

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS ENSAYOS PARA PINTURAS Y RECUBRIMIENTOS ELECTROLÍTICOS BAJO NORMAS INEN

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN PROCESOS DE PRODUCCIÓN MECÁNICA

FERNANDO XAVIER CATAGÑA SIMBA (viejoferchoo@hotmail.com)

GRACE ELVIRA VILLA VILLARREAL(villa_grace86@hotmail.com)

DIRECTOR: ING. DIEGO ESPINOSA (diegoesp@interactive.net.ec)

QUITO, JUNIO 2008

DECLARACIÓN

Nosotros, Fernando Xavier Catagña Simba y Grace Elvira Villa Villarreal, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad, intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Fernando Catagña

Grace Villa

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Srta. Grace Elvira Villa Villarreal y el Sr. Fernando Xavier Catagña Simba, bajo mi supervisión.

Ing. Diego Espinosa
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Un especial agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la consecución del presente trabajo: a nuestros Padres, Maestros y compañeros de la Escuela Politécnica Nacional, por el apoyo que nos brindaron para poder alcanzar esta anhelada meta, que da paso a una superación y desarrollo personal.

RESUMEN

La tecnología de las pinturas en polvo se desarrolló en Europa a partir de 1960 y su crecimiento y divulgación se explica por 3 circunstancias:

1. La adopción de leyes que obtengan al control de emisiones de disolventes orgánicos en la atmósfera.
2. La necesidad urgente de economizar los recursos energéticos.
3. Los avances técnicos alcanzados en el campo de los recubrimientos decorativos y protectores y en los métodos de aplicación.

La producción y utilización de las pinturas en polvo se han cumplido en dos etapas:

En la primera los fabricantes de pinturas tradicionales líquidas han introducido cambios radicales en sus formulaciones, procesos de manufacturación, aplicación y control general de calidad.

En la segunda etapa el consumidor de pinturas en polvo ha tenido que ajustar los sistemas de producción incluyendo las nuevas formas de aplicación y secado. Para las industrias que utilizan pintura en polvo los beneficios que pueden obtener son:

- Altos rendimientos de la pintura, por que se aprovecha hasta el 98% al recuperar el producto que no se ha depositado sobre el objeto.
- La pintura viene lista para la aplicación para ahorrar tiempo de proceso de aplicación y disolvente de dilución.
- Los acabados tienen máxima adherencia, dureza y flexibilidad.
- Los objetos pintados se pueden post-formar y maquinar sin dañar el acabado.
- La pintura completamente sólida asegura que no se presentaran chorreos, fallas de nivelación, espesor disperejo y otros defectos de acabado.
- La pintura en polvo se aplica directamente en el metal sin que sea necesario aplicar base.
- Con una sola mano se consigue el espesor de capa recomendado.
- La aplicación de pintura en polvo no requiere habilidad o entrenamiento especiales.
- Los riesgos de contaminación ambiental son mínimos.

- Las características de los recubrimientos con pintura en polvo dependen básicamente del tipo de ligante utilizado.

CARACTERISTICAS:

	Epoxi	Híbridas	Poliéster
Dureza	excelente	muy buena	muy buena
Flexibilidad	excelente	excelente	excelente
Resistencia a la abrasión y sobre horneado	mediocre	muy buena	excelente
Resistencia a la intemperie exterior	mala	mala	excelente
Resistencia a la corrosión	excelente	muy buena	muy buena
Resistencia Química	muy buena	excelente	muy buena
Propiedades Mecánicas	regular	buena	muy buena

De acuerdo con las características que ofrecen las pinturas en polvo se utilizan en:

INDUSTRIA DE MUEBLES METALICOS

Muebles para el hogar, oficina, jardín, estanterías, exhibidores, equipos médicos y de laboratorio, gimnasio y otros muebles metálicos.

INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION

Puertas, ventanas, marcos, cabinas, enchapes, cielos rasos, cajas eléctricas, andamios, chapas, mallas y otros objetos metálicos de la industria de la construcción.

INDUSTRIA DE ELECTRODOMESTICOS

Neveras, lavadoras, estufas, congeladores, aires acondicionados, botelleros, enfriadores, exterior de transformadores, y calentadores de agua, cajas y controles eléctricos, lámparas y otros electrodomésticos metálicos.

INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

Rines, amortiguadores, bumpers, biseles, partes de motos y autopartes en general.

INDUSTRIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Tuberías de petroleras, gasoductos y otras.

La Pintura en polvo es una de las mejores alternativas de ahorro y desarrollo de producción en serie. Es una ventana al futuro ya que con el avance de la tecnología se podrá aplicar incluso en otros materiales como la madera y los plásticos.

CONTENIDO

INTRODUCCION.....	1
CAPITULO 1	
1.1 HISTORIA	
1.1.1 Reseña histórica de la evolución de la Pintura en Polvo.....	2
1.2 GENERALIDADES	
1.2.1 Pintura en Polvo	4
1.2.2 Composición de la Pintura en Polvo	5
1.2.3 Fabricación de la Pintura en Polvo	8
1.2.4 Almacenamiento de la Pintura en Polvo	10
1.2.5 Usos de la Pintura en Polvo	12
1.2.6 Propiedades de la Pintura en Polvo	15
1.2.7 Clases de Pintura en Polvo	17
1.2.7.1 Poliéster Brillante	18
1.2.7.2 Poliéster Semimate o Mate	19
1.2.7.3 Epoxi Brillante	20
1.2.7.4 Epoxi Semimate o Mate	22
1.2.7.5 Híbrido Brillante	23
1.2.7.6 Híbrido Semimate o Mate	25
1.2.8 Esquema de Curado	26
1.2.9 Factores que afectan la calidad de la Pintura	28
1.2.10 Futuro de la Pintura en Polvo	29
1.2.11 Salud y Medio Ambiente	29
1.2.12 Ventajas	31
1.2.13 Desventajas.....	32
CAPITULO 2	
2.1 PREPARACION DE SUPERFICIES.....	33
2.1.1 Tipos de preparación del metal (Desengrase y/o Decapado).....	34

2.2 FOSFATIZACION

2.2.1 Historia	41
2.2.2 Definición	42
2.2.3 Tipos de Fosfatizantes	43
2.2.4 Pasos del tratamiento	44
2.2.5 Análisis de los problemas potenciales que puedan darse en el fosfatizado	48

CAPITULO 3

3.1 EQUIPOS DE APLICACIÓN PARA PINTAR CON PINTURA EN POLVO.....	49
3.2 LAS UNIDAD ALIMENTADORA	51
3.3 LAS PINTOLAS ELECTROSTATICAS.....	53
3.3.1 Pistolas de carga electrostática externa.....	54
3.3.2 Pistolas de carga electrostática interna	55
3.3.3 Pistolas de carga electrostática interna con frente de voltaje integrada.....	56
3.3.4 Pistolas de carga tribo eléctrica.....	56
3.3.5 Factores de eficiencia de las pistolas	57
3.3.6 Condiciones de operación	58
3.4 LAS FUENTES DE VOLTAJE ELECTROSTATICO	59
3.5 CABINAS DE APLICACIÓN	60
3.5.1 Cabinas con sistema de gravedad	62
3.5.2 Cabinas de banda	63
3.5.3 Cabinas aplicadora – colectoras.....	64
3.5.4 Cabinas de recubrimiento horizontal	64
3.5.5 Cambios de color	65

3.5.6 Sistemas de recuperación del polvo	67
3.6 CONSIDERACIONES DE MANEJO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE APLICACIÓN DE PINTURA EN POLVO.....	68
3.6.1 Manejo de los sistemas de recubrimiento en polvo	69
3.6.1.1 La limpieza del sistema	69
3.6.1.2 Manejo de los componentes del sistema.....	70
3.6.1.3 Normas de seguridad en el manejo y aplicación de las pinturas en polvo.....	73
3.7 ESTUFAS DE POLIMERIZACION	
3.7.1 Continuas por conversión con aire caliente, gas o eléctricas	75
3.7.2 Continuas por radiación infrarroja.....	76
CAPITULO 4	
4.1 PARTE EXPERIMENTAL	78
4.2 PINTURAS Y PRODUCTOS AFINES DETERMINACION DE LA DUREZA DE LA PELICULA METODO DEL LAPIZ “INEN 1001”	
4.2.1 Objeto.....	78
4.2.2 Métodos de Ensayo	78
4.2.3 Preparación de la Muestra	79
4.2.4 Procedimiento	79
4.3 PINTURAS Y PRODUCTOS AFINES DETERMINACION DE LA FLEXIBILIDAD MEDIANTE MANDRILES CONICOS “INEN 1002”	
4.3.1 Objeto	80
4.3.2 Métodos de Ensayo	81
4.3.3 Procedimiento	82
4.4 PINTURAS Y PRODUCTOS AFINES DETERMINACION DEL IMPACTO DIRECTO E INVERSO “INEN 1005”	

