato Mono Amónico.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS	ESPECIFICACIÓN CFE D8500-01
--	--

NOM-113-STPS-1994	Calzado de Protección.
NOM-115-STPS-1994	Cascos de Protección Especificaciones, Métodos de Prueba y Clasificación.
NOM-116-STPS-1994	Seguridad - Respiradores Purificadores de Aire Contra Partículas Nocivas.
NMX-B-231-1990	Cribas para la Clasificación de Materiales Granulares.
NMX-U-40-1978	Pinturas, Recubrimientos y Productos Afines - Muestreo.
ISO 8501-1-1988	Preparation of Steel Substrates before Application of Paints and Related Products-Visual Assessment of Surface Cleanliness-Part 1: Rust Grades and Preparation Grades of Uncoated Steel Substrates and of Steel Substrates After Overall Removal of Previous Coatings.
NRF-001-CFE-2000	Empaque, Embalaje, Embarque, Transporte, Descarga, Recepción y Almacenamiento de Bienes Muebles Adquiridos por CFE.
NRF-010-CFE-2001	Transportación Especializada de Carga.
NRF-012-CFE-2001	Cascos de Protección.
NRF-013-CFE-2001	Señales de Seguridad.
NRF-037-CFE-2003	Guantes de Protección Contra Sustancias Químicas.
CFE D8500-02-2007	Recubrimientos Anticorrosivos.
CFE H0000-09-1987	Monogafas.
CFE H0000-16-1997	Guantes de Cuero y Carnaza.
CFE H0000-22-1999	Calzado Contra Impacto.
CFE H0000-33-1990	Equipo de Protección Respiratoria (Mascarilla).
CFE L0000-15-1992	Código de Colores.

NOTA: En caso de que los documentos anteriores sean revisados o modificados debe tomarse en cuenta la edición en vigor o la última edición en la fecha de apertura de las propuestas de la licitación, salvo que la CFE indique otra cosa.

4 DEFINICIONES Y CLASIFICACIÓN

Para efectos de esta especificación se establecen las definiciones siguientes:

4.1 Acabado

Es la capa o capas final(es) de recubrimiento con propiedades de resistencia al ambiente y sellado del primario o intermedio y que cumpla con funciones estéticas.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

4.2 Adhesión

Es la tendencia de un recubrimiento a permanecer unido a una superficie.

4.3 Agua Cruda

Es el agua proveniente de pozo, río, lago o laguna sin tratamiento alguno.

4.4 Ambiente

Son las condiciones de exposición a las que están sometidas las superficies por recubrir.

4.5 Ambiente Industrial

El ambiente industrial y urbano se consideran juntos y es cuando la concentración media de NaCl se mantiene inferior a 15 mg/m² día, pero la concentración de SO₂ adquiere valores medios superiores a 15 mg/m² día.

4.6 Ambiente Marino

Es cuando la concentración de NaCl es superior a 15 mg/m² día, independientemente de la concentración que alcance el SO₂.

4.7 Ambiente Rural

Es cuando las concentraciones medias de SO₂ y NaCl son inferiores a 15 mg/m² día.

4.8 Condiciones de Exposición

Es el conjunto de características físicas y químicas a las que está sujeta una superficie a recubrir.

4.9 Componente Volátil

Es la parte del recubrimiento que se evapora y que proporciona fluidez al mismo.

4.10 CRETIB

Es la abreviatura de las características que contienen los residuos y materiales peligrosos y que significan: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y biológico infeccioso.

4.11 Corrosión

Es el deterioro de un material (generalmente un metal) o de sus propiedades debido a la interacción con su ambiente, por medio de una reacción electroquímica.

4.12 Detector de Poros

Es el instrumento utilizado para localizar discontinuidades en las capas secas de los recubrimientos.

4.13 Disposición Final

Acción de depositar permanentemente los residuos en sitios y condiciones adecuados para evitar daños al ambiente (sitios de confinamiento controlado).

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

4.14 Escama de Laminación

Es la capa de óxidos, formada en una superficie metálica durante su fabricación y que puede presentarse en dos formas:

- a) Fuertemente adherida.
- b) Suelta.

4.15 Espesor Húmedo

Es el espesor de la capa de recubrimiento inmediatamente después de aplicado.

4.16 Espesor Seco

Es el espesor de la capa del recubrimiento que permanece en la superficie una vez alcanzado su secado duro.

4.17 Exteriores

4.17.1 Exteriores de equipo

Es la superficie externa de un equipo.

4.17.2 Exteriores en condiciones de exposición

Es la superficie expuesta a la intemperie.

4.18 Inhibidor de Corrosión

Es la sustancia que atenúa o controla la acción de la corrosión.

4.19 Inhibidor Fase-Vapor

Es un compuesto orgánico que agregado al ambiente se vaporiza controlando y reduciendo la acción de la corrosión en las superficies metálicas.

4.20 Inmersión

Son las condiciones de exposición de las superficies que están en contacto continuo con un líquido.

4.21 Interiores

4.21.1 Interiores de equipo

Es la superficie interna de un equipo.

4.21.2 Interiores en condiciones de exposición

Es la superficie no expuesta a la intemperie.

4.22 Intermedio

Es el recubrimiento que sirve de enlace entre el primario y el acabado, pudiendo cumplir además la función de incrementar el espesor del sistema.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

4.23 Limpieza de Superficie

Es la remoción de grasas, aceite y polvos de la superficie por recubrir.

4.24 Lote de Producto

Es el producido en una sola preparación en fábrica.

4.25 Materiales Peligrosos

Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, representen un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas.

4.26 Perfil de Anclaje

Es la rugosidad de la superficie que permite la adherencia apropiada del recubrimiento anticorrosivo.

4.27 Pigmento

Es el componente de un recubrimiento formado por partículas sólidas y finas que le proporcionan algunas de sus características físicas y/o químicas requeridas.

4.28 Pintura

Es un recubrimiento con un espesor menor de 50 µm y de uso estético.

4.29 Poros

Son las discontinuidades en las capas secas de los recubrimientos.

4.30 Primario

Es la capa o capas de recubrimiento con propiedades de adhesión y compatibilidad tanto con las superficies, así como con las capas subsecuentes y generalmente con acción inhibidora de la corrosión.

4.31 Protección en Fábrica

Es la protección que se da a las superficies recién fabricadas para su almacenamiento, transporte y montaje.

4.32 Punto de Rocío

Es la temperatura a la cual se inicia la condensación de la humedad del aire.

4.33 Recubrimiento Anticorrosivo

Es un material que se aplica sobre una superficie, con la finalidad de protegerla de la acción de la corrosión, aislándola del ambiente en que se encuentra y cuyo espesor es mayor de 50 mm.

4.34 Recubrimiento Antivegetativo

Es el recubrimiento utilizado en ambientes propicios al desarrollo de organismos vivos nocivos a las instalaciones.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

4.35 Rendimiento Teórico

Es el área en m² que se cubre con 1 dm³ de recubrimiento anticorrosivo, a un espesor seco a 25 µm.

4.36 Resistividad

Es la resistencia específica de un material en Ωm que se determina sobre una muestra del mismo que tenga un m de longitud y un m² de sección transversal.

4.37 Residuo

Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuya calidad no permita utilizarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

4.38 Residuo Peligroso

Es todo aquel residuo en cualquier estado físico, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representa un peligro para el equilibrio ecológico o para el ambiente.

4.39 Revestimiento

Es el recubrimiento anticorrosivo de un espesor seco mayor a 1 000 µm que se utiliza cuando existe corrosión.

4.40 Secado Duro

Se llama secado duro, cuando al ejercer la máxima presión del brazo con el dedo pulgar sobre un punto determinado de superficie recubierta, se hace un giro de 90 ° sin separar el dedo, la película no sufre deformación.

4.41 Sistema de Recubrimiento Anticorrosivo

Es aquel formado por:

- a) Preparación de superficie.
- b) Una o más capas de recubrimiento anticorrosivo que pueden ser, primario, intermedio y acabado según lo especificado.
- c) La aplicación de dichas capas de recubrimiento.

4.42 Solvente (Desengrasante)

Líquido empleado para disolver grasas y aceites adheridos al sustrato.

4.43 Sustancias Contaminantes (en una Superficie)

Es cualquier sustancia extraña a la superficie tales como: sales, polvos, aceite, grasa, suciedad, óxidos, escamas de laminación o agua.

4.44 Sustrato

Superficie donde se aplica un recubrimiento anticorrosivo.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

4.45 Superficies Sujetas a Tránsito

Se refiere a lugares que sufren abrasión, ocasionada por la circulación de personal o equipo.

4.46 Vehículo

Es la porción líquida de un recubrimiento que contiene resinas, componentes volátiles, aditivos y algunos componentes inertes.

4.47 Viscosidad

Es la propiedad física de líquidos y gases que mide su facilidad de fluidez.

4.48 Volumen de Sólidos

Es el volumen ocupado por la parte no volátil del recubrimiento, expresado en por ciento.

4.49 Zona Climática

Es la agrupación de zonas conforme a condiciones meteorológicas similares. Está basada en el sistema implementado por "Köppen" y modificado por E. García en 1964, para adaptarlo a las condiciones particulares de la República Mexicana, (véase figura 1).



810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

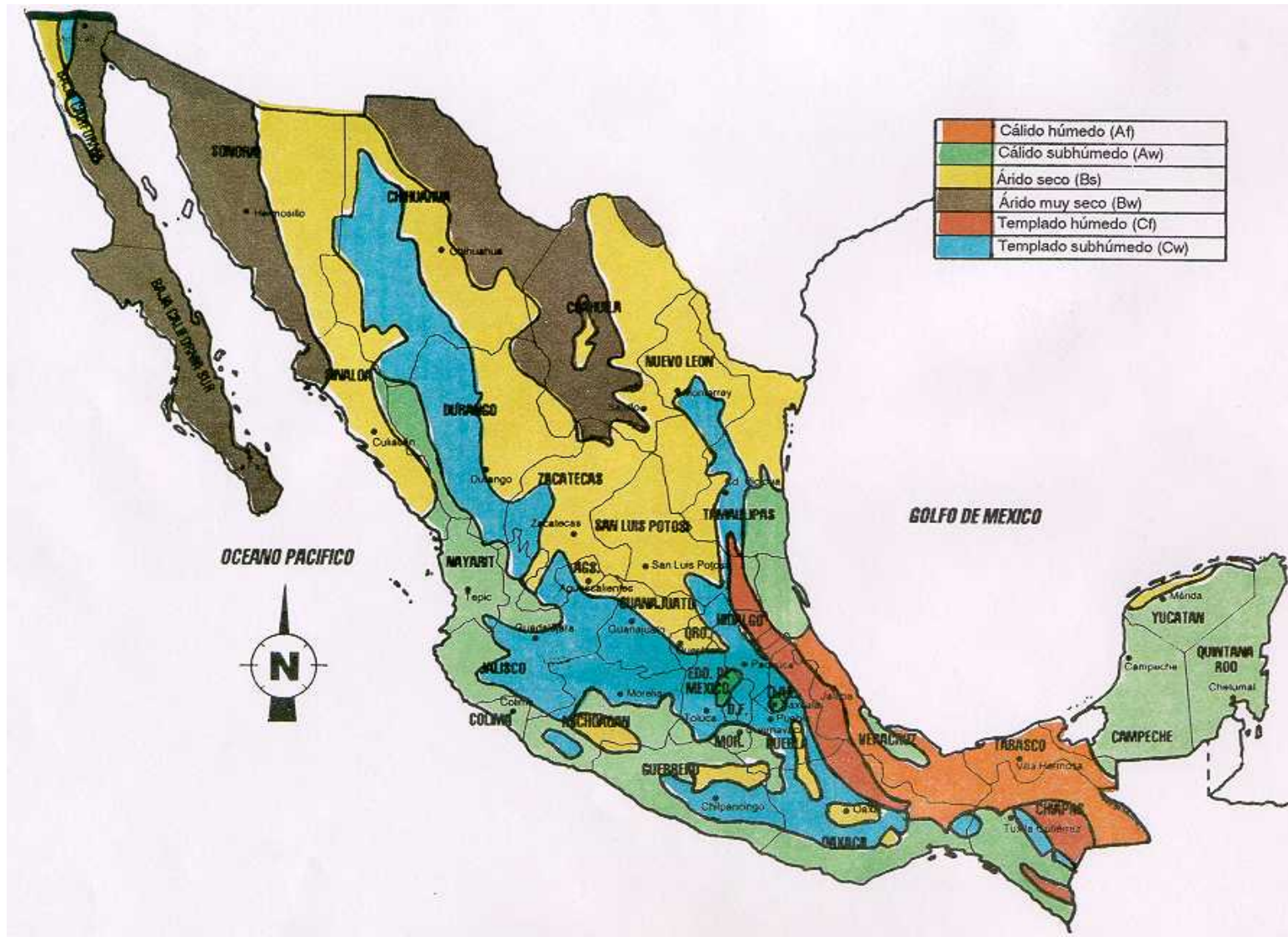


FIGURA 1 – Clasificación de las zonas climáticas de la República Mexicana

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

4.49.1 Zona climática cálido húmedo (Af)

Se refiere a zonas con clima tropical, con temperatura media mayor de 26 °C en verano y de (22 a 26) °C en invierno. Tiene lluvias todo el año con precipitaciones pluviales de (2 000 a 4 000) mm en invierno y mayores a 4 000 mm en verano.

4.49.2 Zona climática cálido subhúmedo (Aw)

Se refiere a zonas con clima tropical, con temperatura media mayor de 26 °C en verano y (22 a 26) °C en invierno. Tienen lluvias todo el año o en una estación, con precipitaciones pluviales de (600 a 1 000) mm en invierno y de (1 000 a 2 000) mm en verano.

4.49.3 Zona climática árido seco (Bs)

Son zonas con poca lluvia, con precipitaciones pluviales anuales de (300 a 600) mm y con temperaturas medias de (18 a 22) °C en verano y de (10 a 18) °C en invierno.

4.49.4 Zona climática árido muy seco (Bw)

Son zonas con escasa lluvia, con precipitaciones pluviales anuales menores de 100 mm y con temperaturas medias de (18 a 22) °C en verano y de (10 a 18) °C en invierno.

4.49.5 Zona climática templado húmedo (Cf)

Se refiere a zonas con clima templado, la temperatura media está entre (18 y 22) °C y de (10 a 18) °C en invierno. Tiene lluvias todo el año; la precipitación pluvial de la época invernal es de (2 000 a 4 000) mm y mayores a 4 000 mm en verano.

4.49.6 Zona climática templado subhúmedo (Cw)

Se refiere a zonas con clima templado, con temperatura media entre (18 y 22) °C en el verano y de (10 a 18) °C en invierno. Tienen lluvias preferentemente en una estación; la precipitación pluvial del mes más seco es menor de 40 mm y la precipitación anual es de (800 a 1 000) mm.

4.50 Clasificación**4.50.1 Por su espesor**

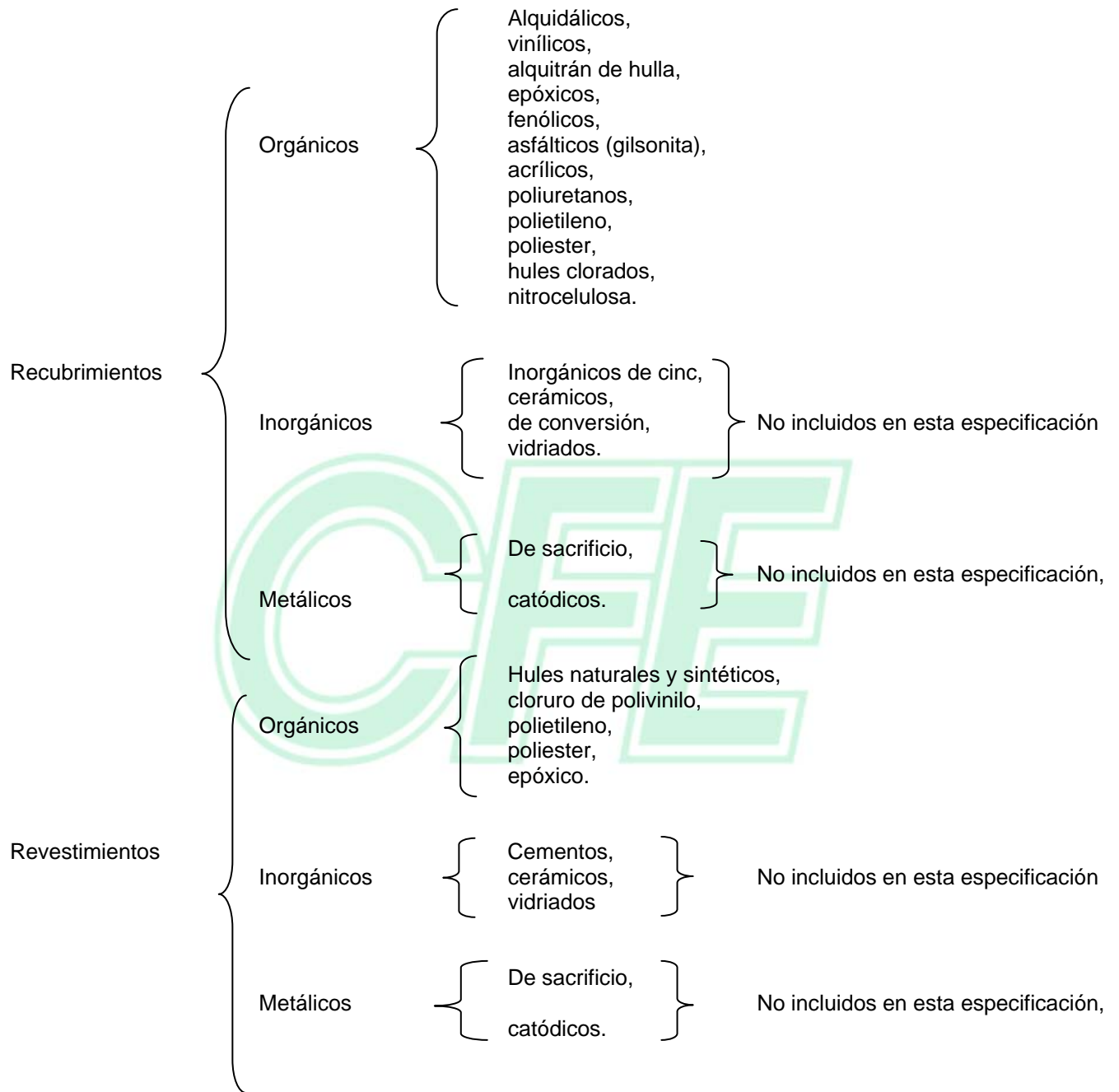
Los recubrimientos anticorrosivos se clasifican de acuerdo a su espesor en:

- a) Recubrimientos: espesor de 50 µm a 1 000 µm.
- b) Revestimientos: espesor mayor de 1 000 µm.

4.50.2 Por su composición química

Los recubrimientos anticorrosivos y revestimientos se clasifican de acuerdo a su composición química en:

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--



5 CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES GENERALES

5.1 Condiciones de Exposición

Las condiciones de exposición a las que están sujetas las superficies a recubrir son las indicadas en la tabla 1.

TABLA 1 – Condiciones de exposición

	Zona climática	Características ambientales		
		Marino (M)	Industrial (I)	Rural (R)
Exteriores	Cálido húmedo (Af)*	M	I	R
	Cálido subhúmedo (Aw)*	M	I	R
	Árido seco (Bs)*	M	I	R
	Árido muy seco (Bw)*	M	I	R
	Templado húmedo (Cf)*	-	-	R
	Templado subhúmedo (Cw)*	-	I	R
Interiores	Interiores de edificios, casa de máquinas y casetas			
Inmersión en	Agua condensada y desmineralizada			
	Agua cruda, potable o de servicio			
	Aguas negras o agua de mar			
	Combustóleo			
	Diesel, petróleo diáfano, gasolina o turbosina			
	Hidróxido de sodio hasta 10 % y 40 °C			
	Ácido sulfúrico hasta 10 % y 45 °C			
Condiciones especiales	Alta temperatura	60 °C a 100 °C		
		101 °C a 260 °C		
		261 °C a 400 °C		
	Manejo de cenizas de carbón			
	Instalaciones enterradas			
	Zona de salpicaduras, derrames y fugas	Hidrazina, morfina, fosfatos e inhibidores de corrosión		
		Hidróxido de sodio hasta 50 % y temperatura ambiente		
		Ácido sulfúrico 98 % y temperatura ambiente		
	Zonas propicias al desarrollo de organismos			
	Exterior de transformadores			
	Superficies sujetas a tránsito continuo	Ambiente marino e industrial (agresivos)		
		Ambiente rural e interiores (poco agresivo)		
	Áreas cubiertas permanentemente con humedad elevada	En áreas para sellarse herméticamente		
Áreas a la intemperie				
Protección temporal	En áreas interiores de equipos			
Mantenimiento				

* Clasificación climática según "Köpen".
Véanse figura 1 y Apéndice A para ubicar zonas climáticas.

5.2 Preparación de Superficies

5.2.1 Generalidades

La vida de los recubrimientos anticorrosivos depende principalmente de la preparación que tenga la superficie inmediatamente antes de su aplicación.

Desde la etapa de fabricación, las superficies metálicas adquieren sustancias contaminantes, las cuales debilitan la adherencia de los recubrimientos y reducen su vida útil, por lo que es necesario removerlos antes de aplicar los recubrimientos.

Antes de iniciar la limpieza y preparación de las superficies a recubrir, se debe verificar que no existan hendiduras, salpicaduras de soldadura, soldaduras sin esmerilar ni filos o aristas.

El grado de limpieza requerido es función del tipo de recubrimiento seleccionado, de las condiciones originales de la superficie y de los costos involucrados.

La limpieza y preparación de las superficies a recubrir se realiza mediante alguno de los procedimientos indicados en la tabla 2.

TABLA 2 – Procedimientos de limpieza y preparación de superficie

Nombre del método	Designación	Recomendaciones
Limpieza con solventes	CFE-LSO	Método auxiliar en la preparación de superficies manual, motorizada y abrasivos a presión en todos sus grados. Es más rápido pero más peligrosa que con detergentes.
Limpieza con detergentes	CFE-LDE	Método auxiliar en la preparación de superficies manual, motorizada y abrasivos a presión en todos sus grados. Es más lenta pero menos peligrosa que con solventes.
Limpieza alcalina	CFE-LAL	Método auxiliar en la preparación química de superficies recomendada para fabricación en serie.
Limpieza con agua	CFE-LAG	Métodos auxiliar en la preparación de superficies manual, motorizada y abrasivos a presión en todos sus lados. No remueve grasas ni aceites.
Preparación manual	CFE-PMA	Método recomendado en la preparación de superficies cuando la naturaleza y magnitud del trabajo sea tal, que resulte incosteable la utilización de algún otro método. Este método es lento.
Preparación motorizada	CFE-PMO	Método de preparación de superficies para la remoción de sustancias contaminantes y/o recubrimientos. No elimina contaminantes fuertemente adheridos a las superficies. Este método se realiza en un 50 % más rápido que la preparación manual y tiene riesgo de pulir la superficie.

continúa...

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS	ESPECIFICACIÓN CFE D8500-01
--	--

...continuación

Preparación con abrasivos a presión	Ráfaga	CFE-PAR	Es el más recomendable y rápido para la preparación de superficies. Remueve casi todas las sustancias contaminantes. Su costo es proporcional al grado de limpieza requerido.
	Comercial	CFE-PAC	
	Metal casi blanco	CFE-PACB	
	Metal blanco	CFE-PAB	
Preparación con agua a presión		CFE-PAP	Método de preparación de superficies que elimina óxido suelto, escama de laminación floja, polvo pero no remueve recubrimientos bien adheridos y óxido penetrado. Es similar al motorizado, excepto que no pule la superficie. Es más rápido que el motorizado y se recomienda para trabajos de mantenimiento.
Preparación química		CFE-PQ	Método de preparación de superficies recomendado en líneas de producción de artículos metálicos, como mordentador de concreto, preparación de galvanizado y el algunos casos especiales mantenimiento.

5.2.2 Limpieza con solventes (CFE-LSO)

Consiste en la remoción de grasas, aceites, polvos y sustancias contaminantes sueltas, realizada mediante solventes, cuya selección debe hacerse de acuerdo a su menor toxicidad, inflamabilidad y explosividad tomando en cuenta la temperatura ambiente, como se indica en la tabla 3.

5.2.2.1 Generalidades

Esta limpieza es un método auxiliar en la preparación de superficies, no elimina óxidos, recubrimientos, ni escamas de laminación adheridos o flojos.

Este método es más rápido que el de detergentes pero sus riesgos son habitualmente mayores.

Todos los solventes deben considerarse peligrosos y deben utilizarse en condiciones tales que eviten que sus concentraciones rebasen los límites permisibles indicados en la tabla 3.

Para el manejo de solventes deben utilizarse guantes de hule neopreno y cumplir como mínimo con lo indicado en la norma de referencia NRF-037-CFE.

En la tabla 3 quedan excluidos debido a su peligrosidad los siguientes productos o mezclas que los contengan.

- benceno; por su alta toxicidad e inflamabilidad,
- gasolina; por su inflamabilidad y explosividad,
- tetracloruro de carbono; debido a su toxicidad,
- alcohol metílico; por su alta toxicidad.

5.2.2.2 Material y equipo

a) Materiales.

- solventes (véase tabla 3),

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

- trapos limpios,
- estopa,
- aire seco y limpio.

b) Equipo.

- brochas,
- cepillos de pelo o de ixtle,
- cepillos de alambre,
- martillos,
- rasquetas,
- cinceles,
- espátulas,
- compresor de aire,
- pistola de aspersión,
- recipientes.

c) Equipo mínimo de seguridad.

- equipo de protección respiratorio de acuerdo a la especificación CFE H0000-33,
- gafas protectoras, de acuerdo a la especificación CFE H0000-09,
- casco, de acuerdo a la norma de referencia NRF-012-CFE,
- guantes de neopreno, de acuerdo a la especificación CFE H0000-16,
- señales de seguridad, de acuerdo a la norma de referencia NRF-013-CFE,
- botiquín de primeros auxilios.

Adicionalmente en algunos lugares cerrados debe contarse con:

- mascarillas de filtro con cartucho para vapores orgánicos, de acuerdo a la especificación CFE H0000-33,
- mascarillas con suministro de aire puro, de acuerdo con la especificación CFE H0000-33,
- extractores y ventilación forzada con motores a prueba de explosión,
- extintores de polvo químico A-B-C de acuerdo a la norma NOM-104-STPS,

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

- explosímetro,
- medidor de nivel de concentración,
- barreras adecuadas para delimitar el área de trabajo.

Se debe cumplir con las normas y recomendaciones de seguridad e higiene establecidas en CFE.

5.2.2.3 Procedimiento

El supervisor de CFE y el proveedor deben aplicar el procedimiento siguiente:

- a) Delimitar el área de trabajo y confinarla.
- b) Verificar que el operario revise y utilice el equipo de seguridad adecuado.

PRECAUCIÓN: Todos los trabajadores en el área de trabajo deben conocer los riesgos inherentes al manejo, almacenamiento y uso de solventes y contar con conocimientos de primeros auxilios.

- c) Los excesos de tierra, grasa, suciedad y herrumbre se deben eliminar previamente mediante el uso de implementos mecánicos.

PRECAUCIÓN: Si la superficie por limpiar está cerca de sustancias inflamables (sólidas, líquidas y/o gaseosas) no deben utilizarse materiales, herramientas, ropa y/o equipo de trabajo que puedan producir chispas y/o flama, además de no fumar (véase tabla 3).



810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

TABLA 3 – Solventes recomendados para la limpieza de superficies

Nombre del solvente	Concentración máxima permisible en el aire mg/dm ³ (1)	Límite de explosividad % en volumen (2)	Temperatura de inflamación en copa cerrada (Tag) °C (4)	Toxicidad
Metil isobutilcetona (MIC)	100	1,34	25	Causa irritación a los ojos, nariz y garganta, dolor de cabeza, náuseas. El contacto repetido en la piel ocasiona resequedad e irritación primaria. Debe manipularse en áreas bien ventiladas
Percloroetileno (tetracloro-etileno)	100 (5)	no explosivo (3)	no inflamable (3)	Causa dermatitis de contacto, depresión del sistema nervioso central e irritación de mucosas oculares y de vías respiratorias
Tricloroetileno	100 (5)	no explosivo (3)	no inflamable (3)	Causa dermatitis, narcosis y anestesia
Xileno (xilol)	200	1,0	27	Produce dermatitis por contactos repetidos y frecuentes
Gas nafta (derivados del alquitrán de hulla)	200	0,9 (5)	38	Causa dermatitis
Tolueno (toluol)	200	1,3	40	En concentraciones mayores a la permisible ocasiona dificultades en la coordinación, dolor de cabeza, náuseas, pérdida de apetito, mal sabor de boca, lasitud hasta ocasionar anemia, lencopemias y aumento del tamaño del hígado
Alcohol isopropílico	400	2,5	53	Causa irritación en los ojos, vías respiratorias, dermatosis por contacto por acción repetida y narcosis
Gas nafta (derivado del petróleo)	500	1,2	-7	Para conocer su toxicidad es indispensable saber cuales son los ingredientes de las mezclas. En general ocasiona por ingestión: gastritis, vómito, diarrea y somnolencia. Causa narcosis
Acetona	1 000	2,15	25	Causa irritación de mucosas oculares y respiratorias, dolor de cabeza, sensación general de opresión y somnolencia exposiciones excesivas. En contacto prolongado con la piel puede irritarla

- NOTAS:**
- (1) Es el máximo permisible para una jornada de trabajo de 8 h (40 h semanales). Por seguridad debe trabajarse a un 25 % por debajo de la concentración indicada.
 - (2) Concentración mínima del solvente en el aire para provocar explosión.
 - (3) Estos solventes no son inflamables ni explosivos a temperatura ambiente.
 - (4) Referencia [1] del capítulo 12 de esta especificación. Esta temperatura se puede considerar como la de inflamación en recintos cerrados.
 - (5) Steel Structures Painting Council Vol. 1 Cap. III pág. 40 (1966).

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420			
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--

- d) Seleccionar el solvente por utilizar de acuerdo al menor grado de toxicidad, inflamabilidad y explosividad conforme a la temperatura ambiente que prevalezca.
- e) El aceite, grasas y contaminantes residuales, se deben eliminar aplicando el solvente seleccionado mediante alguno de los métodos siguientes:
 - restregado de las superficies con trapos, estopa, cepillos o brochas empapados de solvente,
 - inmersión de las superficies en recipientes con solvente,
 - rociado con solvente mediante equipo de aire a presión y restregado posterior de acuerdo a la nota 1 de la tabla 3 de esta especificación),
 - exposición de las superficies a los vapores del solvente (básicamente para solventes clorados) y restregado posterior de acuerdo a la nota 1 de la tabla 3 de esta especificación).

NOTA: El método seleccionado, depende del tipo de contaminantes, de volumen de trabajo, del tamaño de las superficies y de las facilidades del sitio de trabajo.

- f) En todos los casos se requiere de un lavado final con solventes o utensilios limpios como trapos, brochas y cepillos.
- g) Todos los utensilios y materiales de deshecho que se hubieren impregnado con solventes inflamables deben ser recolectados en recipientes metálicos con tapa.
- h) Se acepta el trabajo cuando la superficie quede libre de grasas, aceites, polvos y sustancias contaminantes sueltas, en caso contrario debe repetirse el procedimiento en las áreas no aceptadas véase inciso 8.3.1.3.

5.2.3 Limpieza con detergentes (CFE-LDE)

Consiste en la remoción de grasa, aceite, polvo y sustancias contaminantes sueltas, realizada mediante soluciones de detergentes o jabones.

5.2.3.1 Generalidades

Esta limpieza es un método auxiliar en la preparación de superficies y no elimina óxidos, recubrimientos, ni escama de laminación adheridos.

Este método es menos peligroso pero más lento que el método de limpieza con solventes.

5.2.3.2 Material y equipo

- a) Materiales.
 - detergentes comerciales (pueden utilizar también jabones pero su acción es más lenta),
 - agua cruda,
 - trapos limpios,
 - estopa.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

b) Equipo.

- brochas,
- cepillos de pelo o de ixtle,
- cepillos de alambre,
- martillos,
- rasquetas,
- cincel,
- recipientes.

c) Equipo mínimo de seguridad.

- mascarillas filtro con cartucho para polvos, de acuerdo a la especificación CFE H0000-33,
- botiquín de primeros auxilios,
- señales de seguridad, de acuerdo a la norma de referencia NRF-013-CFE,
- casco, de acuerdo a la norma de referencia NRF-012-CFE.

Se debe cumplir con las normas de seguridad e higiene establecidas en CFE.

5.2.3.3 Procedimiento

El supervisor de CFE y el proveedor deben aplicar el procedimiento siguiente:

- a)** Delimitar el área de trabajo.
- b)** Verificar que el operario revise y utilice el equipo de seguridad adecuado.
- c)** Los excesos de tierra, grasa, suciedad y herrumbre se deben eliminar previamente mediante el uso de implementos mecánicos.
- d)** Preparar una solución con detergente o jabón adecuado para el grado de contaminación de la superficie.
- e)** Restregar vigorosamente la superficie con el cepillo impregnado de la solución detergente.
- f)** Eliminar la solución detergente con agua cruda en abundancia hasta que la superficie no se sienta jabonosa al tacto.
- g)** Secar con los medios de que se disponga.
- h)** Se acepta el trabajo cuando la superficie quede libre de grasas y sustancias contaminantes sueltas, en caso contrario debe repetirse el procedimiento en las áreas no aceptadas.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

5.2.4 Limpieza alcalina (CFE-LAL)

Consiste en la remoción de grasa, aceite, polvo y sustancias contaminantes sueltas, realizada mediante una solución de hidróxido de sodio (sosa cáustica).

5.2.4.1 Generalidades

Esta limpieza es un método auxiliar en la preparación química de superficies y no elimina óxidos, algunos recubrimientos, ni escama de laminación adheridos.

Este método de limpieza se recomienda para fabricación en serie.

5.2.4.2 Material y equipo

a) Materiales.

- hidróxido de sodio (sosa cáustica) al 50 % en masa,
- agua cruda.

b) Equipo.

- recipiente para inmersión, de material resistente a la solución alcalina,
- sistema para inmersión de las piezas a limpiar.

c) Equipo mínimo de seguridad.

- guantes de acuerdo a la especificación CFE H0000-17, botas de hule, delantal ahulado y ropa 100 % de algodón, sin partes metálicas, ni partes demasiado holgadas y con el mínimo de bolsillos,
- casco, de acuerdo a la norma de referencia NRF-012-CFE,
- gafas protectoras, de acuerdo a la especificación CFE H0000-09,
- botiquín de primeros auxilios,
- señales de seguridad, de acuerdo a la norma de referencia NRF-013-CFE,
- regadera de presión con lavaojos.

Se debe cumplir con la norma y recomendaciones de seguridad e higiene establecidas en CFE.

5.2.4.3 Procedimiento

El supervisor de CFE y el proveedor deben aplicar el procedimiento siguiente:

- Delimitar el área de trabajo.
- Verificar que el operario revise y utilice el equipo de seguridad adecuado.
- Preparar la solución de hidróxido de sodio (sosa cáustica) al 12 % en masa.
- Colocar la solución alcalina en el recipiente y mantenerla a una temperatura a $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

- e) Sujetar las piezas al limpiar y sumergirlas totalmente en la solución; el tiempo de permanencia estará en función del tipo y cantidad de contaminantes.
- f) Eliminar la solución alcalina con agua cruda en abundancia hasta que la superficie no se sienta jabonosa al tacto.
- g) Se acepta el trabajo cuando la superficie quede libre de grasas y sustancias contaminantes sueltas, en caso contrario debe repetirse el procedimiento en las áreas no aceptadas véase inciso 9.3.1.3.

PRECAUCIÓN: En caso de salpicaduras o derrames de la solución alcalina lávese con agua en abundancia y solicite atención médica inmediata.

5.2.5 Limpieza con agua (CFE-LAG)

Consiste en la remoción de lodo, polvo, sales y sustancias contaminantes sueltas, realizada mediante un chorro de agua que puede ser de baja presión menor a 34 MPa o de alta presión, de 34 MPa a 70 MPa.

5.2.5.1 Generalidades

Esta limpieza es un método auxiliar en la preparación de superficies, no elimina grasas, aceites, óxidos, recubrimientos ni escamas de laminación adheridos.

Es el método de limpieza mas recomendado para la eliminación de lodo previo a la preparación de superficies.

5.2.5.2 Materiales y equipo

- a) Materiales.
 - agua cruda,
 - inhibidor de corrosión (Solo si se requiere),
 - trapo industrial.
- b) Equipo.
 - sistema de chorro de agua a presión que consiste en tanque, manguera, boquilla y bomba que de una presión menor a 34 MPa si se trabaja a baja presión y de 34 MPa a 70 MPa si la limpieza se hace a alta presión.
- c) Equipo mínimo de seguridad.
 - calzado contra impacto de acuerdo a la especificación CFE H0000-22,
 - casco de seguridad de acuerdo a la norma de referencia NRF-012-CFE,
 - gafas protectoras, de acuerdo a al especificación CFE H0000-09,
 - botiquín de primeros auxilios,
 - señales de seguridad de acuerdo a la norma de referencia NRF-013-CFE.

Se debe cumplir con las normas y recomendaciones de seguridad e higiene establecidas en CFE.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

5.2.5.3 Procedimiento

El supervisor de CFE y el proveedor deben aplicar el procedimiento siguiente:

- a) Delimitar el área de trabajo.
- b) Verificar que el operario revise y utilice el equipo de seguridad adecuado.
- c) Preparar el agua cruda agregándole el inhibidor de acuerdo a las instrucciones del proveedor del mismo.
- d) Verificar que el equipo esté en condiciones adecuadas de operación.
- e) Aplicar el chorro de agua inhibida a las superficies. Se recomienda una distancia de 15 cm a 25 cm y un ángulo de proyección entre 45 ° y 75 ° con respecto a la misma.
- f) Secar la superficie con los medios de que se disponga.

Se acepta el trabajo cuando la superficie quede libre de lodo, polvo, sales y sustancias contaminantes sueltas, en caso contrario debe repetirse el procedimiento en las áreas no aceptadas.

5.2.6 Preparación manual (CFE-PMA)

Consiste en la remoción de sustancias contaminantes y/o recubrimientos, mediante el uso de herramientas y materiales que son operados manualmente.

5.2.6.1 Generalidades

Como regla general la preparación manual sólo debe emplearse en los casos siguientes:

- a) Cuando no se dispone de abrasivos a presión.
- b) Cuando no se dispone de equipo mecánico para la preparación motorizada.
- c) Cuando las superficies sean inaccesibles a los métodos de preparación de superficie.
- d) Cuando la naturaleza y magnitud del trabajo sea tal, que resulte incosteable la utilización de algún otro método.
- e) Cuando así lo requiere el primario o el mantenimiento.

La preparación manual no remueve totalmente los óxidos, contaminantes y recubrimientos firmemente adheridos siendo además relativamente lenta.

5.2.6.2 Material y equipo

El material y equipo requerido, dependiendo de las condiciones de la superficie por preparar pueden ser los siguientes:

- a) Materiales.
 - trapos limpios,
 - estopas,

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

- aire a presión,
- fibra metálica,
- lija de agua del 100 a 180,
- lija de esmeril,
- recubrimiento transparente.

b) Equipos.

- brocas,
- cepillos de pelo o ixtle,
- cepillo de alambre,
- martillos,
- rasquetas de acero templado y afilados,
- cincel,
- espátula,
- compresor de aire,
- cámara fotográfica digital.

c) Equipo mínimo de seguridad.

- gafas protectoras, de acuerdo a la especificación CFE H0000-09,
- casco, de acuerdo a la norma de referencia NRF-012-CFE,
- botiquín de primeros auxilios,
- guantes de carnaza, de acuerdo a la especificación CFE H0000-16,
- señales de seguridad de acuerdo a la norma NRF-013-CFE.

5.2.6.3 Procedimiento

El supervisor de CFE y el proveedor deben aplicar el procedimiento siguiente:

5.2.6.3.1 Selección de la superficie patrón

- a)** Se examinan las superficies con el fin de determinar las sustancias contaminantes a eliminar.
- b)** Se selecciona un área representativa de las condiciones generales de cada zona de la obra.

El tamaño de dicha área se debe decidir entre el supervisor de CFE y el proveedor.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

- c) Para eliminar las grasas y aceites debe hacerse una limpieza previa con solventes (CFE-LSO) y/o detergentes (CFE-LDE).
- d) Se realiza la preparación manual, utilizando las herramientas previamente seleccionadas, de acuerdo a los contaminantes presentes, en las superficies elegidas como patrón.
- e) Se establecen dichas áreas como superficies patrón para cada una de las zonas consideradas.
- f) Conservar dichas áreas mediante recubrimientos transparentes.
- g) Tomar fotografías antes y después de la limpieza como referencias para aclaraciones posteriores.

5.2.6.3.2 Procedimiento de preparación manual

- a) Delimitar el área de trabajo.
- b) Verifique que el operario utilice el equipo de seguridad adecuado.
- c) Para eliminar las grasas y aceites debe hacerse una limpieza previa con solventes (CFE-LSO) y/o detergentes (CFE-LDE).
- d) Elimine las hojuelas de herrumbre con martillo y cincel, martillo de despotillar, o con otras herramientas de impacto.
- e) Elimine el óxido y recubrimientos flojos con cepillo de alambre, rasqueta, espátula, lija o fibra metálica.
- f) Desvanezca el óxido y los bordes de los recubrimientos fuertemente adheridos con lija y fibra metálica de manera que la rugosidad sea la adecuada para el nuevo recubrimiento.
- g) Antes de la aplicación del recubrimiento debe eliminarse el material suelto depositado sobre las superficies mediante los materiales de limpieza.
- h) Se considera que la superficie queda lista para recubrirse cuando tenga una apariencia comparable a la tomada como superficie patrón.

NOTA: El primario debe aplicarse dentro de la misma jornada de trabajo.