4.4.1 Objeto	83
4.4.2 Alcance	83
4.4.3 Métodos de Ensayo	83
4.4.4 Procedimiento	84
4.4.5 Cálculos	84
4.5 PINTURAS Y PRODUCTOS AFINES DETERMINACION DE LA ADHERENCIA MEDIANTE PRUEBA DE LA CINTA “INEN 1006”	
4.5.1 Objeto	85
4.5.2 Métodos de Ensayo	85
4.5.3 Procedimiento	86
4.6 PINTURAS Y PRODUCTOS AFINES DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA LLAMA (METODO COMPARATIVO) “INEN 1008”	
4.6.1 Objeto.....	88
4.6.2 Aparatos	88
4.6.3 Métodos de ensayo	89
4.7 ANALISIS Y CONTROL DE CALIDAD DE LA PRACTICA	
4.7.1 Dureza.....	91
4.7.2 Adherencia.....	91
4.7.3 Flexibilidad.....	92
4.7.4 Resistencia al Impacto	93
4.7.5 Resistencia a la llama.....	93
4.8 HOJAS TECNICAS.....	94
4.9 CONCLUSIONES.....	97
4.10 RECOMENDACIONES	99

ANEXOS

INTRODUCCION

El presente documento hace énfasis a la positiva utilización de los recubrimientos electrostáticos con pintura en polvo ya que en los últimos años ha cobrado una importancia significativa.

Los incrementos de esta tecnología ha sido favorable al ambiente están muy por encima del término medio.

Mediante una construcción compacta de la instalación y la posibilidad de la más amplia automatización pueden mantenerse mínimos el espacio ocupado y el número excesivo de personal.

Ya que el recubrimiento tiene lugar en un sistema cerrado y sin disolventes tampoco se presentan efectos contaminantes perjudiciales.

El rendimiento del material de recubrimiento es, según su sistema de recuperación, de hasta más del 99%.

Es por eso que esta tecnología es una de las más rentables de toda la técnica superficial.

CAPITULO 1

1.1 HISTORIA

1.1.1 RESEÑA HISTÓRICA DE LA EVOLUCIÓN DE LA PINTURA EN POLVO EN EL MUNDO.

Al término de la Segunda Guerra Mundial, las industrias de pinturas y los fabricantes de resinas comenzaron a buscar nuevos métodos de fabricación, nuevos productos para ser ofrecidos a nuevos mercados para recuperar los años perdidos durante la guerra, acompañando la reconstrucción, con sistemas más modernos y productivos, en los nuevos complejos industriales.

Los principales objetivos apuntaron a:

- Reducir los solventes orgánicos hasta un mínimo indispensable.
- Reducir la mano de obra afectada a la tarea de aplicación de recubrimientos.

Estos puntos llevaron al desarrollo de sistemas tales como los de alto contenido de sólidos, sistemas solubles en agua, y los sistemas de pinturas en polvo. Hasta ese entonces, la única alternativa eran los sistemas "convencionales", con esmaltes líquidos de secado al aire o al horno. Estos, mediante el uso de sopletes de distinto tipo, proyectan la pintura diluida con solventes apropiados, sobre la pieza a pintar, la cual, luego de un tiempo de oreo, se introduce en el horno, produciéndose la evaporación de los solventes.

En la década de los 50 se realizan los primeros intentos por fabricar pinturas en polvo a partir de resinas epoxi, las únicas disponibles en aquella época para tal fin. El uso de equipos inadecuados para fabricar la pintura (molinos de bolas para mezclar los constituyentes y lecho fluidizado para aplicación) hacen que la misma sea costosa de producir por lo que su uso no se extiende.

En la década de los 60 se retoma el tema bajo la dirección de la compañía *Shell* la cual desarrolla nuevas resinas epoxi y nuevos métodos de fabricación. Con la introducción, sobre fines de esta década, de la extrusora en la producción de la pintura se establece la base para la obtención de la misma mediante un proceso continuo el cual permite bajar los costos de forma apreciable. De la misma forma, en Europa y los Estados Unidos se comienza a utilizar la pistola electrostática para la aplicación de la pintura en polvo, es importante recordar que hasta este momento la misma se aplicaba en lecho fluidizado lo que producía capas excesivamente gruesas y sin una homogeneidad de la misma. De esta forma sobre el **final de los 60** ya se dispone de los elementos necesarios para un desarrollo rápido a nivel industrial; producción continua y controlada.

Entre los años 1966 y 1973 se desarrollan las pinturas epoxi, híbridas, poliuretano, y poliéster-Tgic. Las industrias de fabricación de electrodomésticos, sobre todo de línea blanca, son las primeras en adoptar estas pinturas en sus líneas de producción.

Hacia fines de la década del 70 se produce un gran crecimiento en el uso de la pintura en polvo en Europa y en los comienzos de los 80 ocurre lo propio en los Estados Unidos y el Japón.

Entre los años 1985 y 1993 se introducen en el mercado varios tipos de pinturas en polvo acrílicas.

1.2 GENERALIDADES

1.2.1 PINTURA EN POLVO

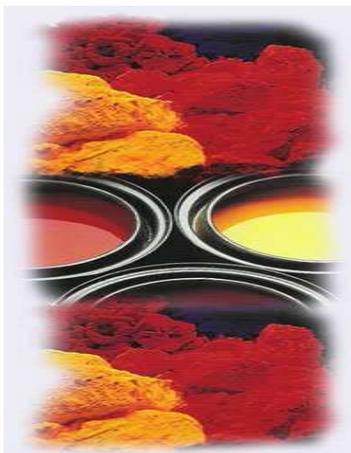


Fig. 1.1 Pintura en Polvo

Fuente: www.europintura.com

La Pintura en polvo es parecida a las pinturas convencionales horneables. Está en estado sólido en lugar de líquido, ya que no contiene solventes durante la fabricación ni la aplicación. Generalmente se aplican por un proceso electrostático con posterior curado en horno.

La película de pintura se forma de la siguiente manera:

- El polvo aplicado sobre la pieza se funde con el calor y los componentes de la fórmula reaccionan constituyendo un sólido.

Ejemplo.- Cuando uno mezcla chocolate en polvo con azúcar, lo funde con calor y luego lo deposita en un molde a una temperatura ambiente se obtiene una lámina sólida compuesta por el chocolate más el azúcar. Los cambios de estado que sufre la pintura en polvo son similares, **pero además hay reacción química**.

Utilizando un lenguaje más técnico, la aplicación de Pintura en Polvo es un método moderno de obtención de revestimientos decorativos y protectores para usar en gran variedad de superficies. Los productos obtenidos son usados por la industria y los consumidores finales.

La Pintura en Polvo es una mezcla homogénea de cargas minerales, pigmentos y resinas en forma sólida, en forma de partículas finas, que se aplica con un equipamiento especial (pistola electrostática para polvo) en el que se mezcla con aire y se carga eléctricamente. Las partículas cargadas eléctricamente se adhieren a la superficie a ser pintada, que está a tierra, en un proceso similar al que ocurre cuando el polvo del ambiente se adhiere a la pantalla del televisor o de la computadora. Las partículas de Pintura en Polvo que permanecen adheridas a la pieza por carga estática son inmediatamente calentadas en un horno donde se transforman en un revestimiento continuo.

Cuando la pintura se funde los componentes químicos, en este caso las resinas, reaccionan entre sí formando una película. El resultado es un revestimiento uniforme, de alta calidad, adherido a la superficie, atractivo y durable.

La Pintura en Polvo es la tecnología de revestimientos de mayor crecimiento en el mundo.

1.2.2 COMPOSICION DE LA PINTURA EN POLVO

La pintura en polvo está compuesta por:

- RESINAS
- ENDURECEDORES
- PIGMENTOS
- CARGAS
- ADITIVOS

La composición de la pintura en polvo es variada por lo cual no se puede indicar valores porcentuales absolutos, de acuerdo al tipo, uso, o caso particular la misma varía en forma importante.