5.2.7 Preparación motorizada (CFE-PMO)

Es en la que se utilizan herramientas eléctricas y/o neumáticas, con instrumentos de desbaste e impacto acoplados, para la remoción de sustancias contaminantes y/o recubrimientos.

5.2.7.1 Generalidades

Este procedimiento no elimina los contaminantes fuertemente adheridos a la superficie metálica, pero se realiza un 50 % más rápido que la preparación manual.

Produce en general un perfil de anclaje poco profundo, debido a su tendencia a pulir las superficies.

5.2.7.2 Material y equipo

- a) Materiales.
 - estopa,

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

- trapos limpios,
- aire a presión,
- cardas,
- copas y ruedas de esmeril (del 100 o más fina),
- lijas de agua del 100 al 180,
- lijas de esmeril,
- recubrimiento transparente.

b) Equipos.

- rotomartillos,
- cámara fotográfica digital,
- esmeriles,
- taladros,
- lijadoras,
- cepillo rotatorio.

c) Equipo mínimo de seguridad.

- gafas protectoras, de acuerdo a la especificación CFE H0000-09,
- mascarillas filtro con cartucho para polvos, de acuerdo a la especificación CFE H0000-33,
- casco, de acuerdo a la norma de referencia NRF-012-CFE,
- botiquín de primeros auxilios,
- guantes de carnaza, de acuerdo a la especificación CFE H0000-16,
- señales de seguridad, de acuerdo a la norma de referencia NRF-013-CFE.

Adicionalmente, en presencia de solventes se debe contar con:

- ventiladores,
- guantes de neopreno, de acuerdo a la norma de referencia NRF-037-CFE,
- extintores A-B-C de acuerdo a la norma NOM-104-STPS.

Se debe cumplir con las normas y recomendaciones de seguridad e higiene establecidas en CFE.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

5.2.7.3 Procedimiento

El supervisor de CFE y el proveedor deben aplicar el procedimiento siguiente:

5.2.7.3.1 Selección de la superficie patrón

- a) Se examinan las superficies con el fin de determinar las sustancias contaminantes a eliminar.
- b) Se selecciona un área representativa de las condiciones generales de cada zona de la obra. El tamaño de dicha área se debe decidir entre el supervisor de la CFE y el proveedor.
- c) Para eliminar las grasas y aceites deben hacerse una limpieza previa con solventes (CFE-LSO) y/o detergentes (CFE-LDE).
- d) Se realiza la preparación motorizada, utilizando las herramientas previamente seleccionadas, de acuerdo a los contaminantes presentes, en las superficies elegidas como patrón.
- e) Se establecen dichas áreas como superficies patrón para cada una de las zonas consideradas.
- f) Conservar dichas áreas mediante recubrimientos transparentes.
- g) Tomar fotografías antes y después de la limpieza como referencias para aclaraciones posteriores.

5.2.7.3.2 Procedimiento de preparación motorizado

- a) Delimitar el área de trabajo.
- b) Verifique que el operario revise y utilice el equipo de seguridad adecuado.
- c) Para eliminar las grasas y aceites, es necesario una limpieza previa con solventes (CFE-LSO) y/o detergentes (CFE-LDE).
- d) Elimine las hojuelas de herrumbre con el rotomartillo.
- e) Eliminar el óxido y los recubrimientos que queden adheridos con los esmeriles, taladros, lijadoras o el cepillo rotatorio.
- f) Desvanezca el óxido y los bordes de los recubrimientos fuertemente adheridos con las herramientas mencionadas.

NOTA: Es importante no dejar funcionando las herramientas en un sólo lugar por un periodo considerable de tiempo, porque se pulen las superficies.

- g) Antes de la aplicación del recubrimiento debe eliminarse el material suelto depositado sobre las superficies.
- h) Se considera que la superficie queda lista para recubrirse cuando tenga una apariencia comparable a la tomada como superficie patrón.

NOTA: El primario debe aplicarse dentro de la misma jornada de trabajo.

5.2.8 Preparación con abrasivos a presión

Este método de preparación consiste en la proyección a alta velocidad de partículas abrasivas (comúnmente arena sílica) contra la superficie por preparar.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

5.2.8.1 Generalidades

Es el más recomendable y rápido de los métodos de preparación de superficie, pudiéndose alcanzar 4 (cuatro) grados (generalmente requeridos para superficies metálicas) que son:

a) Ráfaga (CFE-PAR).

La superficie queda de color de las sustancias contaminantes fuertemente adheridas, eliminándose las sustancias contaminantes flojas. El 10 % de la superficie como mínimo debe estar libre de todo residuo.

b) Comercial (CFE-PAC).

La superficie queda con la rugosidad especificada, de color similar al del abrasivo con apariencia no uniforme y libre de las sustancias contaminantes flojas. El 66 % de la superficie como mínimo debe estar libre de todo residuo.

c) Metal casi blanco (CFE-PACB).

La superficie queda con la rugosidad especificada, de apariencia no uniforme pudiendo presentar ligeras sombras, vetas o decoloraciones.

El 95 % de la superficie como mínimo debe estar libre de todo residuo y de un color similar al del abrasivo empleado.

d) Metal blanco (CFE-PAB).

La superficie queda con la rugosidad especificada, de apariencia uniforme, libre de sustancias contaminantes, oxidación visible, o de cualquier sustancia extraña.

El color de la superficie puede variar de un gris a un blanco metálico, dependiendo del abrasivo utilizado.

Según el grado de limpieza especificado, remueve casi todas las sustancias contaminantes y algunas veces metal firme, dejando casi siempre el perfil de anclaje requerido para el primario recomendado.

El costo de este método de preparación de superficie es proporcional al grado de limpieza.

5.2.8.2 Material y equipo

a) Materiales.

- los abrasivos pueden ser arena, granalla, rebaba, munición de acero, coque, polímero, cáscara de nuez, cascarilla de arroz, cascarilla de trigo o cualquier otro, que cumplan con lo indicado en la tabla 4. La arena es el abrasivo más utilizado, debe estar limpia, seca y ser cuarzosa y silicosa,
- aire seco y limpio,
- trapos limpios,
- recubrimiento transparente.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

TABLA 4 – Materiales recomendados en la preparación con abrasivos a presión

Material abrasivo		Máximo tamaño de partículas en (mm) NMX-B-231 (US Sieves)	Promedio de la altura del perfil de anclaje en (µm) a 686 kPa	Lugar de aplicación	Características
Arena sílica	muy fina	0,2 (80)	25	Fábrica o campo	Seca, silicosa, cuarzoza. No contaminada con sales, aceite y grasa. Puede utilizarse arena de mar siempre y cuando esté bien lavada y seca
	fina	0,4 (40)	38		
	media	1,0 (18)	50		
	gruesa	1,6 (12)	75		
Granalla de acero G	80	0,4 (40)	25	Fábrica o campo en interior de equipos	Seca, sin óxido no contaminada con aceite ni grasa
	50	0,7 (25)	38		
	40	1,0 (18)	50		
	25	1,2 (16)	75		
	16	1,7 (12)	100		
Munición de acero S ⁽¹⁾	110	0,7 (25)	25	Fábrica o campo en interior de equipos	Seca, sin óxido no contaminada con aceite ni grasa
	170	0,85 (20)	38		
	230	1,0 (18)	50		
	330	1,2 (16)	75		
	390	1,4 (14)	100		
Granalla de óxido de aluminio	100	-	25	Fábrica o campo en interior de equipos	Seca, no contaminada con aceite ni grasa y que no contenga aluminio metálico
	50	-	38		
	16	-	50		
	6	-	75 a 100		
Escoria de fundición de cobre	3 060	-	25 a 38	Fábrica o campo	Seca, no contaminada con aceite ni grasa y que no contenga cobre metálico
	2 040	-	50		
	1 240	-	75 a 100		

- NOTAS:**
- 1.- No proporciona un buen perfil de anclaje, por lo que debe ser utilizada en combinación con granalla de acero para mejores resultados.
 - 2.- Se pueden utilizar otros tipos de abrasivos no mencionados en esta tabla, siempre y cuando cumplan con el perfil de anclaje, grado de preparación de superficie y la normativa ambiental.

b) Equipo.

El equipo utilizado en la preparación de superficies con abrasivos a presión es el indicado en la tabla 5 y en la figura 2.

TABLA 5 – Equipo recomendado en la preparación de superficie con abrasivos a presión

Equipo		Características
Equipo necesario para el suministro de aire	Compresor de aire	- Gasto continuo mínimo de 7,0 m ³ /min de aire a una presión de 686 kPa mínima
	Manguera para aire	- Vinilo o neopreno. Diámetro interior nominal 3,175 cm para una longitud máxima de 15 m. Debe soportar una presión mínima de 1 030 kPa
	Válvulas	- De compuerta, con control remoto neumático
	Regulador de presión	- Para una presión mínima de 686 kPa
	Filtros	- Uno como separador de humedad y otro de aceite y grasa
	Control remoto neumático	
	Cinta para sellar	- Politetrafluoretileno. (Teflón)
Equipo para el suministro de abrasivo	Alimentador de abrasivo	- Deben tener la capacidad adecuada a la magnitud del trabajo a desarrollar
	Válvula reguladora	- Generalmente integrada al alimentador de abrasivo
	Manguera	- Con foro antiestático, con conexiones tipo externo de rápido ensamble. Debe ser la adecuada al tipo de compresor y su longitud debe ser tal que proporcione una presión mínima en la boquilla de 669 kPa el diámetro interior mínimo debe ser de 3,175 cm. Para facilidad de manejo, los últimos 3 m pueden ser de 2,54 cm de diámetro interior
	Boquilla	- Tipo venturi, con un diámetro interior a la salida de 0,95 cm y construida de carburo de tungsteno
Equipo para seguridad de los operadores	Purificador de aire	- Para suministrar un gasto mínimo de 625 dm ³ /m por persona
	Escafandra de seguridad	- Debe cubrir por completo la cabeza del operador y debe contar con alimentación de aire
	Guantes	- De neopreno. (NRF-037-CFE)
	Mascarillas filtro	- Con cartucho para polvos (CFE H0000-33)
	Gafas protectoras	- CFE H0000-09
Equipo complementario	Cámara fotográfica	- Digital de 5 mega pixeles mínimo
	Manómetro de aguja	- Para un intervalo de (0 a 1373) kPa
	Medidor de humedad relativa (Higrómetro o psicrómetro)	- Portátil, escala mínima de 30 % a 90 %
	Cribas clasificadoras de abrasivos	- Véase tabla 4
	Brochas y cepillos	
	Patrones visuales de perfil de anclaje	- De 25 µm, 50 µm, 75 µm y 100 µm como mínimo.
	Cinta de replica para perfil de anclaje	- De 50 µm de espesor.
	Micrómetro	- Con escala de 0 µm a 250 µm como mínimo.
	Termómetro de superficie	- Con escala 0 °C a 100 °C mínimo y con imán con exactitud de ± 1 °C
	Termómetro ambiental	- Con escala 0 °C a 100 °C mínimo con exactitud de ± 1 °C

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420			
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--

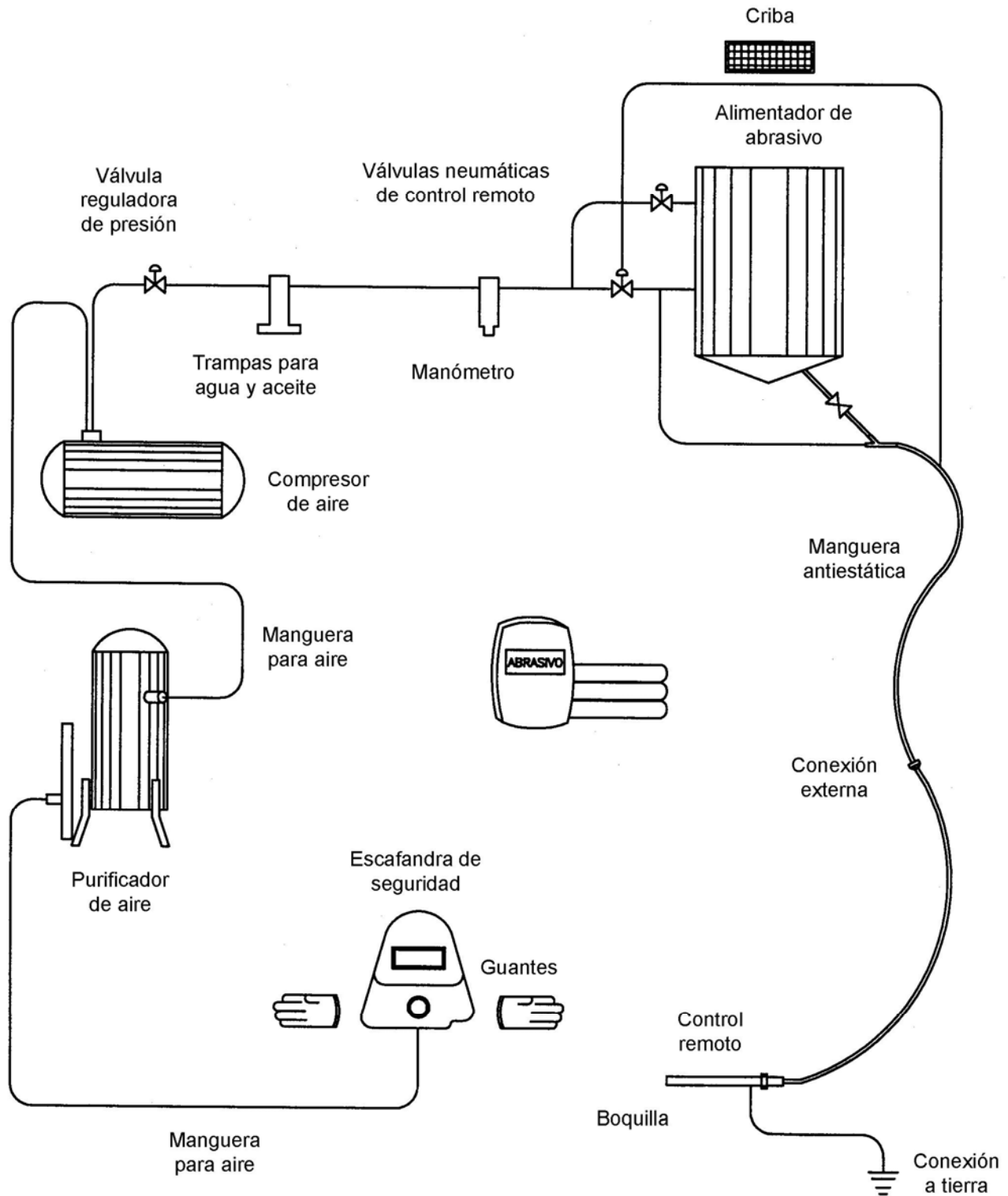


FIGURA 2 – Equipo recomendado para la limpieza con abrasivos a presión (chorro de arena)

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

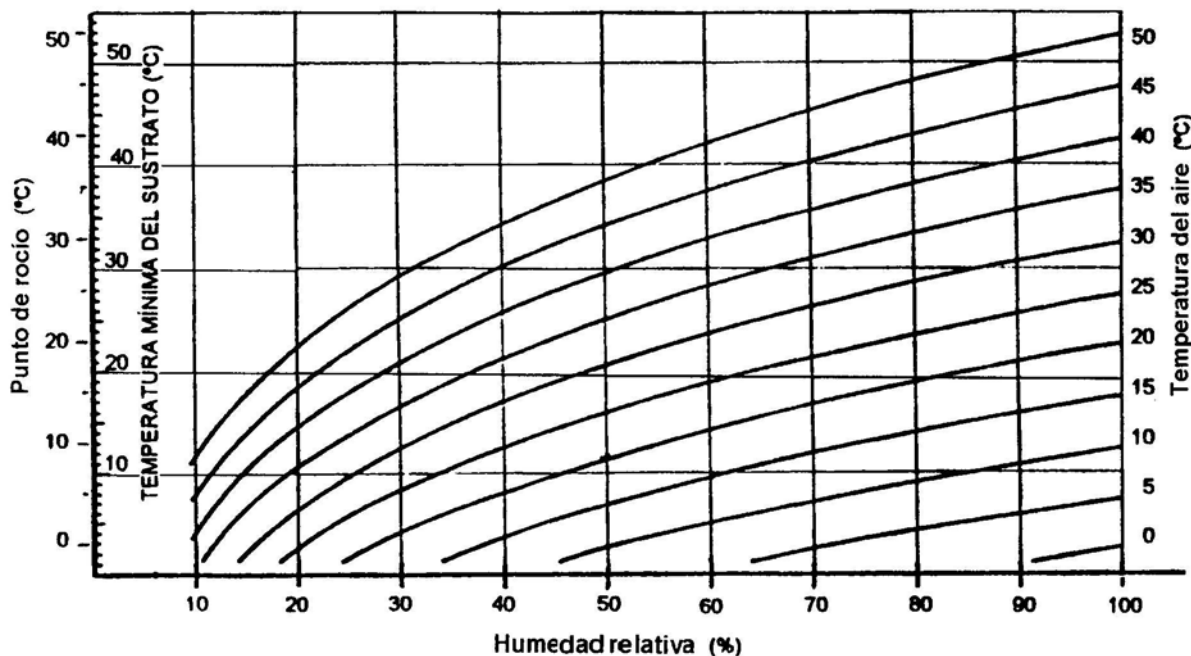
5.2.8.3 Procedimiento

El supervisor de CFE y el proveedor deben aplicar el procedimiento siguiente:

5.2.8.3.1 Selección de la superficie patrón

- a) Medir la humedad relativa, temperatura del sustrato y temperatura del aire.

La humedad relativa que debe prevalecer cuando se efectúe esta preparación de superficies debe ser de 80 % máximo y la temperatura del sustrato debe estar 3 °C como mínimo por encima de la temperatura de rocío; (véase gráfica 1).



GRÁFICA 1 – Determinación de temperatura mínima del sustrato y punto de rocío, partiendo de temperatura del aire y humedad relativa

Si esta condición no se mantuviera una vez iniciada la preparación, ésta debe suspenderse y reiniciarse hasta que la condición de humedad relativa o temperatura del sustrato se cumplan.

- b) Medidas de seguridad.

Antes de iniciar la preparación, el personal que suministrará el abrasivo, debe utilizar mascarillas filtro y gafas protectoras y el operador debe utilizar mascarilla con alimentación de aire y guantes, asimismo, debe vigilarse que la boquilla del equipo suministrador de arena esté conectado a tierra si se requiere.

- c) Examinar la superficie con el fin de determinar las sustancias contaminantes por eliminar.
 d) Seleccionar un área representativa de las condiciones generales de cada zona de la obra.
 e) Para eliminar grasas y aceites utilizar el procedimiento de limpieza con solventes (CFE-LSO) o con detergentes (CFE-LDE).

- f) Realizar la preparación de superficie de acuerdo al grado seleccionado (como se indica en el inciso 5.2.8.1) e inspeccionar utilizando los patrones de referencia normalizados (como se indica en el inciso 9.3.2) en las áreas elegidas como superficies patrón.
- g) Establecer dichas áreas como superficies patrón.
- h) Conservar dichas áreas mediante recubrimientos transparentes.
- i) Tomar fotografías antes y después de la limpieza como referencia para aclaraciones posteriores.

5.2.8.3.2 Procedimiento de preparación con abrasivos a presión

- a) Delimitar el área de trabajo.
- b) Verificar que el operario revise y utilice el equipo de seguridad adecuado.
- c) Para eliminar grasas y aceites utilizar el procedimiento de limpieza con solventes (CFE-LSO) o con detergentes (CFE-LDE). Para eliminar costras de óxido gruesas (tecatas) utilizar rotomartillo o martillo y cincel, martillo de despotillar o con otras herramientas de impacto.
- d) Efectuar la preparación con abrasivos a presión tomando en cuenta lo siguiente:
 - el operador del abrasivo a presión debe ser personal calificado por CFE,
 - purgar la línea de suministro de aire hasta que éste salga limpio y seco (véase inciso 9.3.1.9.1 b),
 - regular la cantidad de abrasivo mediante la válvula de alimentador de tal manera, que sea suficiente para limpiar con rapidez sin llegar a obstruir la corriente de aire,
 - mantener la boquilla a unos 25 cm de la superficie, cuidando que el abrasivo no pierda fuerza,
 - se recomienda que el ángulo de proyección sea entre 30 ° y 75 ° con respecto a la superficie.
- e) Eliminar el exceso de polvo de la superficie recién preparada, preferentemente con un chorro de aire limpio y seco o bien con brocha y cepillo.
- f) Para la aceptación, véase el inciso 9.3.1.9.2 de esta especificación.
- g) Las superficies preparadas deben recubrirse en las 4 h siguientes, o antes de que aparezca oxidación visible, dependiendo de la agresividad del ambiente.
 - si por algún motivo se sobrepasa el tiempo indicado o se presenta óxido debe repetirse la preparación.

5.2.9 Preparación con agua a presión (CFE-PAP)

Consiste en golpear la superficie mediante un chorro de agua que puede ser a alta presión, entre 70 MPa a 170 MPa o ultra alta presión, mayor a 170 MPa, normalmente de 206 MPa a 241 MPa, eliminando óxido suelto, escama de laminación floja y polvo.

Este procedimiento no remueve recubrimientos bien adheridos ni óxido penetrado.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

5.2.9.1 Generalidades

El grado de limpieza obtenido con esta preparación es similar al de la limpieza motorizada, excepto que éste no pule la superficie, es más rápido que el motorizado y no deja perfil de anclaje.

Este procedimiento es recomendable sólo para trabajos de mantenimiento.

5.2.9.2 Material y equipo**a) Material.**

- agua cruda,
- inhibidores de corrosión comerciales adecuados,
- trapos limpios,
- agua a presión,
- recubrimiento transparente.

b) Equipo.

- sistema de chorro de agua a presión que consiste en tanque, manguera, boquilla y bomba que dé una presión de 70 MPa a 170 MPa si se trabaja a alta presión y mayor a 170 MPa si la preparación se hace a ultra alta presión.

c) Equipo mínimo de seguridad.

- calzado contra impacto de acuerdo a la especificación CFE H0000-22,
- casco de seguridad de acuerdo a la norma de referencia NRF-012-CFE,
- gafas protectoras, de acuerdo a la especificación CFE H0000-09,
- botiquín de primeros auxilios,
- señales de seguridad de acuerdo a la norma de referencia NRF-013-CFE.

Se debe cumplir con las normas y recomendaciones de seguridad e higiene establecidas en CFE.

5.2.9.3 Procedimiento

El supervisor de CFE y el proveedor deben aplicar el procedimiento siguiente:

5.2.9.3.1 Selección de la superficie patrón

- a)** Seleccionar un área representativa de las condiciones generales de cada zona de la obra. El tamaño de dicha área debe decidirse entre el supervisor de la CFE y el proveedor.
- b)** Para eliminar grasas o aceites, utilizar el procedimiento de limpieza con solventes (CFE-LSO) y/o con detergentes (CFE-LDE).
- c)** Realizar la preparación con chorro de agua en las superficies elegidas como patrón.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

- d) Establecer dichas áreas como superficies patrón de referencia local.
- e) Conservar dichas áreas mediante recubrimientos transparentes.
- f) Tomar fotografías antes y después de la limpieza como referencias para aclaraciones posteriores.

5.2.9.3.2 Procedimiento de preparación con agua a presión

- a) Delimitar el área de trabajo.
- b) Verificar que el operario revise y utilice el equipo de seguridad adecuado.
- c) Preparar el agua cruda inhibida, de acuerdo a las instrucciones del proveedor del inhibidor.
- d) Verificar que la presión del agua sea mayor de lo especificado.
- e) Aplicar el chorro de agua inhibida a las superficies. Se recomienda una distancia de (15 a 25) cm y un ángulo de proyecciones entre (45 y 75) ° con respecto a la misma.
- f) Secar la superficie con los medios de que se disponga.
- g) La superficie queda lista para recubrirse cuando tiene una apariencia comparable a la tomada como superficie patrón.

NOTA: El primario debe aplicarse dentro de la misma jornada de trabajo.

5.2.10 Preparación química (CFE-PQ)

Es un método de preparación de superficie que consiste en la aplicación de soluciones ácidas o alcalinas inhibidas con el objeto de eliminar las sustancias contaminantes.

5.2.10.1 Generalidades

Se recomienda exclusivamente este método de preparación en líneas de producción de artículos metálicos como mordentador de concreto, preparación de galvanizado y en algunos casos especiales de mantenimiento, debido a sus riesgos inherentes y que da un perfil de anclaje poco profundo.

5.2.10.2 Material y equipo

- a) Materiales.
 - soluciones comerciales para esta limpieza,
 - papel indicador pH con intervalo de 0 a 14,
 - agua cruda, preferentemente a 60 °C,
 - recubrimiento transparente.
- b) Equipo.
 - brochas,
 - cepillos,

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

- recipientes especiales para inmersión, de material resistente a la solución,
 - ventiladores,
 - cámara fotográfica digital.
- c) Equipo mínimo de seguridad.**
- guantes de acuerdo a la norma de referencia NRF-037-CFE, botas de hule, delantal ahulado y ropa 100 % de algodón, sin partes metálicas, ni partes demasiado holgadas y con el mínimo de bolsillos,
 - casco, de acuerdo a la norma de referencia NRF-012-CFE,
 - gafas protectoras, de acuerdo a la especificación CFE H0000-09,
 - mascarillas para protección de vapores químicos, de acuerdo a la especificación CFE H0000-33,
 - botiquín de primeros auxilios,
 - señales de seguridad de acuerdo a la norma NRF-013-CFE,
 - regadera de presión con lavaojos.

Se debe cumplir con las normas y recomendaciones de seguridad e higiene establecidas en CFE.

5.2.10.3 Procedimiento

El supervisor y el proveedor deben aplicar el procedimiento siguiente:

5.2.10.3.1 Preparación de la superficie patrón

- a)** Examinar las superficies con el fin de determinar las sustancias contaminantes a eliminar.
- b)** Seleccionar un área representativa de las condiciones generales de cada zona de la obra. El tamaño de dicha área debe decidirse entre el supervisor de CFE y el proveedor.
- c)** Para eliminar grasas o aceites utilizar el procedimiento de limpieza con solventes (CFE-LSO) y/o con detergentes (CFE-LDE).
- d)** Realizar la preparación química mediante el procedimiento seleccionado.
- e)** Establecer dichas áreas como superficies patrón.
- f)** Conservar dichas áreas mediante recubrimientos transparentes.
- g)** Tomar fotografías antes y después de la limpieza, como referencia para aclaraciones posteriores.

5.2.10.3.2 Procedimiento de preparación química

- a)** Delimitar el área de trabajo y confinarse.
- b)** Verificar que el operario revise y use el equipo de seguridad adecuado.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

- c) Para eliminar grasas o aceites, utilizar el procedimiento de limpieza con solventes (CFE LSO) y/o con detergentes (CFE LDE). Para eliminar costras de óxido gruesas (tecatas) utilizar rotomartillo o martillo y cincel, martillo de despotillar o con otras herramientas de impacto.
- d) Preparar la solución inhibida de acuerdo a las instrucciones del proveedor.
- e) Aplicar la solución inhibida sobre la superficie durante un tiempo suficiente, que permita que se efectúe la preparación, sin deterioro del material; este tiempo depende del material, de la superficie a recubrir, de sus condiciones originales y del tipo de solución utilizada.

ADVERTENCIAS:

- esta preparación no debe efectuarse por aspersion, para seguridad del personal, así como para evitar el deterioro de los equipos,
 - en caso de salpicaduras o derrames de ácido, lávese con agua en abundancia y solicite atención médica inmediata,
 - en lugares cerrados debe proveerse ventilación adecuada, minimizar la concentración del hidrógeno formado en la preparación, ya que éste es irritante y explosivo. Por lo que no se debe fumar o utilizar herramientas que produzcan chispas.
- f) Lavar con agua cruda en abundancia hasta eliminar residuos de soluciones.
- Efectuar una prueba con papel pH para asegurar que la superficie húmeda tiene el mismo valor de pH que el agua empleada en el lavado; en caso de que esto no suceda, vuélvase a lavar, hasta obtener un mismo valor de pH.
- g) Secar la superficie con los medios de que se disponga.
- h) Se considera que la superficie queda lista para recubrirse cuando tiene una apariencia comparable a la tomada como superficie patrón.

NOTA: El primario debe aplicarse dentro de la misma jornada de trabajo.

5.2.11 Otras preparaciones

En casos especiales y de común acuerdo entre CFE y el proveedor, se pueden utilizar otros tipos de preparación de superficies como:

- a) Abrasivos y agua a presión.
- b) Con flama.

En caso de seleccionar cualquier de estos métodos, debe indicarse en el contrato la norma de referencia.

5.3 Aplicación de Recubrimientos**5.3.1 Selección**

Los métodos de aplicación de recubrimientos que pueden ser utilizados son los indicados en la tabla 6.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS	ESPECIFICACIÓN CFE D8500-01
--	--

TABLA 6 – Procedimiento de aplicación de recubrimientos

Nombre del método de aplicación		Designación	Recomendación
Con brocha		CFE-AB	Se recomienda usarlo cuando se requiere una gran humectación de la superficie o para retocar cavidades, orillas, lugares con cierta profundidad o inaccesibles a otros métodos de aplicación
Con espátula		CFE-AE	Se recomienda para recubrimiento y revestimiento 100 % sólidos o muy viscosos
Con rodillo		CFE-AR	Se recomienda cuando no sea posible usar el método de aspersión, en superficies planas, rejillas, cercas de alambre y enrejados. Requiere poco equipo, es más rápido que la brocha
Por aspersión	Con aire	CFE-CA	Es el más recomendable para recubrir cualquier superficie, excepto en la que se requiera: gran humectación, retocar cavidades, orillas, rejillas, cercas de alambre y enrejados. La aplicación sin aire es más rápida que con aire
	Sin aire	CFE-SA	
Otros		Véase inciso 5.3.8	

Para seleccionar el método de aplicación adecuado, deben considerarse los factores siguientes:

- a) Tipo de recubrimiento.
- b) Forma, tamaño y tipo de superficie.
- c) Ambiente.
- d) Velocidad de aplicación.
- e) Mano de obra especializada.
- f) Espesor requerido de la capa.
- g) Textura requerida.
- h) Facilidad de aplicación.
- i) Seguridad del personal.
- j) Equipo requerido.
- k) Costo y tiempo.

En la mayoría de los casos es necesario el uso de varios métodos de aplicación.

5.3.2 Condiciones para la aplicación

El proceso de aplicación debe efectuarse sobre superficies y/o recubrimientos secos, preparados de acuerdo a lo indicado en el capítulo 6 de esta especificación, que no estén expuestos a la lluvia, tolvaneras, niebla, rocío, brisa, nieve, ni cuando la temperatura de la superficie o del recubrimiento sea menor de 7 °C o mayor de 50 °C, excepto los recubrimientos tipo látex (vinílico, vinil-acrílico, hule clorado) y epóxicos, los cuales no se deben aplicar cuando la temperatura sea menor de 10 °C o mayor de 50 °C.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

Se exceptúan también los recubrimientos para alta temperatura.

No se debe aplicar ningún recubrimiento cuando se espere que la temperatura de la superficie o del recubrimiento baje hasta 0 °C antes que el último haya alcanzado el secado duro ni cuando la humedad relativa del aire sea mayor de 85 % o que la temperatura del sustrato sea menor de 3 °C por encima de la temperatura del rocío, tampoco se debe aplicar ningún recubrimiento cuando se tengan vientos con una velocidad mayor de 24 km/h cuando sea por aspersion.

5.3.3 Almacenamiento y acondicionamiento del recubrimiento

5.3.3.1 Almacenamiento

Los recipientes con recubrimientos no deben quedar expuestos a la lluvia y/o a la acción directa de los rayos del sol o cualquier fuente de calor. No estibar sobre pisos mojados, la temperatura del almacén debe estar entre 15 °C y 30 °C. Verificar que la fecha de caducidad no se rebase. El almacén debe estar bien ventilado, tener equipo contra incendio e instalación eléctrica tipo industrial a prueba de explosión.

5.3.3.2 Acondicionamiento

- a) Leer cuidadosamente las instrucciones del proveedor del recubrimiento verificando que la fecha de caducidad no se haya rebasado.
- b) Destapar el recipiente y pasar una parte del mismo a otro recipiente limpio de mayor volumen, de tal forma que permita una libre agitación en el recipiente original sin derrames.
- c) Agitar el contenido del recipiente original con una paleta de madera u otro medio adecuado, hasta lograr que todos los sólidos adheridos a las paredes y el fondo se reincorporen en forma homogénea.
- d) Transvasar con agitación continua la mezcla original de uno a otro recipiente y viceversa varias veces hasta lograr una mezcla homogénea.
- e) Si el recubrimiento es de dos componentes, estos deben mezclarse hasta obtener una mezcla homogénea, respetando la proporción y el tiempo de vida útil de la mezcla indicada por el proveedor.
- f) Filtrar el recubrimiento pasándolo a través de una manta de cielo o una malla equivalente a fin de eliminar natas, grumos, pintura seca o cualquier material extraño, de tal manera que el filtrado quede en el recipiente grande.
- g) Ajustar de acuerdo con las instrucciones del proveedor la viscosidad del recubrimiento con el adelgazador apropiado para su correcta aplicación, consultar la especificación CFE D8500-02.

5.3.4 Aplicación con brocha (CFE-AB)

El procedimiento mediante el cual se deposita un recubrimiento sobre la superficie, utilizando una brocha.

5.3.4.1 Generalidades

Este método de aplicación requiere poco equipo y su aplicación es lenta de (9 a 18) m²/h dependiendo del tamaño de la brocha, habilidad del operador y geometría de la superficie, por lo que se recomienda utilizarlo cuando se requiera una gran humectación de la superficie o para retocar cavidades, orillas, lugares con cierta profundidad o inaccesibles a otros métodos de aplicación.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

5.3.4.2 Material y equipo

a) Materiales.

- recubrimientos,
- solventes,
- trapos limpios,
- estopa,
- agitadores.

b) Equipo.

- brochas.

La selección del tamaño y tipo de brochas depende del área por recubrir. Las brochas redondas y ovaladas son las apropiadas para recubrir pernos, remaches y superficies irregulares.

Las brochas anchas y planas son las apropiadas para grandes superficies planas. Es recomendable que las brochas sean de cerda natural, que no tengan un ancho mayor de 12,7 cm y su longitud no exceda de 10 cm.

- recipientes, deben ser los adecuados para contener el recubrimiento y facilitar la operación,
- un termómetro de superficie y otro de inmersión, con 1 % de exactitud máxima, con escala mínima de (- 20 a 120) °C,
- medidor de humedad relativa con escala de 30 % a 90 % como mínimo,
- viscosímetro tipo copa "Zahn" o similar,
- cronómetro,
- medidor de espesor húmedo de (0 a 2 000) µm,
- medidor de espesor seco de (0 a 1 000) µm mínimo con 10 % de exactitud máxima.

c) Equipo mínimo de seguridad.

- mascarilla filtro con cartucho para vapores orgánicos para solventes, de acuerdo a la especificación CFE H0000-33,
- gafas protectoras, de acuerdo a la especificación CFE H0000-09,
- casco, de acuerdo a la norma de referencia NRF-012-CFE,
- guantes de neopreno, de acuerdo a la norma de referencia NRF-037-CFE,
- botiquín de primeros auxilios,
- señales de seguridad, de acuerdo a la norma de referencia NRF-013-CFE.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

En los recintos cerrados se debe contar además con:

- extracción forzada con motores a prueba de explosión,
- mascarilla con suministro de aire puro, de acuerdo con la especificación CFE H0000-33,
- extintores A-B-C de acuerdo a la norma NOM-104-STPS,
- medidores de nivel de concentración calibrados al solvente empleado, de solventes de aire.

Se debe cumplir con las normas de seguridad e higiene establecidas en CFE.

5.3.4.3 Procedimiento

El supervisor de CFE y el proveedor deben aplicar el procedimiento siguiente:

- a) Verificar que la superficie esté preparada de acuerdo a lo especificado.
- b) Verificar que la temperatura de la superficie y del recubrimiento, así como la humedad estén dentro de los límites marcados en el inciso 5.3.2
- c) Calibrar el equipo de medición de espesor seco al inicio de cada jornada.
- d) Verificar que el operario revise y utilice el equipo de seguridad adecuado.
- e) Leer las instrucciones del proveedor del recubrimiento y acondicionarlo según inciso 5.3.3.2.
- f) Sumergir la brocha en el recubrimiento, no más del 50 % de la longitud de las cerdas.
- g) Aplicar el recubrimiento, primero a las irregularidades de la superficie y a las aristas.
- h) Pasar la brocha sobre el área que se recubre a un ángulo no mayor de 45 ° varias veces y en ambos sentidos, hasta producir una banda uniforme.
- i) Suavizar cualquier marca dejada por la brocha, efectuando ligeras pasadas sobre la banda recién aplicada.
- j) Una vez producida la banda con textura uniforme, la siguiente debe traslaparse un 50 % sobre la anterior y así sucesivamente hasta recubrir el área.
- k) Medir de inmediato el espesor húmedo de acuerdo al inciso 9.3.2.3 e).
- l) Medir el espesor seco en el área recubierta según el inciso 9.3.2.3 i).
- m) La siguiente capa de recubrimiento debe aplicarse perpendicularmente a la anterior.

5.3.4.4 Aceptación

Se acepta el trabajo cuando cumpla con lo establecido en el inciso 9.3.2.4 de esta especificación.

5.3.5 Aplicación con espátula (CFE-AE)

Es el procedimiento mediante el cual se aplica un recubrimiento 100 % sólidos en pasta o muy viscoso utilizando espátula.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

5.3.5.1 Generalidades

Este método de aplicación requiere poco equipo y su aplicación es lenta, dependiendo de la habilidad del operador, geometría de la superficie y viscosidad del recubrimiento por lo que su utilización es especializada y única para este tipo de recubrimientos.

5.3.5.2 Materiales y equipo

a) Materiales.

- recubrimientos,
- trapos limpios,
- estopa,
- agitadores.

b) Equipo.

- espátulas, deben ser de lámina de acero o de plástico, la selección del tipo y tamaño depende del área por recubrir, geometría de la misma y viscosidad del recubrimiento,
- recipientes, deben ser adecuados para contener el recubrimiento y facilitar la operación,
- termómetro de superficie con 1 % de exactitud máxima, con escala mínima de 0 °C a 120 °C,
- medidor de humedad relativa portátil con escala de 30 % a 90 % como mínimo,
- medidor de espesor húmedo de 0 μm a 2 000 μm ,
- medidor de espesor seco de 0 μm a 3 000 μm mínimo con un error máximo del 10 % de exactitud máxima.

c) Equipo mínimo de seguridad.

- gafas protectoras, de acuerdo a la especificación CFE H0000-09,
- casco, de acuerdo a la norma de referencia NRF-012-CFE,
- guantes de neopreno, de acuerdo a la norma de referencia NRF-037-CFE,
- botiquín de primeros auxilios,
- señales de seguridad, de acuerdo a la norma de referencia NRF-013-CFE.

Se debe cumplir con las normas de seguridad e higiene establecidas en CFE.

5.3.5.3 Procedimiento

El supervisor de CFE y el proveedor, deben aplicar el procedimiento siguiente:

- #### a) Verificar que la superficie esté preparada de acuerdo a lo especificado.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

- b) Verificar que la temperatura de la superficie y la humedad relativa estén dentro de los límites marcados en el inciso 5.3.2
- c) Calibrar el equipo de medición de espesor seco al inicio de cada jornada.
- d) Verificar que el operario revise y utilice el equipo de seguridad adecuado.
- e) Leer las instrucciones del proveedor del recubrimiento y acondicionarlo según inciso 5.3.3.2.
- f) Aplicar el recubrimiento, primero a las irregularidades de la superficie y a las aristas.
- g) Aplicar el recubrimiento sobre el área, pasando la espátula sobre la superficie a un ángulo no mayor de 45 ° varias veces y en ambos sentidos, hasta producir una banda uniforme.
- h) Suavizar cualquier marca dejada por la espátula, efectuando ligeras pasadas sobre la banda recién aplicada.
- i) Una vez producida la banda con textura uniforme, la siguiente debe traslaparse un 25 % sobre la anterior y así sucesivamente hasta recubrir el área.
- j) Medir de inmediato el espesor húmedo de acuerdo al inciso 9.3.2.3 e).
- k) Medir el espesor seco promedio en el área recubierta, según el inciso 9.3.2.3 i).

5.3.5.4 Aceptación

Se acepta el trabajo cuando cumpla con lo establecido en el inciso 9.3.2.4 de esta especificación.

5.3.6 Aplicación con rodillo (CFE-AR)

Es el procedimiento mediante el cual se deposita un recubrimiento sobre la superficie, utilizando un rodillo.

5.3.6.1 Generalidades

Este método requiere poco equipo, es más rápido que la brocha, debido a que los rodillos tienen mayor poder de absorción.

Se recomienda cuando no sea posible utilizar el método de aspersión, en superficies planas, rejillas, cercas de alambre y enrejados. La velocidad de aplicación es de (18 a 37) m²/h dependiendo de las características físicas del rodillo, habilidad del operador y geometría de la superficie.

5.3.6.2 Material y equipo

- a) Materiales.
 - recubrimientos,
 - solventes,
 - trapos limpios,
 - estopa,
 - filtros de manta de cielo o mallas de abertura similar,

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

- agitadores.

b) Equipo.

- rodillos.

NOTA: Los montados en eje flexible sirve para cubrir tuberías.

- los de lanilla larga para rejillas, cercas de alambre, enrejados y superficies rugosas,
- los de lanilla corta para superficies lisas, así como para aplicar materiales que se endurecen en poco tiempo después de la aplicación.
- las charolas deben ser las adecuadas para contener el rodillo seleccionado y el recubrimiento.
- un termómetro de superficie y otro de inmersión, con 1 % de exactitud máxima, con escala mínima de (-20 a 120) °C,
- viscosímetro tipo copa "Zahn" o similar,
- cronómetro,
- medidor de espesor húmedo de (0 a 2 000) µm,
- medidor de espesor seco de (0 a 1 000) µm mínimo, con 15 % de exactitud máxima,
- medidor de humedad relativa portátil en escala de 30 % a 90 % como mínimo.

c) Equipo mínimo de seguridad.