RESINAS son la base de la pintura, son los polímeros que le otorgan el brillo y la mayoría de las propiedades mecánicas a la misma. Un buen recubrimiento no

debería tener menos de un 50 - 55% en peso de resina. Así por ejemplo, si se requiere un compuesto de alto brillo o que soporte bien el tratamiento mecánico (maquinado) se debe incrementar necesariamente dicho porcentaje.

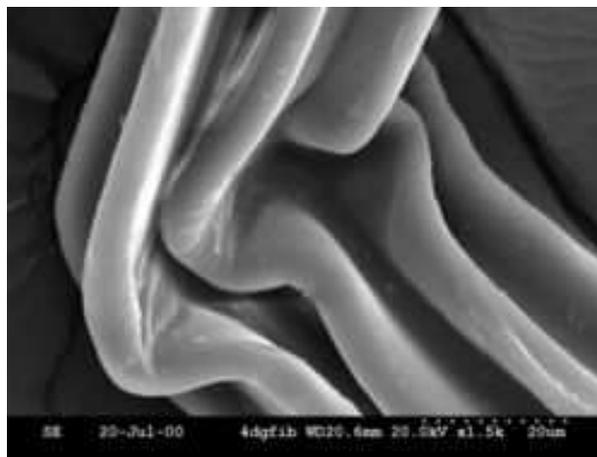


Fig. 1.2 Fotografía de microscopio electrónico del Poliéster.

Fuente: www.quiminet.com.mx

Asimismo las resinas utilizadas tienen, en general, una baja "temperatura de transición vítrea" por lo que sufren un ablandamiento a temperaturas no demasiado elevadas (30 - 35°C); por ello si se almacenan a temperatura ambiente en climas cálidos el producto sufre una compresión que si bien, no compromete sus propiedades, si crea problemas durante la aplicación. Esto es particularmente importante en las pinturas transparentes las cuales tienen arriba de un 90% de resina en su composición, lo recomendado en estos casos es almacenar en lugares de temperatura controlada.

ENDURECEDORES son los compuestos que reaccionan con las resinas y permiten que la misma "cure", es decir polimerice. Son específicos de cada sistema, así por ejemplo las resinas poliéster curan con isocianurato de triglicidilo, las híbridas no requieren de un endurecedor específico ya que las resinas epoxi y poliéster reaccionan entre sí. La relación Resina - Endurecedor en general no tiene mucha opción de variaciones y es un valor constante no dando al formulador motivo para alterarla.

PIGMENTOS son de fundamental importancia en la formulación ya que son los que brindan el color a la pintura. Aquí es donde el formulador debe esforzarse para lograr las tonalidades requeridas por los clientes y mantenerla en los sucesivos ya que, pese a la existencia de equipos de medición y ajuste del color, la "elaboración" del color sigue teniendo una buena dosis de arte. Otro punto a considerar por el formulador es la necesidad de utilizar pigmentos específicos para pinturas en polvo, pigmentos que resisten las temperaturas de horneado a las que son sometidos; si el uso de la pieza pintada será al exterior es necesario considerar también que deben soportar los rayos ultravioletas.



*Fig. 1.3 Tipos de pigmentos
Fuente: www.listopop.com.ec.*

CARGAS pese a su nombre no solo sirven para "extender" la pintura y hacerla competitiva con su par líquida, sino que, brindan al producto final de importantes propiedades mecánicas, como aumentar la resistencia al impacto, y ayudan a mejorar el aspecto visual por ejemplo mateando el brillo excesivo. Las cargas principalmente utilizadas son la barita (sulfato de bario) micronizada, precipitada y el carbonato de calcio también micronizado ó precipitado y en algunos casos la dolomita (carbonato de calcio y magnesio).

ADITIVOS son compuestos que se incluyen en la formulación en cantidades porcentuales pequeñas y que confieren a la pintura ciertas propiedades en cuanto a aspecto, acabado, etc. Los más utilizados son los siguientes:

- Benzoína: Se la utiliza en pinturas híbridas y epoxídicas para ayudar a la extracción de gases que se producen durante el curado y evitar que produzcan defectos en la película.
- Ceras: Los polímeros de polietileno ó polipropileno, su fin es aumentar la dureza superficial de la pintura de forma tal de conferirle mayor resistencia al rayado. En general no se supera el 2% en la composición.
- Acetobutirato de Celulosa: Este es un aditivo cuya finalidad es la de producir un efecto superficial texturado en la pintura, existen otros compuestos que también modifican el aspecto.
- Nivelantes: Son de particular importancia en la formulación de la pintura ya que son los responsables de un acabado liso de la misma, evitando así la llamada cáscara de naranja.
- Mateantes: Son endurecedores específicos que matean la pintura, existen para epoxis endurecidos como, para híbridos y para poliuretanos. No se los utiliza como endurecedores absolutos en el sistema, sino que se reemplaza parte del utilizado comúnmente por ellos en proporciones adecuadas para lograr el grado de mateado requerido.