- mascarillas filtro con cartucho para solventes, de acuerdo a la especificación CFE H0000-33,
- gafas protectoras, de acuerdo a la especificación CFE H0000-09,
- casco, de acuerdo a la norma de referencia NRF-012-CFE,
- guantes de neopreno, de acuerdo a la norma de referencia NRF-037-CFE,
- botiquín de primeros auxilios,
- señales de seguridad, de acuerdo a la norma de referencia NRF-013-CFE.

En recintos cerrados se debe contar con:

- extracción forzada,
- mascarilla con suministro de aire puro, de acuerdo con la especificación CFE H0000-33,
- extintores A-B-C de acuerdo a la norma NOM-104-STPS,
- medidores de nivel de concentración de solventes en el aire y explosímetro calibrado a los solventes empleados.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

Se debe cumplir con las normas y recomendaciones de seguridad e higiene establecidas en CFE.

5.3.6.3 Procedimiento

El supervisor de CFE y el proveedor deben aplicar el procedimiento siguiente:

- a) Verificar que la superficie esté preparada de acuerdo a lo especificado.
- b) Verificar que la temperatura de la superficie y del recubrimiento, así como la humedad, estén dentro de los límites marcados en el inciso 5.3.2.
- c) Verificar la calibración del equipo de medición de espesor seco al inicio de cada jornada.
- d) Verificar que el operario revise y utilice el equipo de seguridad adecuado.
- e) Leer las instrucciones del proveedor del recubrimiento y acondicionarlo véase inciso 5.3.3.2.
- f) Impregnar uniformemente el rodillo con el recubrimiento, evitando escurrimientos.
- g) Aplicar sobre la superficie en un sólo sentido varias veces, hasta producir una banda uniforme.
- h) Una vez producida la banda con textura uniforme, la siguiente debe traslaparse un 50 % sobre la anterior y así sucesivamente hasta recubrir el área.
- i) Medir de inmediato el espesor húmedo de acuerdo al inciso 9.3.2.3 e).
- j) Medir el espesor seco en el área recubierta según el inciso 9.3.2.3 i).
- k) La siguiente capa de recubrimiento debe aplicarse perpendicularmente a la anterior.

5.3.6.4 Aceptación

Se acepta el trabajo cuando cumpla con el inciso 9.3.2.4 de esta especificación.

5.3.7 Aplicación por aspersión

Es el procedimiento mediante el cual se deposita un recubrimiento sobre la superficie, atomizándolo finamente.

5.3.7.1 Generalidades

Se requiere de equipo especializado y su velocidad de aplicación es alta (de 28 a 56 m²/h) comparada con la aplicación con brocha y rodillo, dependiendo del equipo, habilidad del operador y geometría de la superficie.

Es el método más recomendando para recubrir cualquier superficie, excepto en las que se requiera: gran humectación, retocar cavidades, orillas, rejillas, cercas de alambre y enrejados.

Aunque existan otros tipos de aspersión, en esta especificación se consideran sólo dos:

- aspersión por aire por presión con boquilla de mezcla externa,
- aspersión sin aire.

Estos dos tipos de aspersión pueden aplicarse a superficie con altas temperaturas.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

5.3.7.2 Aspersión con aire (CFE-CA)

En este procedimiento el aire produce un vacío que succiona el recubrimiento (aspersión por succión) o forzándolo mediante presión hacia dentro de la boquilla (aspersión por presión) y posteriormente lo atomiza.

5.3.7.2.1 Generalidades

Se le conoce también como aspersión convencional. La velocidad de este método es menor que la de aspersión sin aire.

5.3.7.2.2 Material y equipo

a) Materiales.

- aire seco y limpio,
- recubrimientos,
- trapos limpios,
- estopa,
- solventes (véase instrucciones del proveedor),
- agitadores,
- recipientes,
- filtro de manta de cielo o mallas de abertura similar.

b) Equipo.

El equipo utilizado en el método por aspersión con aire es el indicado en la tabla 7.

SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS	ESPECIFICACIÓN CFE D8500-01
--	--

TABLA 7 – Equipo utilizado en la aplicación de recubrimientos por aspersión con aire

Equipo	Especificación	Observaciones
Compresor	El tanque del compresor debe ser de (8 a 30) L por pistola, y debe dar una presión de 172 kPa a 1 029 kPa. Un gasto continuo mínimo de 0,71 m ³ /min. Debe estar equipado con válvula de salida de aire regulador de presión y trampas de aceite y agua.	En recintos cerrados aumentar el gasto de aire en 0,625 m ³ /min por operador
Cronómetro	Convencional con medición mínima de 1 s.	----
Higrómetro	Medidor de humedad relativa portátil.	----
Manguera para el aire	La manguera debe ser de vinilo de neopreno y soportar una presión de trabajo de 1 029 kPa. El diámetro interior recomendado es de 0,8 cm si la longitud de la manguera no es mayor de 15 m. Para longitudes mayores, el diámetro debe ser mayor para evitar caídas de presión excesivas.	Consulte al proveedor del equipo
Manguera para el recubrimiento	Se recomienda un diámetro interior de 0,95 cm para recubrimientos que tengan una viscosidad menor de 0,6 Pa.s y la longitud de la manguera no sea mayor de 15 m. Si la longitud de la manguera es mayor, el diámetro interior debe aumentarse para evitar caídas de presión excesivas. Para viscosidades mayores a 0,6 Pa.s se recomienda utilizar un diámetro interior de 1,27 cm siempre y cuando la longitud de la manguera no sea mayor de 15 m. La manguera debe ser de neopreno y soportar una presión de trabajo de 690 kPa.	Solo cuando se utilice pistola de presión Consulte al proveedor del equipo
Medidor de espesor húmedo	De 0 µm a 2 000 µm.	Véase tabla 9
Medidor de espesor seco	De 0 µm a 1000 µm mínimo	Con una exactitud máximo del 10 %
Olla para el recubrimiento	Dependiendo de la superficie por recubrir la olla puede tener una capacidad de (2 a 57) L y contar con dos reguladores de presión, medidor de presión y agitador	Solo se utiliza en aspersión por presión
Pistola por aspersión	Se deben seguir las instrucciones del proveedor del recubrimiento en cuanto al tipo de pistola, tobera, aguja, boquilla y accesorios	----
Taza para el recubrimiento	Debe tener una capacidad de 1 dm ³	Solo se utiliza en aspersión por succión
Termómetros	Uno de superficie y otro de inmersión con escala mínima de (0 a 100) °C	Con una exactitud máxima de ± 1 °C
Viscosímetro	De campo (tipos “Zahn” y otros)	----

c) Equipo mínimo de seguridad.

- mascarillas filtro con cartucho para vapores orgánicos para solvente, de acuerdo a la especificación CFE H0000-33,
- gafas protectoras, de acuerdo a la especificación CFE H0000-09,
- casco, de acuerdo a la norma de referencia NRF-012-CFE,
- guantes de neopreno, de acuerdo a la norma de referencia NRF-037-CFE,

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

- botiquín de primeros auxilios,
- señales de seguridad, de acuerdo a la norma de referencia NRF-013-CFE.

En recintos cerrados se debe contar además con:

- extracción forzada,
- mascarilla con suministro de aire puro, de acuerdo con la especificación CFE H0000-33,
- extintores A-B-C de acuerdo a la norma NOM-104-STPS,
- medidores de nivel de concentración de solventes en el aire y explosímetro calibrado a los solventes empleados,
- explosímetros.

Se debe cumplir con las normas y recomendaciones de seguridad e higiene establecidas en CFE.

5.3.7.2.3 Procedimiento

El supervisor de CFE y el proveedor deben aplicar el procedimiento siguiente:

- Delimitar el área de trabajo.
- Verificar que la superficie esté preparada de acuerdo a lo especificado.
- Verificar que la temperatura de la superficie y del recubrimiento, así como la humedad relativa se encuentren dentro de los límites marcados en el inciso 5.3.2.
- Calibrar el equipo de medición de espesor seco al inicio de cada jornada.
- Verificar que el operario revise y utilice el equipo de seguridad adecuado.
- Acondicionar el recubrimiento según inciso 5.3.3.2
- Verificar que el equipo de aspersion esté completo y limpio.
- Vaciar el recubrimiento en la taza u olla.
- Ajustar el suministro de aire a la presión, regular la presión de la olla del recubrimiento a 103 kPa.
- Regular la abertura del abanico formado por el recubrimiento y la cantidad de material de acuerdo a la superficie por recubrir, haciendo pruebas de tal forma que la aplicación sea lo más eficiente posible, girando los tornillos de regulación de aire y fluido en la pistola.
- Recubrir la superficie pasando el abanico varias veces perpendicular y paralelamente a dicha superficie por recubrir, a una distancia de (15 a 20) cm y soltando el gatillo de la pistola de aspersion al final de cada pasada, hasta producir una banda uniforme.
- Una vez producida dicha banda, la siguiente debe traslaparse un 50 % sobre la anterior y así sucesivamente hasta recubrir el área.
- Medir de inmediato el espesor húmedo de acuerdo a lo indicado en el inciso 9.3.2.3, e).

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

- n) Medir el espesor seco promedio en el área recubierta según el inciso 9.3.2.3, i).
- o) La siguiente capa de recubrimiento debe aplicarse perpendicularmente a la anterior.

5.3.7.2.4 Aceptación

Se acepta el trabajo cuando cumpla con el inciso 9.3.2.4 de esta especificación.

5.3.7.3 Aplicación por aspersion sin aire (CFE-SA)

En este método el recubrimiento es forzado a presión mediante una bomba hacia la boquilla donde se atomiza sin aire.

5.3.7.3.1 Generalidades

Es más rápido que el método de aspersion con aire. Se recomienda para grandes áreas y para recubrimientos que los requieran.

5.3.7.3.2 Material y equipo

- a) Materiales.
 - aire seco y limpio,
 - recubrimientos,
 - trapos limpios,
 - estopa,
 - solventes (véase instrucciones del proveedor),
 - agitadores,
 - recipientes,
 - filtros de manta de cielo o mallas de abertura similar.

- b) Equipo.

El equipo utilizado en el método por aspersion sin aire es el indicado en la tabla 8.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS	ESPECIFICACIÓN CFE D8500-01
--	--

TABLA 8 – Equipo utilizado en la aplicación de recubrimientos por aspersion sin aire

Equipo	Especificaciones	Observaciones
Bomba	Capaz de suministrar una presión de descarga de 6 864 kPa con una olla de capacidad de (2 a 57) dm ³ dependiendo de la superficie por recubrir	- - - -
Compresor	El tanque del compresor debe ser de (8 a 30) litros por pistola y debe dar una presión de (172 a 1 029) kPa. Un gasto continuo mínimo de 0,71 m ³ /min. Debe estar equipado con válvula de seguridad, medidor de presión, válvula de entrada de aire, válvula de salida de aire, regulador de presión y trampas de aceite y agua	En recintos cerrados aumentar el gasto de aire en 0,65 m ³ /min por operador
Cronómetro	Convencional con medición mínima de 1 s	- - - -
Higrómetro	Medidor de humedad relativa portátil	- - - -
Manguera de alta presión	Manguera revestida de "nylon" o teflón para una presión máxima de trabajo de 17 157 kPa y que resista 260 °C	La manguera revestida de teflón es más fácil de limpiar. Consulte al proveedor del equipo
Manguera para el aire	La manguera debe ser de vinilo de neopreno y soportar una presión de trabajo de 1 029 kPa. El diámetro interior recomendado es de 0,8 cm si la longitud de la manguera no es mayor de 15 m. Para longitudes mayores, el diámetro debe ser mayor para evitar caídas de presión excesivas	Consulte al proveedor del equipo
Medidor de espesor húmedo	De 0 µm a 2 000 µm	Véase tabla 9
Medidor de espesor seco	De 0 µm a 1 000 µm mínimo	Con una exactitud de 10 %
Pistola por aspersion	Se deben seguir las instrucciones del proveedor del recubrimiento en cuanto al tipo de pistola, tobera, aguja, boquilla y accesorios	- - - -
Termómetros	Uno de superficie y otro de inmersión con escala mínima de 0 °C a 100 °C	Con una exactitud máxima de ± 1 °C
Viscosímetro	De campo (tipos copa "Zahn" y otros)	- - - -

c) Equipo mínimo de seguridad.

- tapabocas,
- mascarillas filtro con cartucho para vapores orgánicos para solventes, de acuerdo a la especificación CFE H0000-33,
- casco, de acuerdo a la norma de referencia NRF-012-CFE,
- botiquín de primeros auxilios,
- señales de seguridad, de acuerdo a la norma de referencia NRF-013-CFE,
- gafas protectoras, de acuerdo a la especificación CFE H0000-09,
- guantes de neopreno, de acuerdo a la norma de referencia NRF-037-CFE.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

En recintos cerrados se debe contar además con:

- extracción forzada,
- mascarilla con suministro de aire puro, de acuerdo con la especificación CFE H0000-33,
- extintores A-B-C de acuerdo a la norma NOM-104-STPS,
- medidores de nivel de concentración de solventes en el aire y explosímetro calibrado a los solventes empleados,
- explosímetro.

Se debe cumplir con las normas y recomendaciones de seguridad e higiene establecidas en CFE.

5.3.7.3.3 Procedimiento

El supervisor de CFE y el proveedor deben aplicar el procedimiento siguiente:

- a) Delimitar el área de trabajo.
- b) Verificar que la superficie esté preparada de acuerdo a lo especificado.
- c) Verificar que la temperatura de la superficie y el recubrimiento, así como la humedad relativa se encuentren dentro de los límites marcados en el inciso 5.3.2.
- d) Calibrar el equipo de medición de espesor seco al inicio de cada jornada.
- e) Verificar que el operario revise y utilice el equipo de seguridad adecuado.
- f) Acondicionar el recubrimiento según inciso 5.3.3.2.
- g) Verificar que el equipo de aspersion esté completo y limpio.
- h) Vaciar el recubrimiento en la olla de la bomba.
- i) Regular la cubierta del abanico formado por el recubrimiento y la cantidad de material de acuerdo a la superficie por recubrir, haciendo pruebas de tal forma que la aplicación sea lo más eficiente posible, girando los tornillos de regulación de fluido en la pistola.
- j) Recubrir la superficie pasando el abanico varias veces perpendicular y paralelamente a dicha superficie por recubrir a una distancia de 15 cm a 20 cm y soltando el gatillo de la pistola de aspersion al final de cada pasada hasta producir una banda uniforme.
- k) Una vez producida dicha banda, la siguiente debe trasladarse un 50 % sobre la anterior y así sucesivamente hasta recubrir el área.
- l) Medir de inmediato el espesor húmedo de acuerdo a lo indicado en el inciso 9.3.2.3. e).
- m) Medir el espesor seco en el área cubierta según el inciso 9.3.2.3. i).
- n) La siguiente capa de recubrimiento debe aplicarse perpendicularmente a la anterior.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

5.3.7.3.4 Aceptación

Se acepta el trabajo cuando cumpla con el inciso 9.3.2.4 de esta especificación.

5.3.8 Otros procedimientos

En casos especiales y de común acuerdo entre CFE y el proveedor se pueden utilizar otros tipos de aplicación de recubrimientos como:

- a) Electrodepósito.
- b) Electroestático.
- c) Inmersión.
- d) Cama fluidizada.

En caso de seleccionar cualquiera de estos métodos debe indicarse en el contrato, la norma de referencia.

6 CONDICIONES DE OPERACIÓN

Las recomendaciones de sistemas de recubrimientos para cada condición de operación, se indican en las tablas 12, 13 y 14 de esta especificación.

7 CONDICIONES DE DESARROLLO SUSTENTABLE**7.1 Generalidades**

Es política de CFE la protección ambiental, por lo que en todas las actividades que desarrolla, evita o reduce en la medida de lo posible, los impactos que de ellas se deriven.

Por lo anterior, la selección de solventes abrasivos y recubrimientos anticorrosivos, se realiza tomando en cuenta la disponibilidad de estos productos en el mercado, utilizando aquellos que cumplen con las especificaciones técnicas, para el uso correspondiente y los que impactan en menor grado el ambiente.

7.2 Procedimiento

En las actividades de limpieza, preparación de superficies y aplicación de recubrimientos anticorrosivos se generan residuos, no peligrosos y ocasionalmente aguas residuales, los cuales están regulados por una normativa ambiental.

Para cumplir con la normativa ambiental de los residuos peligrosos se deben aplicar las siguientes leyes, reglamentos y normas según apliquen:

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos; Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos; NOM-052-SEMARNAT; NOM-053-SEMARNAT; NOM-054-SEMARNAT; NOM-003-SCT; NOM-004-SCT; NOM-005-SCT; NOM-007-SCT2; NOM-010-SCT2; NOM-011-SCT2; NOM-019-SCT2; NOM-028-SCT2; NOM-043-SCT2; NOM-001-SEMARNAT; NOM-002- SEMARNAT.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

8 CONDICIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

El proveedor debe incluir la normativa correspondiente a las condiciones y requisitos de seguridad industrial, que se deben atender durante las etapas de transportación, entrega y manejo de materiales, condiciones de almacenaje, preparación de superficie, aplicación de recubrimientos anticorrosivos y disposición de los residuos.

Se debe considerar lo siguiente:

- prácticas generales de seguridad e higiene,
- el contar y utilizar apropiadamente los equipos de seguridad y protección personal, descritos en el texto de esta especificación.

Si el proveedor no cumple con cualquiera de estos requisitos el supervisor de CFE tiene la facultad de suspender los trabajos que se estén llevando a cabo, informando al responsable de los trabajos los motivos de la suspensión, los cuales se continuarán una vez que cumplan con estos requisitos.

Se debe cumplir con las normas siguientes:

NOM-001-STPS; NOM-006-STPS; NOM-011-STPS; NOM-017-STPS; NOM-023-STPS; NOM-030-STPS; NOM-113-STPS; NOM-115-STPS; NOM-116-STPS-; NOM-047-SSA1 y la referencia [12] del capítulo 12 de esta especificación.

9 CONTROL DE CALIDAD

9.1 Generalidades

Para asegurar la calidad de los sistemas de recubrimientos anticorrosivos, se debe aplicar lo siguiente:

- a) Control de calidad del producto.
- b) Control de calidad en la aplicación de sistemas de recubrimientos.
- c) Supervisión posterior periódica.

9.2 Control de Calidad del Producto

9.2.1 Inspección y muestreo

El proveedor debe avisar a la Gerencia del LAPEM de CFE por lo menos 15 días naturales antes del envío del producto o 30 días naturales antes de su aplicación, para efectuar el control de calidad del producto. Cada lote de producto debe muestrearse de acuerdo a lo establecido en la norma NMX-U-40.

9.2.2 Pruebas de aceptación

Debe verificarse mediante análisis de un laboratorio acreditado que cada lote de producto muestreado cumpla con lo indicado en las especificaciones CFE L0000-15 para acabados y con la CFE D8500-02 para todos los recubrimientos en los siguientes conceptos: % de pigmento, % de vehículo, sólidos totales en volumen, sólidos totales en masa, densidad, viscosidad, fineza de molido, tiempo de secado al tacto, tiempo de secado duro y partículas gruesas.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

9.2.3 Aceptación o rechazo

Se acepta el lote de productos cuando una muestra cumple con lo establecido en las especificaciones CFE D8500-02 y CFE L0000-15. En caso contrario, se rechaza.

De los datos del muestreo y de los resultados del análisis debe enviarse copia al sitio para consultas posteriores.

9.3 Control de Calidad en la Aplicación de Sistemas de Recubrimientos**9.3.1 Preparación de superficie****9.3.1.1 Generalidades**

Se deben acordar con el proveedor, los programas de trabajo para la preparación de superficies y aplicación del recubrimiento, atendiendo a las condiciones ambientales diarias locales.

Debe verificarse que los trabajos se realicen de acuerdo a los procedimientos establecidos en el capítulo 6 de esta especificación, vigilando que:

- a) Se conserven en buen estado los patrones de referencia locales durante los trabajos.
- b) Se compruebe al inicio de la jornada como mínimo, el estado de los materiales y equipos utilizados, desechando aquellos que no cumplan eficientemente con su función.

9.3.1.2 Material y equipo

- a) Patrones de referencia de acuerdo a la norma ISO 8501-1.
- b) Patrones de profundidad de perfil de anclaje y lupa 5X como mínimo, con iluminación.
- c) Cinta de replica y micrómetro plano en exactitud mínima de 2,5 μm .
- d) Medidor de humedad relativa portátil.
- e) Termómetro de superficie de (0 a 100) °C mínimo con exactitud máxima de ± 1 °C.
- f) Termómetro ambiental de (0 a 100) °C mínimo con exactitud máxima de ± 1 °C.

NOTA: Todos los equipos deben contar con su calibración vigente certificada.

9.3.1.3 Limpieza con solventes

Se acepta la superficie como limpia cuando no se aprecien en ella sustancias grasosas, polvos y otros contaminantes similares. La comprobación de lo anterior, se hace frotando un trapo blanco limpio (que no deje peluza) sobre la superficie.

Cualquier suciedad en el trapo que no sea mancha de óxido es causa de rechazo.

Debe verificarse que las partes de difícil acceso tales como rincones, juntas, esquinas y hendiduras estén limpias.

En las superficies rechazadas debe repetirse el procedimiento de limpieza.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

9.3.1.4 Limpieza con detergentes

Debe cumplirse con lo indicado en el inciso 9.3.1.3.

9.3.1.5 Limpieza con álcalis

Debe cumplir con lo indicado en el inciso 9.3.1.3.

9.3.1.6 Limpieza con agua

Se acepta la superficie como limpia cuando no se aprecian en ella polvos, sales y lodo.

Debe verificarse que las partes de difícil acceso tales como rincones, juntas, esquinas y hendiduras estén limpias, en caso contrario se rechaza.

En las superficies rechazadas debe repetirse el procedimiento de limpieza.

9.3.1.7 Preparación manual

Se acepta la preparación cuando tenga una superficie comparable a la superficie patrón, véase inciso 5.2.6.3.1 en caso contrario se rechaza.

En las superficies rechazadas debe repetirse el procedimiento de preparación.

9.3.1.8 Preparación motorizada

Se acepta la preparación cuando tenga una superficie comparable a la superficie patrón, véase inciso 5.2.6.3.1 en caso contrario se rechaza.

En las superficies rechazadas debe repetirse el procedimiento de preparación.

9.3.1.9 Preparación con abrasivos a presión

9.3.1.9.1 Verificación de materiales

- a) Verificar al inicio y la mitad de la jornada que el aire de suministro a los trabajadores esté exento de contaminantes que puedan ocasionar problemas a su salud.
- b) En lo que se refiere al aire a presión para la preparación de superficies, verificar su limpieza al inicio y a la mitad de la jornada por medio del procedimiento siguiente: soplear directamente sobre un trapo limpio blanco durante un minuto y observe si en la tela dejó traza visible de sustancias grasosas, polvo o humedad en cuyo caso deben realizarse las acciones necesarias para evitar el o los contaminantes.
- c) Verificar al inicio de cada jornada la pureza del abrasivo y las dimensiones del mismo.

9.3.1.9.2 Aceptación o rechazo

- a) Inspeccionar visualmente la superficie revisando con más cuidado las irregularidades de la misma, tales como cavidades, soldaduras, esquinas, aristas y áreas corroídas en exceso.

Se acepta la preparación cuando tenga una apariencia comparable a la superficie patrón véase inciso 5.2.8.3.1, en caso contrario se rechaza.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

- b) Una vez limpia la superficie medir el perfil de anclaje con lámpara comparadora o cinta de réplica, el cual no debe ser menor de 25 µm ni mayor que el espesor seco del primario por aplicar o bien un tercio del espesor seco del sistema completo por aplicar siempre y cuando sea el espesor del primario mayor a 100 µm. Si no cumple con lo establecido se rechaza.
- c) En las superficies rechazadas debe repetirse el procedimiento de preparación indicado en el inciso 5.2.8.

9.3.1.10 Preparación con agua a presión

Se acepta la preparación de superficie cuando tenga una apariencia comparable a la superficie patrón véase inciso 5.2.9.3.1, en caso contrario se rechaza.

En las superficies rechazadas debe repetirse el procedimiento de preparación.

9.3.1.11 Preparación química

Se acepta la preparación de superficie cuando tenga una apariencia comparable a la superficie patrón véase inciso 5.2.10.3.1, en caso contrario se rechaza.

En las superficies rechazadas, debe repetirse el procedimiento de preparación.

9.3.1.12 Informe

El contratista debe informar al supervisor de CFE el resultado de la aplicación del sistema de recubrimientos, mediante el formato 1 de los Apéndices B y C.

9.3.2 Supervisión de la aplicación de los recubrimientos

9.3.2.1 Generalidades

- a) Verificar que los trabajos se realicen de acuerdo a los procedimientos establecidos en el capítulo 7 de esta especificación.
- b) Comprobar al inicio de cada jornada como mínimo el estado de los materiales y equipos utilizados, desechando y sustituyendo aquellos que estén fuera de especificación, presenten desgaste excesivo o pérdida de sus propiedades.

9.3.2.2 Material y equipo

- a) Medidor de espesor húmedo de 0 µm a 2000 µm.
- b) Medidor de espesor seco de 0 µm a 1 000 µm mínimo con una exactitud de máxima de 10 %.
- c) Peine de ranuras de 1 mm de separación entre navajas para espesores hasta 50 µm y de 2 mm de separación para espesores de (50 a 125) µm y de 3 mm de separación para espesores de (125 a 300) µm o navaja escalpelo u hoja de rasurar bien afilados y que tengan un ángulo de corte entre 15 ° y 30 °.
- d) Detector de poros de 9 V para espesores menores de 300 µm y 67 V entre (300 y 500) µm.
- e) Detector de poros de chispa con alta tensión para espesores mayores de 500 µm (véase la tabla 9A, o aplíquese la siguiente fórmula: $TP = 250\sqrt{E}$).

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

Donde: TP = Tensión de prueba del detector de poros en V.

E = Espesor promedio de recubrimiento en μm .

TABLA 9A – Tensión de prueba del detector de poros de acuerdo al espesor del recubrimiento

Espesor del recubrimiento (μm)	Tensión de prueba (kV)
600	6,1
800	7,0
1000	8,0
1500	9,7
2500	12,5
3000	13,7
4000	15,8
5000	17,7
10 000	25,0
NOTA: Donde se encuentren poros, señálelos para su reparación. Para sistemas que incluyan primarios ricos en cinc, no aplica la detección de poros.	

- f) Un termómetro de superficie y otro de inmersión con $\pm 1\%$ de exactitud, con escala mínima de (0 a 120) °C.
- g) Cinta adhesiva transparente de 25 mm de ancho.
- h) Medidor de humedad relativa portátil con escala de (30 a 90) % como mínimo.
- i) Regla metálica graduada.

NOTA: Todos los equipos deben contar con su calibración vigente certificada.

9.3.2.3 Supervisión de la aplicación de primario, intermedio y acabado

Si en la aplicación de primario, intermedio y acabado no se cumple con lo establecido en los párrafos siguientes, debe ser rechazado.

- a) Verificar que se efectúe el acondicionamiento del recubrimiento según inciso 5.3.3.2.
- b) Verificar que la temperatura de la superficie, del recubrimiento, así como la humedad relativa estén dentro de los límites marcados en el inciso 7.2.
- c) Verificar que antes de la aplicación de cada capa de recubrimiento, las superficies estén limpias y libres de sustancias contaminantes sueltas.
- d) Verificar que el tiempo transcurrido entre la preparación de las superficies y la aplicación de la primera capa de recubrimiento no sea mayor de 4 h, para superficies preparadas con abrasivos a presión; para los otros tipos de preparaciones, debe ser dentro de la misma jornada de trabajo.

- e) Verificar que el aplicador realice mediciones periódicas de espesor húmedo, debiendo estas concordar con lo especificado.

Para conocer el valor del espesor húmedo recomendado, aplicar la tabla 9 o la siguiente ecuación:

$$H = \frac{S(100 + D)}{V}$$

Donde: V = % de sólidos en volumen.

H = espesor húmedo en μm .

S = espesor seco en μm .

D = % de dilución.



TABLA 9 – Cálculo del porcentaje de sólidos en volumen

Por ciento de sólidos por volumen	100 %	90 %	80 %	70 %	60 %	50 %	40 %	30 %	20 %	10 %
Espesor seco (µm)	Espesor húmedo (µm)									
25	25	30	30	35	40	50	60	80	430	250
50	50	55	60	70	80	100	125	170	250	500
75	77	80	95	110	125	150	190	250	380	760
100	100	110	125	145	170	200	250	340	505	1 010
125	125	140	160	180	210	250	320	420	630	1 270
150	150	170	190	220	250	300	380	505	760	1 520
180	180	198	220	250	300	360	440	590	890	1 770
200	200	225	250	290	340	400	505	675	1 010	2 020
230	230	250	280	330	380	460	570	760	1 140	2 300
250	250	280	320	360	420	500	630	840	1 280	2 500

- f) Determinar el tiempo de secado duro de cada capa y verificar si cumple con lo indicado en la especificación CFE D8500-02.
- g) Verificar que se respete el tiempo mínimo que debe transcurrir entre la aplicación de cada capa de acuerdo a lo indicado por el proveedor del recubrimiento.
- h) Inspeccionar la apariencia de cada capa verificando que sea uniforme y que no presente alguno de los defectos indicados en la tabla 11.

TABLA 10 – Clasificación de la prueba de adherencia

Clasificación	Concepto
5A	Sin desprendimiento
5B	Sin desprendimiento
4A	Trazas desprendidas o remoción a lo largo del corte
4B	Pequeñas hojuelas con desprendimiento en las intersecciones menores del 5 % del área afectada
3A	Desprendimiento a lo largo de las incisiones hasta 1,6 mm en cualquier lado
3B	Pequeñas hojuelas del recubrimiento se desprenden a lo largo de los cortes y puntos de intersección, el área afectada es del (5 al 15) %
2A	Desprendimiento a lo largo de las incisiones hasta 3,2 mm en cualquier lado
2B	Pequeñas hojuelas del recubrimiento se desprenden a lo largo de los cortes y puntos de inserción, el área afectada es del (15 al 35) %
1A	Eliminación del recubrimiento en la mayoría del área de la "X" bajo la cinta adhesiva
1B	Pequeñas hojuelas del recubrimiento, se desprende a lo largo de los cortes y puntos de intersección, el área es del (35 al 65) %
0A	Eliminación del recubrimiento más allá de la "X"
0B	El área desprendida es mayor a 65 %

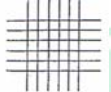

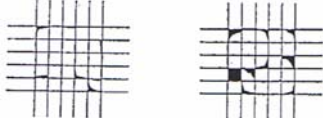

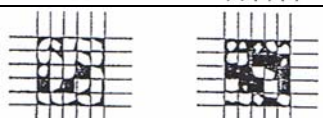
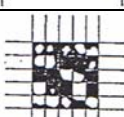
Clasificación	% Área removida	Desprendimiento del recubrimiento en la prueba de adherencia de corte cuadrulado (ejemplo para 6 cortes paralelos)
5B	0 %	
4B	5 % <	
3B	5 % – 15 %	
2B	15 % – 35 %	
1B	35 % – 65 %	
0B	> 65 %	

FIGURA 3 – Clasificación de la prueba de adherencia por el método "B"

TABLA 11 – Fallas en los recubrimientos, causas y recomendaciones para corregirlas

Defecto	Causa	Corrección
Ampollamiento referencia [6]	Solvente atrapado; superficie contaminada con sal, aceite o humedad; o exceso de corriente de protección catódica	Ventilación en áreas encerradas para acelerar la liberación del solvente; adecuada limpieza o preparación de la superficie; niveles adecuados de protección catódica
Arrugamiento	Demasiado espesor y/o clima muy caluroso, especialmente con recubrimientos a base de aceite	Raspe lo rugoso y aplique una capa delgada de recubrimiento; evite exposición intensa a la luz del sol
Brillo desigual	Espesor de la película no uniforme; humedad en la película; cambio de temperatura durante el curado; o recubrimiento aplicado sobre un recubrimiento blando o sin secar	Dejar secar y aplique otra capa de acabado bajo condiciones adecuadas de humedad
Caleo referencia [3]	Degradación de la resina del recubrimiento, dejando residuos sueltos; especialmente se presenta en recubrimientos delgados, epóxicos y sustratos donde polvo se remueve frecuentemente	Eliminar el polvo suelto y aplicar un recubrimiento final que sea resistente al caleo
Cáscara de naranja	Recubrimiento muy viscoso; pistola de aspersión muy cercana al sustrato; evaporación del solvente demasiado rápida; o presión del aire muy baja para una adecuada atomización	Antes de que seque elimine con cepillo, el exceso de pintura y modifique las condiciones de la aspersión. Después de que ha secado prepare la superficie y vuélvase a recubrir
Cráteres	Bolsas de aire atrapado en películas húmedas durante la aspersión	Desvanezca el acabado y aplique capas adicionales de recubrimiento
Cristalizado	Temperatura del sustrato mayor a la que soporta el recubrimiento aplicado	Quitar el recubrimiento y aplicar uno que resista esa temperatura
Cuartheaduras referencia [4]	Flexibilidad del recubrimiento limitado; capa muy gruesa; o aplicado a alta temperatura	Prepare la superficie eliminando el recubrimiento desprendido y vuélvase a recubrir
Daño por vegetales	Cirrópados, entre otros, penetrando recubrimientos blandos; la masa de los vegetales pela el recubrimiento con mala adherencia	Elimine y reemplace el recubrimiento con una o más capas de recubrimiento flexible o elástico, utilice recubrimientos antivegetativos
Decoloración	Degradación por la luz ultravioleta, o humedad detrás del recubrimiento	Recubra de nuevo y evite fuentes posibles de humedad
Desprendimiento referencia [3]	Incompatibilidad entre recubrimientos; sustrato con caleo o polvo; contracción del o de los recubrimientos durante el curado o por intemperismo	Prepare la superficie eliminando el recubrimiento desprendido y vuélvase a recubrir

continúa...

**SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS
ANTICORROSIVOS**

**ESPECIFICACIÓN
CFE D8500-01**

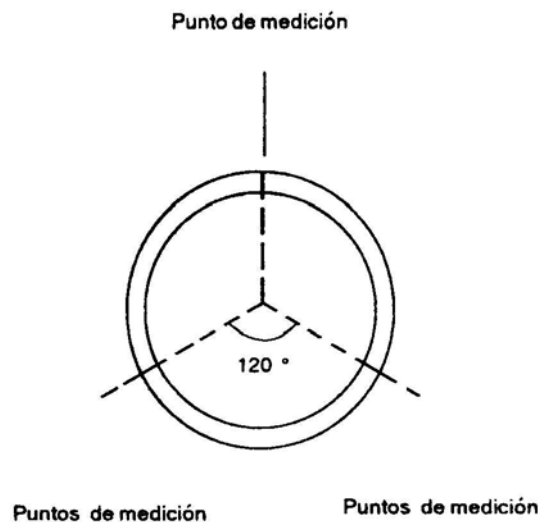
61 de 88

...continuación

Defecto	Causa	Corrección
Erosión referencia [5]	Daño físico por abrasión	Proteja el recubrimiento adyacente; repare las partes erosionadas con algún recubrimiento resistente a la abrasión
Escurecimiento	Pistola de aspersión muy cercana al sustrato; exceso de recubrimiento; o superficie demasiado dura o pulida para sostener a la pintura	Antes de que seque, cepille el exceso de pintura y modifique las condiciones de aspersión. Después de que se ha secado, prepare la superficie y vuélvase a recubrir
Grietas referencia [4] y [5]	Encogimiento; flexibilidad limitada; espesor muy grueso (especialmente en recubrimientos ricos en cinc); o aplicación/curado a muy altas temperaturas	Prepare la superficie nuevamente eliminando completamente el recubrimiento y vuélvase a recubrir
Herrumbre referencia [2]	Formación de productos de corrosión donde el acero está expuesto, que transminan y levantan al recubrimiento	Detección a tiempo de defectos con el detector de poros y corregirlos; uso de primarios con pigmentos inhibidores
Manchado	Lavado prematuro del recubrimiento; uso de limpiadores no aprobados; salpicadura de solventes o sustancias agresivas	Líjese el área afectada y vuélvase a recubrir
Moho	Crecimiento de microorganismos, especialmente en humedad, recubrimientos en sombra, desfigurándolos y degradándolos	Limpie y aplique una capa de acabado
Ojos de pescado	Aplicación sobre aceite, suciedad, silicón o recubrimiento incompatible	Prepare la superficie; aplique con brocha una capa y posteriormente el acabado
Puntos de alfiler	Insuficiente atomización del recubrimiento; atomización gruesa; o pigmento asentado	Si no se ha secado, cepille el recubrimiento y aplique una capa adicional. Si ya secó, aplique una capa adicional
Ruborización	Condensación de agua en alta humedad relativa con evaporación rápida o adelgazador desbalanceado en aplicación por aspersión	Prepare la superficie y vuélvase a recubrir con un retardador adicionado al adelgazador y que la humedad relativa sea menor a 80 %
Sangrado	Solventes orgánicos en recubrimientos sin secar o asfaltos frescos disuelven material bituminoso y causa que emigre a través del recubrimiento	Utilice recubrimientos de látex sobre materiales bituminosos; deje a los asfaltos secar 21 días naturales antes de aplicar el recubrimiento
Sobrerrociado	Las partículas que llegan a la superficie no tienen un buen nivel de humectación debido a una rápida evaporación del solvente; o partículas de pintura caen fuera del patrón de la aspersión	Antes de que seque, elimine con cepillo el sobrerrociado siguiendo un frotado con solvente. Después de que ha secado, prepare la superficie y vuélvase a recubrir
Telarañas	Evaporación muy rápida del solvente. Es mas común en lacas de rápida evaporación como son vinílicas y hules clorados	Utilice un solvente de menor velocidad de evaporación y aplíquelo cuando la temperatura ambiente baje. Si ya secó, prepare la superficie y vuélvase a recubrir

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

- i) Medir el espesor seco de primario, intermedio y acabado de acuerdo a los lineamientos siguientes:
- para superficies extensas (tanques, paredes y tuberías de gran diámetro) una medición cada 2 m^2 ,
 - para piezas pequeñas (herrajes, interruptores, bombas y tuberías pequeñas) tres mediciones por cada pieza,
 - para perfiles laminados (ángulos, vigas H y otros) una medición por cada cara, por cada 2 m de longitud, considerando las soldaduras como caras adicionales,
 - cuando se trate de tuberías, los puntos de medición deben ser como se indica en la figura 4,

**FIGURA 4 – Puntos de medición de tuberías**

- cuando se detecten espesores fuera de lo especificado se debe aumentar el número de mediciones hasta delimitar el área rechazada, para su corrección,
 - registrar los valores obtenidos utilizando el formato 1 y 2 del Apéndice B,
 - cuando se observen áreas con espesores fuera de lo especificado se pueden hacer mediciones en otros puntos.
- j) Seleccionar los puntos de prueba al azar, así como la cantidad de los mismos en función del área total recubierta, del tipo de estructura y equipo a inspeccionar, la adherencia del sistema completo o del primario según sea el caso.

Para la prueba de adherencia se debe utilizar una navaja, escalpelo u hoja de rasurar bien afilados y que tengan un ángulo de corte entre 15° y 30° , una regla metálica con graduación, una cinta adhesiva translúcida sensible a la presión de 25 mm de ancho con una fuerza de adhesión de $10 \text{ N} \pm 1 \text{ N}$ y un borrador blando como el del final de un lápiz. Si el espesor del recubrimiento es menor de $50 \mu\text{m}$, se debe realizar un corte cuadrículado con 1 mm de separación y 11 cortes por lado. Si el espesor del recubrimiento está entre $50 \mu\text{m}$ y $125 \mu\text{m}$, se debe realizar un corte cuadrículado con 2 mm de separación y 6 cortes por lado. Si el espesor del recubrimiento está entre $125 \mu\text{m}$ y $300 \mu\text{m}$, se realiza un corte cuadrículado con 3 mm de separación y 6 cortes por lado. Finalmente si el espesor del recubrimiento es mayor a $300 \mu\text{m}$ realizar un corte "X", de 40 mm cada lado y un ángulo entre cortes de 30° a 45° . Todos los cortes se deben realizar en una sola pasada de la herramienta de corte y debe llegar hasta el metal.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

Para todos los casos, cortar un pedazo aproximadamente 75 mm de longitud de la cinta adhesiva y el centro de la cinta, colocarla en la zona de cortes y en el caso del corte en "X", debe colocarse en la dirección de los ángulos pequeños. Con ayuda del borrador, frote la cinta hasta que se adhiera bien a la superficie; esto se nota por el cambio de color de la cinta.

En un intervalo de (60 a 120)s después de haber aplicado la cinta, retírela jalándola rápidamente a un ángulo lo más cercano posible a 180 °.

Inspeccione el área de corte evaluando el recubrimiento desprendido y clasifique la prueba de adherencia de acuerdo a la tabla 10, donde A corresponde al corte "X" y B corresponde al corte cuadrículado. Adicionalmente, la figura 3 muestra la clasificación para la prueba de adherencia para el corte cuadrículado.

En caso de que la clasificación sea menor de 4 (cuatro) se debe rechazar el sistema de recubrimientos para superficies nuevas y para mantenimiento, la clasificación no debe ser menor de 3 (tres).

Es importante que esta prueba se efectúe cuando menos después de 7 días de haberse realizado la aplicación del recubrimiento. Cuando el sistema de recubrimientos contenga inorgánico de cinc no es válida; en este caso vigilar más estrictamente la preparación de la superficie y la humedad relativa. Adicionalmente para el inorgánico de cinc postcurado (CFE-P10) vigilar el curado y enjuague.

Reparar las áreas dañadas por las mediciones de adherencia.

La cinta adhesiva de la prueba de adherencia se debe conservar en los registros de la institución que elaboró la prueba.

- k) Buscar poros preferentemente de aristas, esquinas y lugares poco accesibles con el detector de poros de acuerdo al inciso 9.3.2.2 d) y e) de esta especificación

9.3.2.4 Aceptación o rechazo

Cuando se observen áreas con espesores fuera de lo especificado se pueden hacer mediciones en otros puntos.

- a) El valor mínimo puntual aceptable de espesor del recubrimiento debe ser superior al 75 % del valor promedio especificado.
- b) El número de mediciones con valores de espesor seco arriba de lo especificado debe ser mayor que el número de mediciones con valores abajo del promedio aceptable de espesores secos de recubrimiento.
- c) El valor máximo debe ser el 125 % del valor especificado. En caso de ser mayor queda a criterio del supervisor la aceptación o el rechazo de acuerdo al tipo de recubrimiento aplicado.
- d) El valor máximo puntual aceptable de espesor seco del recubrimiento, queda a criterio del supervisor de acuerdo al tipo de recubrimiento aplicado.
- e) Para la prueba de adherencia, en caso de que la calificación sea menor de 4 (cuatro) se debe rechazar el sistema de recubrimiento para superficies nuevas y para mantenimiento, la calificación no debe ser menor de 3 (tres), (véanse tabla 10 y figura 3).

9.3.2.5 Informe

El contratista debe informar al supervisor de CFE el resultado de la aplicación del sistema de recubrimientos, mediante el formato 1 de los Apéndices B y C.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

Se deben dejar registros de los sistemas de recubrimientos aplicados en las áreas representativas de la obra conteniendo la siguiente información:

- a) Preparación de superficie (utilizar la clave de designación de la tabla 2 de esta especificación).
- b) Producto y proveedor del primario, intermedio y acabado (utilizar las claves de designación de las tablas A de la especificación CFE D8500-02).
- c) Fecha de aplicación (mes y año).

Se debe llevar una bitácora con todos los hechos ocurridos desde el inicio de la obra hasta su aceptación final y que debe permanecer en el sitio.

9.4 Supervisión Posterior Periódica

Antes o a la par con la supervisión, deben recopilarse los registros en la bitácora de la obra, o demás documentos que ayuden a identificar el tipo genérico de los recubrimientos existentes, condiciones de aplicación, preparación de superficie, número de capas y edad del sistema de recubrimiento.

Deben seleccionarse las áreas de supervisión en las instalaciones de la central, considerando un área por cada tipo de recubrimiento y exposición ambiental.

Realizar la evaluación de las áreas representativas cada 6 meses.

En cada área seleccionada para la supervisión, se debe observar los defectos siguientes:

- a) Ampollas, referencia [6], capítulo 12 de esta especificación.
- b) Grietas y surcos, referencias [4 y 5] del mismo capítulo 12.
- c) Levantamientos o escamas, referencia [7] mismo capítulo 12.
- d) Áreas sin pintura y oxidación, referencia [2] mismo capítulo 12.
- e) Rayones o daños mecánicos.

Si los defectos son mayores del 20 % del área seleccionada, se debe pintar de nuevo toda la superficie. Si los defectos son menores del 20 % del área seleccionada, se deben reparar los defectos, basándose para ello en la tabla 11.

En caso de duda o discrepancia en los porcentajes de área dañada, seguir el procedimiento siguiente:

Fabricar una plantilla cuadrada de acrílico o cualquier material transparente de 50 cm por lado.

Marcar la plantilla con una cuadrícula de 5 cm por lado, de tal manera que ésta contenga 100 cuadros.

Colocar la plantilla sobre el área seleccionada representativa y contar el número de cuadros, donde se localicen cualquiera de los defectos enunciados anteriormente. El número de cuadros contados será el porcentaje de área del recubrimiento dañado. Para mayores detalles, véase referencia [8], capítulo 12 de esta especificación.

Los porcentajes de falla del recubrimiento, se deben clasificar de acuerdo a la capa afectada (primario intermedio y acabado) y los resultados se deben registrar en la memoria de la obra, utilizando el formato del Anexo D.

10 MARCADO

Los contenedores y recipientes para almacenamiento y transporte de recubrimientos y solventes deben estar rotulados cuando menos, con el nombre del fabricante, nombre del producto de acuerdo a la especificación CFE D8500-02, nombre comercial del producto, lote, fecha de fabricación, fecha de caducidad, contenido neto, instrucciones para su uso, condiciones de almacenamiento, rombo de seguridad de acuerdo con la NOM-018-STPS y las medidas de seguridad en caso de ingestión, contacto y/o derrame.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

11 EMPAQUE, EMBARQUE, TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANEJO

Es responsabilidad del proveedor de los contenedores para el transporte, almacenamiento, manejo, su disposición final sin cargo adicional para CFE. Los contenedores deben tener las características de fabricación necesarias para evitar derrames, fugas o riesgos a la salud del personal y que aseguren el cumplimiento, en materia de transporte de las normas y reglamentos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Así mismo, el participante o proveedor debe cumplir con lo establecido en las normas de referencia NRF-001-CFE y NRF-010-CFE.



**SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS
ANTICORROSIVOS**

**ESPECIFICACIÓN
CFE D8500-01**

66 de 88

TABLA 12 – Recomendaciones de sistemas para superficies de acero al carbón o hierro fundido

Sistema No.	Condiciones de exposición	Preparación de superficie (1)	Primario (2)	Número de capas	Espesor mínimo seco por capa en μm	Acabado (2)	Número de capas	Espesor mínimo seco por capa en μm	Observaciones
EXTERIORES (3)									
ZONA CÁLIDA HUMEDA (Af) Y SUBHÚMEDA (Aw)									
1	Ambiente marino	PAB	P10-Inorgánico de cinc postcurado	1	50 a 75	A3-Epóxico altos sólidos	1	125	-----
2	Ambiente industrial	PACB	P8-Epoxi-amina	1	25	I1-Epoxi-amina A4-Vinilo epoxi-amina	2 2	63 50	I: intermedio. Para mantenimiento utilizar el mismo sistema
3	Ambiente rural (4)	PAB	P11-Inorgánico de cinc autocurante base solvente	1	50 a 75	I3-Vinil epoxi-fenólico A5-Vinílico altos sólidos	1 1	38 75	---
ZONA ÁRIDA SECA (Bs) Y MUY SECA (Bw)									
4	Ambiente marino	PAC	P19-Fosfato de cinc epoxi-poliamida	1	50	A3-Epóxico altos sólidos	2	125	-----
5	Ambiente industrial	PAC	P19-Fosfato de cinc epoxi-poliamida	1	50	A2-Epoxi-poliamida	2	50	-----
6	Ambiente rural (4)	PMA o PMO	P23-Fosfato de cinc alquidal óxido	2	38	A1-Alquidático	2	38	-----
ZONA TEMPLADA SUBHÚMEDA (Cw)									
7	Ambiente industrial	PAC	P14-Cloruro de polivinilo	1	25	I4-Cloruro de polivinilo A8-Cloruro de polivinilo	3 3	38 19	Para mantenimiento utilizar el mismo sistema

continúa...

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420			
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--

**SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS
ANTICORROSIVOS**

**ESPECIFICACIÓN
CFE D8500-01**

67 de 88

...continuación

8	Ambiente rural (4)	PAR	P20-Vinil alquidal fosfato de cinc óxido	2	38	A9-Vinílico	2	63	-----
ZONA TEMPLADA HÚMEDA (Cf)									
9	Ambiente Industrial y rural	PAC	P19-Fosfato de cinc epoxi- poliamida	1	50	A2-Epoxi- poliamida	2	50	-----
INTERIORES									
10	Áreas cubiertas permanentemente (5A)	PMA o PMO	P23-Fosfato de cinc alquidal- óxido	2	38	A1-Alquidálico	2	38	Véase sistema 33
INMERSIÓN									
11	Agua desmineralizada	PAB	P9-Orgánico de cinc epoxi- poliamida	1	50	A2- Epoxi- poliamida	3	50	Véase sistema 33
12	Agua cruda, potable o de servicio	PAB	P6-Vinílico	1	25 a 38	A9-vinílico	3	50	-----

- | | | |
|---|--|---|
| <p>(1) Véase capítulo 6 de esta especificación.</p> <p>(2) Véase especificación CFE D8500-02.</p> <p>(3) Véase tabla 1.</p> | <p>(4) En el caso de centrales generadoras debe considerarse ambiente industrial, excepto aquellas que se encuentren en ambiente marino.</p> <p>(5) Las tuberías no deben recubrirse interiormente.</p> <p>(5A) En interiores con elevada humedad relativa, emplear el sistema 33.</p> | <p>(6) A temperaturas menores de 60 °C el resto de los sistemas de los recubrimientos son aplicables.</p> <p>(7) Sólo debe aplicarse el primario, cuando haya quedado descubierto el metal después de la aplicación.</p> <p>(8) Para mantenimiento de fallas de continuidad o adherencia de CFE-P7, se debe preparar las superficies con abrasivos a presión utilizando arena fina o muy fina, véase tabla 4 y un ángulo de 60 °C de inclinación. Si presenta ampollas se debe quitar todo el recubrimiento.
Para obtener adherencias entre capas dar CFE-PAR, CFE-PMA o CFE-LSO.</p> |
|---|--|---|

continúa...

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

**SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS
ANTICORROSIVOS**

**ESPECIFICACIÓN
CFE D8500-01**

68 de 88

continuación...

Sistema No.	Condiciones de exposición	Preparación de superficie (1)	Primario (2)	Número de capas	Espesor mínimo seco por capa en μm	Acabado (2)	Número de capas	Espesor mínimo seco por capa en μm	Observaciones
13.1	Agua negra o agua de mar	PACB	P18-Primario y saturante epoxi-poliamida	1	25	A16- Revestimiento Epoxi-poliamida con fibra de vidrio	2	1 600	Debe llevar fibra de vidrio tejido tipo H entre capas de acabado. Para mantenimiento utilizar el mismo sistema
13.2	Agua negra o agua de mar	PACB	P8-Primario epoxi-amina	1	25	A27-Epóxico catalizado de alto espesor	2	750	Opcional al sistema 13.1. Para mantenimiento utilizar el sistema 13.3
13.3	Agua negra o agua de mar	PACB	P34 Primario epoxi-amina de altos sólidos	1	100 a 150	-----	---	---	Recomendado para mantenimiento del sistema 13.2
14.1	Combustóleo (5)	PACB	P34 Primario epoxi-amina de altos sólidos	2	150 a 200	-----	---	---	Anillos del tanque no expuestos a vapores. Para mantenimiento utilizar el mismo sistema.

continúa...

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420			
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--

**SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS
ANTICORROSIVOS**

**ESPECIFICACIÓN
CFE D8500-01**

69 de 88

...continuación

14.2	Vapores combustóleo (5)	PACB	-----	-----	-----	A30-Acabado epóxico fenólico 100 % sólidos	1	400 a 1 000	Techumbre, piso, anillo superior del interior del tanque y estructura interior. Para mantenimiento utilizar el mismo sistema.
15	Diesel petróleo diáfano, Gasolina, turbosina (5)	PACB	-----	-----	-----	A30-Acabado epóxico fenólico 100 % sólidos	1	400 a 1 000	Todo el interior del tanque
16	Hidróxido de sodio hasta 10 % y 60 °C	PAB	Hule natural vulcanizable duro (dureza 35 ± 10 shore A)	1	533	Intermedio hule natural vulcanizable duro (dureza 35 ± 10 shore D). Acabado hule vulcanizable blando (dureza 35 ± 5 shore A)	1 1	533 533	Requiere una temperatura mínima de vapor de 120 °C para su curado. Para mantenimiento utilizar sistema 47
17	Ácido sulfúrico hasta 10 % y 45 °C	PAB	Hule natural vulcanizable blando (dureza 35 ± 10 shore A)	1	533	Intermedio hule natural vulcanizable duro (dureza 35 ± 10 shore D). Acabado hule vulcanizable blando (dureza 35 ± 5 shore A)	1 1	533 533	Requiere una temperatura mínima de vapor de 120 °C para su curado. Para mantenimiento utilizar sistema 47

continúa...

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

**SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS
ANTICORROSIVOS**

**ESPECIFICACIÓN
CFE D8500-01**

70 de 88

...continuación

CONDICIONES ESPECIALES										
18	Alta temperatura	De 60 a 100 °C (6)	PAB	P10-Inorgánico de cinc postcurado	1	50	13-Vinil epoxi-fenólico-óxido A5- Vinílico altos sólidos	1 1	38 75	-----
19.1		De 101 a 260 °C (6)	PMA o PMO	P12-Aluminio oleorresinoso	2	38	-----	---	---	-----
19.2		De 261 a 400 °C (6)	PACB	P31-Aluminio para alta temperatura	1	100 a 200	-----	---	---	-----
20	Manejo de cenizas de carbón		PACB	-----	---	---	A19-Epóxico 100 % sólidos modificado para alta temperatura	1	1 000 a 2 000	Para mantenimiento utilizar el mismo sistema.
21.1	Instalaciones enterradas (opción 1) terrenos con resistividad mayor de 50 Ωm		PACB	P34-Primario epoxi-amina de altos sólidos	1	100 a 150	-----	---	---	Para mantenimiento utilizar el mismo sistema.
21.2	Instalaciones enterradas (opción 2) terrenos con resistividad menor de 50 Ωm		PACB	-----	---	-----	A27-Epóxico catalizado de alto espesor	2	750	En el caso de que la estructura este en contacto con el nivel freático utilizar el primario P8 aplicar una capa a 25 μm de espesor seco.

continúa...

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420			
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--

**SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS
ANTICORROSIVOS**

**ESPECIFICACIÓN
CFE D8500-01**

71 de 88

...continuación

22		Exterior de tanques y líneas de aceite lubricante o aceite aislante	PMA o PMO	P23-Fosfato de cinc alquidial óxido	2	38	A1-Alquidálico	2	38	-----
23		Hidróxido de sólido hasta 50 % en masa y temperatura ambiente	PMA lijado ligero LSO	-----	---	---	A9-Vinílico	3	50	Aplicarlo sobre el sistema elegido de acuerdo a la zona climática. Para mantenimiento utilizar el mismo sistema.
24		Ácido sulfúrico, 96 % en masa, temperatura ambiente	PMA lijado ligero LSO	-----	---	---	A8-Cloruro de polivinilo	3	19	Para mantenimiento utilizar el mismo sistema.
25	Zonas de derrames, salpicaduras y fugas	Zonas propicias al desarrollo de organismos	PACB	P8-Epoxi amina	1	25	I5-Elastómero de silicón A25 Elastómero de silicón	1 1	100 100	Para mantenimiento utilizar el mismo sistema.
26.1		Exterior de transformadores	PAB	P9-Orgánico de cinc epóxico poliamida	1	50	A5-Vinílico altos sólidos	1	75	-----
		Interior de transformadores	PAC o PMA o PMO o PQ	P14-Cloruro de polivinilo	1	25	-----	---	---	Para mantenimiento utilizar el mismo sistema.
27		Áreas cubiertas permanentemente (5A)	PQ o PACB	-----	---	---	A22- Poliéster en polvo 100 % sólidos con cinc	1	80 a 110	Véase sistema 33

- | | | |
|---|--|---|
| (1) Véase capítulo 6 de esta especificación. | (5) Las tuberías no deben recubrirse interiormente. | (7) Sólo debe aplicarse el primario, cuando haya quedado descubierto el metal después de la aplicación. |
| (2) Véase especificación CFE D8500-02. | (5A) En interiores con elevada humedad relativa, emplear el sistema 33. | (8) Para mantenimiento de fallas de continuidad o adherencia de CFE-P7, se debe preparar las superficies con abrasivos a presión utilizando arena fina o muy fina, véase tabla 4 y un ángulo de 60 grados de inclinación. Si presenta ampollas se debe quitar todo el recubrimiento. Para obtener adherencia entre capas dar CFE-PAR, CFE PMA o CFE-LSO. Para obtener adherencias entre capas dar CFE-PAR lijado o CFE-LSO. |
| (3) Véase tabla 1. | (6) A temperaturas menores de 60 °C el resto de los sistemas de los recubrimientos son aplicables. | |
| (4) En el caso de centrales generadoras debe considerarse ambiente industrial, excepto aquellas que se encuentren en ambiente marino. | | |

continúa...

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

**SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS
ANTICORROSIVOS**

**ESPECIFICACIÓN
CFE D8500-01**

72 de 88

continuación...

Sistema No.	Condiciones de 41exposición		Preparación de superficie (1)	Primario (2)	Número de capas	Espesor mínimo seco por capa en μm	Acabado (2)	Número de capas	Espesor mínimo seco por capa en μm	Observaciones
28	Superficies sujetas a tránsito continuo	Ambientes marino e industrial	PAR	P19-Fosfato de cinc epoxi-poliamida	1	38	A12-Poliuretano	2	38	Para mantenimiento utilizar el mismo sistema
29		Ambientes rural e interiores	PMA o PMO	P23-Fosfato de cinc alquidal óxido	1	38	A11-Hule clorado	1	38	Para mantenimiento utilizar el mismo sistema
30	Protección temporal	En áreas por sellarse herméticamente	Soplado interior con aire	Nitrógeno a 200 kPa	---	---	-----	---	---	-----
31		Superficies interiores de equipos	PMA o PMO	Aplicar una solución de fosfato disódico al 0,5 %, fosfato monosódico al 0,5 % y nitrato de sodio al 1 %	---	---	-----	---	---	Ya seco utilizar 2 kg de sílica gel por m^3
32		Áreas a la intemperie	PMA o PMO	P23-Fosfato de cinc alquidal óxido	1	38	-----	---	---	-----
33.1	Áreas cubiertas permanentemente con humedad elevada		PMA, PMO o PAC	P19-Fosfato de cinc epoxi-poliamida	1	50	A2-Epoxi-poliamida	2	50	-----
33.2	Superficies húmedas o que presentan condensado exterior		PAC, PMO o PAP	P33-Epoxi-cicloalifático de altos sólidos	1	500	-----	---	---	Utilizar el mismo sistema para mantenimiento
34.1	Áreas que requieren retardantes de fuego hasta por 30 min		PMA o PMO	P29-Látex base agua antífama	1	120	A26 Látex base agua antífama	1	25 a 30	Utilizar el mismo sistema para mantenimiento

continúa...

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

**SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS
ANTICORROSIVOS**

**ESPECIFICACIÓN
CFE D8500-01**

73 de 88

continuación...

34.2	Áreas que requieren retardantes de fuego hasta por 90 min	PACB	P32-Intumescente contra incendios	1	760	-----	---	---	Utilizar el mismo sistema para mantenimiento
MANTENIMIENTO									
35	Sistemas 3, 18 y 26	PAB, o PMA o PMO o PAP	P9-Orgánico de cinc-epóxi-poliámida	1	50	A5-Vinílico altos sólidos	1	75	-----
36	Sistemas 1, 11 y 15	PAB, PMA o PAP o PMO	P9-Orgánico de cinc-epóxi-poliámida	1	50	A3-Epóxico altos sólidos	1*	125	-----
37	Sistemas 6, 10, 22 y 27	PMA, PMO o PAP o PAR	P23-Fosfato de cinc alquidál-óxido	2	38	Al-Alquidálico	2	38	-----
38	Sistemas 4, 5, 9 y 33.1	PAC, PMA o PAP o PMO	P19-Fosfato de cinc epóxi-poliámida	1	50	A2-Epóxi-poliámida	2	50	-----

- | | | |
|---|--|--|
| <p>(1) Véase capítulo 6 de esta especificación.</p> <p>(2) Véase especificación CFE D8500-02.</p> <p>(3) Véase tabla 1.</p> | <p>(5) En el caso de centrales generadoras debe considerarse ambiente industrial, excepto aquellas que se encuentren en ambiente marino.</p> <p>(6) Las tuberías no deben recubrirse interiormente.</p> <p>(5A) En interiores con elevada humedad relativa, emplear el sistema 33.</p> | <p>(10) A temperaturas menores de 60 °C el resto de los sistemas de los recubrimientos son aplicables.</p> <p>(11) Sólo debe aplicarse el primario, cuando haya quedado descubierto el metal después de la aplicación.</p> <p>(8) Para mantenimiento de fallas de continuidad o adherencia de CFE-P7, se debe preparar las superficies con abrasivos a presión usando arena fina o muy fina véase tabla 4 y un ángulo de 60 °C de inclinación. Si presenta ampollas se debe quitar todo el recubrimiento. Para obtener adherencia entre capas dar CFE-PAR o CFE PMA o CFE-LSO.</p> |
|---|--|--|

continúa...

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

**SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS
ANTICORROSIVOS**

**ESPECIFICACIÓN
CFE D8500-01**

74 de 88

continuación...

Sistema No.	Condiciones de exposición	Preparación de superficie (1)	Primario (2)	Número de capas	Espesor mínimo seco por capa en µm	Acabado (2)	Número de capas	Espesor mínimo seco por capa en µm	Observaciones
40	Sistema 19	PAB	P12-Aluminio oleorresinoso (7)	2	38	-----	---	---	-----
41	Sistemas 13.3 y 21.1	PACB o PMA o PMO	P34- Epoxi-amina de altos sólidos	1	100 a 150	-----	---	---	-----
42	Sistemas 8 y 12	PACB o PMA o PMO	P6-Vinílico	1	25	A9-Vinílico	3	50	-----
47	Sistemas 16 y 17	PMA o PAC o PMO	-----	---	---	A14-Epoxi-poliamida 100 sólidos	1	---	-----
48	Chimeneas	PMA o PMO	-----	---	---	A2-Epoxi-poliamida	2	50	-----
51	Sistema 23	PMA	-----	---	---	A9-Vinílico	2	50	-----
54	Protección al concreto en fosas de neutralización	PAR o PQ	P28- Primario sellador epóxico para carpeta monolítica	1	75	A20- Revestimiento epóxico con agregado de sílica para carpeta monolítica	1	5 000	-----
55	Sistemas 1, 4, 5, 11, 15 y 33.1.	PAB	-----	---	---	A21-Epoxi alto sólidos autoimprimante	2	150	Se puede considerar como una segunda opción para los sistemas 36 y 38

- (1) Véase capítulo 6 de esta especificación.
 (2) Véase especificación CFE D8500-02.
 (3) Véase tabla 1.
 (4) En el caso de centrales generadoras debe considerarse ambiente industrial, excepto aquellas que se encuentren en ambiente marino.
 (5) Las tuberías no deben recubrirse interiormente.
 (5A) En interiores con elevada humedad relativa, emplear el sistema 33.
 (6) A temperaturas menores de 60 °C el resto de los sistemas de los recubrimientos son aplicables.
 (7) Sólo debe aplicarse el primario, cuando haya quedado descubierto el metal después de la aplicación.
 (8) Para mantenimiento de fallas de continuidad o adherencia de CFE-P7, se debe preparar las superficies con abrasivos a presión usando arena fina o muy fina véase tabla 4 y un ángulo de 60 °C de inclinación. Si presenta ampollas se debe quitar todo el recubrimiento.
 Para obtener adherencia entre capas dar CFE-PAR o CFE PMA o CFE-LSO.

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420			
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--

**SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS
ANTICORROSIVOS**

**ESPECIFICACIÓN
CFE D8500-01**

75 de 88

TABLA 13 – Recomendaciones de sistemas de protección para superficies de acero galvanizado

Sistema No.	Condiciones de exposición	Preparación de superficie (1)	Primario (2)	Número de capas	Espesor mínimo seco por capa en μm	Acabado (2)	Número de capas	Espesor mínimo seco por capa en μm	Observaciones
EXTERIORES PARA GALVANIZADO NUEVO									
TODAS LAS ZONAS CLIMÁTICAS									
60	Ambiente marino o industrial	LSO o LDE P17 Mordentador para acero galvanizado	P21 Vinil epóxico fosfato de cinc óxido	1	8 a 13	A3 – Epóxico altos sólidos	1	125	-----
				2	25				
61	Ambiente rural	LSO o LDE P17 Mordentador para acero galvanizado	P21 Vinil epóxico fosfato de cinc óxido	1	8 a 13	A2 – Epóxico poliamida	2	50	-----
				2	25				
EXTERIORES PARA GALVANIZADO INTEMPERIZADO									
62	Para todas las zonas y ambientes con galvanizado intemperizado	CFE PMA O PMO	P26-Primario orgánico de cinc ester epóxico	2	38	-----	-----	-----	-----

continúa...

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420			
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--

**SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS
ANTICORROSIVOS**

**ESPECIFICACIÓN
CFE D8500-01**

76 de 88

continuación...

EN CONTACTO CON EL SUELO									
63	Instalaciones enterrada en suelos de resistividad menor de 100 Ωm	LSO o LDE P17 Mordentador de acero galvanizado	P-34 Primario epoxi-amina de altos sólidos	1	100 a 150		-----	-----	-----
MANTENIMIENTO									
64	Acero galvanizado en ambiente marino o industrial	PMA o PMO	P21-Vinil epoxi-fosfato de cinc óxido o P26 – Orgánico de cinc éster epóxico	2 1	25 38	A3-Epóxico-altos sólidos	1	125	-----
65	Acero galvanizado en ambiente rural	PMA o PMO	P21-Vinil epoxi-fosfato de cinc óxido o P26- Orgánico de zinc ester epóxico	2 1	25 38	A2-Epoxi-poliamida	2	50	-----
SEÑALIZACIÓN									
66	Acero galvanizado de torres o postes troncocónicos en ambiente marino, industrial o rural.	LSO	---	---	---	A29-Poliuretano modificado de altos sólidos	2	38	Para mantenimiento utilizar el mismo sistema

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

**SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS
ANTICORROSIVOS**

**ESPECIFICACIÓN
CFE D8500-01**

77 de 88

TABLA 14 – Recomendaciones de sistemas para superficies de concreto, yeso y aplanado

Sistema No.	Condiciones de exposición	Preparación de superficie (1)	Primario (2)	Número de capas	Espesor mínimo seco por capa en μm	Acabado (2)	Número de capas	Espesor mínimo seco por capa en μm	Observaciones
SUPERFICIES DE CONCRETO									
ZONA CÁLIDA HÚMEDA (Af) Y SUBHÚMEDA (Aw) - ZONA TEMPLADA HÚMEDA (Cf)									
70	Ambiente marino industrial o rural	Resanar la superficie y dejarla secar CFE-PAR	P21-Vinil epóxi- fosfato de cinc óxido	2	25	A5-Vinílico altos sólidos	2	75	Exteriores agresivos
ZONA ÁRIDA SECA (Bs) Y MUY SECA (Bw) – ZONA TEMPLADA SUBHÚMEDA (Cw)									
71	Ambiente marino industrial o rural	Resanar la superficie y dejarla secar CFE PAR	-----	1	---	A9-Vinílico	3	50	Exteriores poco agresivos e interiores
CONDICIONES ESPECIALES									
72	Inmersión en agua cruda	Resanar la superficie y dejarla secar CFE-PAR	P6-Vinílico	1	25	A9-Vinílico	3	50	-----
73	Para sellado de concreto en exteriores agresivos	Preparación de superficie CFE-PAR	-----	---	---	A3-Epóxico altos sólidos	2	75	Eliminar con aire a presión los residuos de la preparación (CFE-PAR), previa aplicación del A3

continúa...

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

**SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS
ANTICORROSIVOS**

**ESPECIFICACIÓN
CFE D8500-01**

78 de 88

continuación...

74	Dosificación de ácido en torre de enfriamiento	Resanar la superficie y dejarla secar CFE-PAR	-----	---	---	A14-Epoxi poliamida 100 % sólidos	1	3 200	Recubrir 25 m ² aproximadamente alrededor de la dosificación
75	Inmersión en agua negra y de mar	Resanar la superficie y dejarla secar CFE-PAR	P-34 Primario epóxi-amina de altos sólidos	1	100 a 150	---	---	---	-----
76	Decorativo exteriores e interiores	Resanar la superficie y dejarla secar	Sellador recomendado por el fabricante	---	---	A13-Vinílico emulsionado	2	25	Aplica también para superficies aplanadas con yeso



810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420			
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--

12	BIBLIOGRAFÍA	
[1]	ASTM D56-2002	Test for Flash Point by Tag Closed Tester.
[2]	ASTM D610-2001	Standard Test Method of Evaluating Degree of Rusting on Painted Steel Surfaces.
[3]	ASTM D659-1986	Standard Test Method of Evaluating Degree of Chalking of Exterior Paints.
[4]	ASTM D660-2000	Standard Test Method of Evaluating Degree of Checking of Exterior Paints.
[5]	ASTM D661-2000	Standard Test Method of Evaluating Degree of Cracking Exterior Paints.
[6]	ASTM D714-2002	Standard Test Method of Evaluating Degree of Blistering of Paints.
[7]	ASTM D772-2002	Standard Test Method of Evaluating Degree of Flaking (Scaling) of Exterior Paints.
[8]	ASTM D1654-2002	Standard Test Method of Evaluating of Painted or Coated Specimens Subjected to Corrosive Environments.
[9]	ASTM D3359-2002	Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test.
[10]	NACE RP-0274-1974	High Voltage Electrical Inspection of Pipeline Coating Prior to Installation.
[11]	NACE TM-0170/1970	Visual Standard for Surfaces of New Steel Airblast Cleaned with Sand Abrasive.
[12]	Proy-NOM-117-STPS-1994	Guantes de Protección contra Sustancias Químicas (Uso Doméstico General e Industrial).

APÉNDICE A

ZONAS CLIMÁTICAS Y CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES

Población	Zona climática	Característica ambiental
Acapulco, Guerrero	Aw	Marino
Aguamilpa, Nayarit	Aw	Rural
Aguaprieta, Sonora	Bw	Rural
Aguascalientes, Aguascalientes	Bs	Rural
Amatitlán, Jalisco	Aw	Rural
Azufres, Michoacán	Cw	Rural
Bacurato, Sinaloa	Bs	Rural
Bombaná, Chiapas	Aw	Rural
Caborca, Sonora	Bw	Rural
Calera de Víctor R., Zacatecas	Bs	Rural
Campeche, Campeche	Aw	Marino
Cancún, Quintana Roo	Aw	Marino
Celaya, Guanajuato	Cw	Industrial
Cerro Prieto, B. C. N.	Bw	Industrial
Ciudad del Carmen, Campeche	Aw	Marino
Ciudad del Maíz, S. L. P.	Bs	Rural
Ciudad Juárez, Chihuahua	Bw	Rural
Ciudad Obregón, Sonora	Bw	Rural
Ciudad Victoria, Tamaulipas	Bs	Rural
Chávez, Coahuila	Bw	Rural
Chetumal, Quintana Roo	Aw	Marino
Chihuahua, Chihuahua	Bs	Industrial
Chilapan, Veracruz	Af	Marino
Chilpancingo, Guerrero	Cw	Rural
Chicoasén, Chiapas	Aw	Rural
Coatzacoalcos, Veracruz	Af	Marino
Colima, Colima	Aw	Rural
Colotipa, Guerrero	Cw	Rural
Comedero, Sinaloa	Bs	Rural
Córdoba, Veracruz	Cf	Rural
Cozumel, Quintana Roo	Aw	Marino
Cuautitlán, Estado de México	Cw	Rural
Cuernavaca, Morelos	Aw	Rural
Culiacán, Sinaloa	Bs	Rural
Delicias, Chihuahua	Bs	Rural
Dinamita, Sonora	Bw	Industrial

continúa...

...continuación

Población	Zona climática	Característica ambiental
Distrito Federal	Cw	Industrial
Dos Bocas, Veracruz	Aw	Marino
Durango, Durango	Cw	Rural
El Cajón, Nayarit	Aw	Rural
El Caracol, Guerrero	Bs	Rural
El Encanto, Veracruz	Af	Rural
El Encino, Chihuahua	Bs	Rural
El Fuerte, Sinaloa	Bs	Rural
El Humaya, Sinaloa	Bs	Rural
El Novillo, Sonora	Bw	Rural
El Sauz, Querétaro	Bs	Rural
Ensenada, B. C. N.	Bs	Marino
Falcón, Tamaulipas	Bs	Rural
Fresnillo, Zacatecas	Bs	Rural
Gómez Palacio, Durango	Bs	Industrial
Guadalajara, Jalisco	Cw	Industrial
Guanajuato, Guanajuato	Cw	Rural
Guaymas, Sonora	Bw	Marino
Hermosillo, Sonora	Bw	Rural
Hidalgo del Parral, Chihuahua	Bs	Rural
Huauchinango, Puebla	Cf	Rural
Infiernillo, Michoacán	Aw	Rural
Irapuato, Guanajuato	Cw	Rural
Iztaczoquitlán, Veracruz	Af	Rural
Ixtahuacatengo, Guerrero	Aw	Rural
Jacona, Michoacán	Cw	Rural
Jalapa, Veracruz	Cf	Rural
Jasso, Hidalgo	Cw	Rural
Jiménez, Chihuahua	Bs	Rural
Juchitán, Oaxaca	Af	Rural
La Laguna, Coahuila	Bs	Industrial
La Leona, Nuevo León	Bs	Industrial
La Parota, Guerrero	Aw	Rural
La Paz, B. C. N.	Bw	Marino
La Venta, Guerrero	Aw	Rural
La Venta, Oaxaca	Aw	Rural
La Yesca, Nayarit	Cw	Rural
Laguna Verde, Veracruz	Af	Marino
Lagos de Moreno, Jalisco	Cw	Rural
Las Boquillas, Chihuahua	Bw	Rural

continúa...

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

...continuación

Población	Zona climática	Característica ambiental
Lázaro Cárdenas, Michoacán	Aw	Marino
Lechería, Edo. de México	Cw	Rural
León, Guanajuato	Cw	Industrial
Lerma, Michoacán	Aw	Rural
Macuzari, Sonora	Bw	Rural
Malinalco, Estado de México	Cw	Rural
Malpaso, Chiapas	Af	Rural
Manzanillo, Colima	Aw	Marino
Martínez de la Torre, Veracruz	Af	Rural
Matamoros, Tamaulipas	Bs	Marino
Matehuala , S.L.P.	Bs	Rural
Mazatepec, Puebla	Cw	Rural
Mazatlán, Sinaloa	Aw	Marino
Mérida, Yucatán	Aw	Rural
Mexicali, B.C.N.	Bw	Rural
Minatitlán, Veracruz	Af	Industrial
Monterrey, Nuevo León	Bs	Industrial
Morelia, Micoacán	Cw	Rural
Nacozari, Sonora	Bw	Industrial
Nava, Coahuila	Bs	Industrial
Necaxa, Puebla	Cw	Rural
Nogales, Sonora	Bw	Rural
Nuevo Casas Grandes, Chihuahua	Bw	Rural
Nuevo Laredo, Tamaulipas	Bs	Rural
Oaxaca, Oaxaca	Bs	Rural
Ojinaga, Chihuahua	Bs	Rural
Orizaba, Veracruz	Cf	Rural
Oviachic, Sonora	Bs	Rural
Pachuca, Hidalgo	Cw	Rural
Panindícuaro, Michoacán	Cw	Rural
Peñitas, Chiapas	Af	Rural
Petalcalco, Guerrero	Aw	Marino
Piedras Negras, Coahuila	Bw	Rural
Pinotepa Nacional, Oaxaca	Aw	Rural

continúa...

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

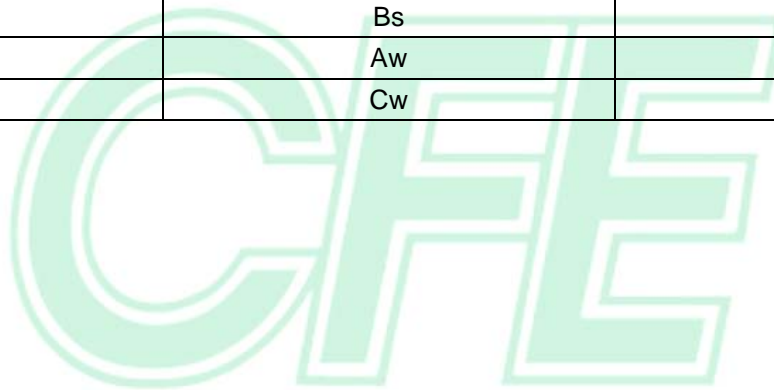
...continuación

Población	Zona climática	Característica ambiental
Poza Rica, Veracruz	Af	Industrial
Puebla, Puebla	Cw	Rural
Puerto Libertad, Sonora	Bw	Marino
Puerto Peñasco, Sonora	Bw	Marino
Puerto Vallarta, Jalisco	Aw	Rural
Querétaro, Querétaro	Bs	Industrial
Reynosa, Tamaulipas	Bs	Rural
Río Bravo, Tamaulipas	Bs	Industrial
Río Verde, S.L.P.	Cf	Rural
Rosetilla, Chihuahua	Bs	Rural
Salamanca, Guanajuato	Cw	Industrial
Salina Cruz, Oaxaca	Aw	Marino
Saltillo, Coahuila	Bs	Industrial
Salvador Alvarado, Sinaloa	Bs	Rural
San Carlos, B.C.S.	Bw	Marino
San José del Cabo, B.C.S.	Bw	Marino
San Lorenzo, Puebla	Cw	Industrial
San Luis Potosí, S.L.P.	Bs	Industrial
Sta. Ma. Chiconuatla, Edo. de México	Cw	Rural
Santa Rosalía, B.C.S.	Bw	Marino
Tamazulapan, Oaxaca	Bs	Rural
Tampico, Tamaulipas	Bs	Marino
Tapachula, Chiapas	Aw	Rural
Temascal, Oaxaca	Af	Rural
Tepexi, Puebla	Cw	Rural
Tepic, Nayarit	Aw	Rural
Tijuana, B.C.N.	Bs	Marino
Tlacotepec, Oaxaca	Aw	Rural
Tlaxcala, Tlaxcala	Cw	Rural
Toluca, Edo. de México	Cw	Rural
Tonalá, Jalisco	Cw	Industrial
Topolobampo, Sinaloa	Bs	Marino
Torreón, Coahuila	Bs	Industrial
Tula, Hidalgo	Cw	Rural
Tuxpan, Veracruz	Aw	Marino

continúa...

...continuación

Población	Zona climática	Característica ambiental
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas	Aw	Rural
Uruapan, Michoacán	Aw	Rural
Valladolid, Yucatán	Aw	Industrial
Valle de Bravo, Edo. de México	Cw	Rural
Venustiano Carranza, Chiapas	Aw	Rural
Veracruz, Veracruz	Aw	Marino
Villa Ahumada, Chihuahua	Bw	Rural
Villa Constitución, B.C.S.	Bw	Rural
Villa Reyes, S.L.P.	Bs	Industrial
Villahermosa, Tabasco	Af	Rural
Zacatecas, Zacatecas	Bs	Rural
Zihuatanejo, Guerrero	Aw	Marino
Zimapán, Hidalgo	Cw	Rural



**APÉNDICE B
(FORMATO 1)**

REGISTRO PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN LA APLICACIÓN DEL SISTEMA DE RECUBRIMIENTOS

Antecedentes	
Contrato:	_____
Equipo:	_____
Sistema de recubrimiento:	_____
Lugar de inspección:	_____
Proveedor:	_____
Fabricante de los recubrimientos	_____
Compañía responsable de aplicación del sistema:	_____
Color de acabado de acuerdo a CFE L0000-15:	_____
Especificación (es) de referencia:	_____
Número de constancia de aceptación de prototipo del fabricante:	_____

Preparación de superficie
Tipo de preparación (según CFE D8500-01): _____
% de H.R. durante la preparación: _____
Profundidad promedio de anclaje (µm)(*) _____ Tipo de abrasivo utilizado (*) _____
Tiempo máximo transcurrido entre preparación y aplicación (h): _____
(*) Sólo cuando la preparación sea con abrasivos a presión (CFE PAR, CFE PACB, CFE PAB y CFE PAC)

Aplicación de recubrimientos			
	Primario	Intermedio	Acabado
Designación (CFE D8500-02)	_____	_____	_____
Método de aplicación (CFE D8500-01)	_____	_____	_____
% H.R. máxima durante la aplicación	_____	_____	_____
Velocidad máxima del viento en km / h (**)	_____	_____	_____
Solvente utilizado	_____	_____	_____
Tiempo de secado duro (CFE D8500-02)	_____	_____	_____
Temperatura mínima del sustrato (°C)	_____	_____	_____
Temperatura máxima del sustrato (°C)	_____	_____	_____
Temperatura mínima del ambiente (°C)	_____	_____	_____
Temperatura máxima del ambiente (°C)	_____	_____	_____
Espesor seco mínimo (µm)	_____	_____	_____
Espesor seco máximo (µm)	_____	_____	_____
Espesor seco promedio (µm)	_____	_____	_____
Adherencia: Aceptado <input type="checkbox"/> Rechazado <input type="checkbox"/>	_____	_____	_____

NOTA: 1) Se deben anexar los certificados de calidad de los productos al expediente de campo.
** Sólo cuando se aplique por aspersión (CFE-CA, CFE-SA) y a la intemperie.

Observaciones: _____ _____ _____
Resultado de la inspección: Aceptado <input type="checkbox"/> Rechazado <input type="checkbox"/>

Inspeccionó:

Supervisó:

Nombre, firma y fecha

Nombre, firma y fecha

810619	Rev	860423	891113	950512	990326	040116	070420				
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--	--

APÉNDICE C
INFORME DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES ATMOSFÉRICAS

Obra _____	Contrato _____
Concepto _____	Mes _____ Año _____

Día	Hora del día											
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												

Soleado <input type="checkbox"/>	amarillo <input type="checkbox"/>	nublado <input type="checkbox"/>	rojo <input type="checkbox"/>
Lluvia <input type="checkbox"/>	azul <input type="checkbox"/>	viento > 30 km/h <input type="checkbox"/>	Café <input type="checkbox"/>

ANEXO D

INFORME DE SUPERVISIÓN PERIÓDICA DE SISTEMAS DE RECUBRIMIENTO

Instalación _____	Fecha _____
-------------------	-------------

Área de supervisión	% de Falla				Observaciones
	Primario	Intermedio	Acabado	Total	

Inspeccionó:	Supervisó:
_____	_____
Nombre	Nombre
_____	_____
Firma	Firma