1.2.3 FABRICACION DE LA PINTURA EN POLVO

La fabricación de la Pintura en Polvo se realiza en 4 etapas:

1º-Pesado de los componentes de la misma.

2º-Premezcla de los mismos.

3º-Extrusión.

4º- Molienda y Envasado.

EL PESADO ó PREPARACIÓN PARA LA PREMEZCLA consiste en la dosificación de los componentes de la pintura en la proporción adecuada. Es

importante destacar que un error en esta etapa es crítico en lo que se refiere al producto obtenido y en la productividad en línea. Para disminuir la frecuencia de errores se suelen utilizar equipos de pesada con registro impreso, los cuales permiten comprobar el correcto peso de todos los ingredientes.

LA PREMEZCLA del material pesado en la etapa anterior se realiza en equipos adecuados a las cantidades a ser mezcladas, estos equipos deben ser capaces de producir fuerzas de cizalla de modo tal de poder romper aglomeraciones de material y lograr una mezcla homogénea, es importante destacar que la obtención de un buen producto depende en forma directa de partir de una mezcla lo más homogénea posible.

LA EXTRUSIÓN es la etapa en la cual los componentes de la pintura funden y entran en estrecho contacto uno con otro lográndose obtener así una masa pareja en sus propiedades, este proceso se realiza en extrusoras de simple y/o doble tornillo a temperaturas del orden de los 100°C. La masa de pintura fundida es oprimida entre dos cilindros refrigerados que la depositan, generalmente, en una cinta de enfriamiento, esta cinta transporta el material hacia unas ruedas dentadas que lo rompen llevándolo a la forma de fragmentos

LA MOLIENDA los fragmentos obtenidos en la extrusión son micronizados de forma tal que se transforman en polvo, mediante un sistema de ciclón se separa una fracción de lo molido, se tamiza y se envasa. Los molinos utilizados para pintura en polvo son del tipo de bandeja con dientes o martillos y separador el cual realiza la separación del polvo fino de las partículas más gruesas.

EL ENVASADO consiste en disponer el producto obtenido en forma adecuada para su expedición, en general este se realiza en bolsas de polietileno contenidas en cajas de cartón. Bajo esta presentación se venden de a 25, 20 e inclusive 10 kilogramos; cuando una planta de pintura en polvo fabrica directamente para un consumidor final importante no es raro que el producto se envase en contenedores o barricas de 200 o aún más kilogramos.

Como consideración final es importante destacar que, aunque la pintura en polvo no es un producto perecedero en tal sentido, es necesario disponer de las condiciones adecuadas para el almacenamiento del mismo.

1.2.4 ALMACENAMIENTO DE LA PINTURA EN POLVO

El almacenamiento de la pintura en polvo debe considerar ciertos aspectos con la finalidad de conservarla apta para su uso.

- Protección contra el calor excesivo.
- Protección contra la Humedad.
- Protección contra la contaminación con materiales extraños.

EL CALOR EXCESIVO: Las pinturas en polvo deben mantener su tamaño de partícula para permitir su fácil manejo y aplicación. La mayoría de las pinturas en polvo termocurables están formuladas para resistir cierto nivel de temperatura en el almacenamiento. Este nivel varía de acuerdo con el tipo y la formulación de la pintura; pero se puede estimar entre 38°C y 49°C. Cuando se sobrepasan estos valores durante cualquier periodo de tiempo pueden ocurrir los siguientes cambios físicos:

- Las partículas de pintura en polvo se pueden fusionar o agrupar en el recipiente.
- La presión del polvo por su propio peso, en recipientes largos puede acelerar el agrupamiento del polvo en el fondo del envase.

A menos que la exposición al calor haya sido excesiva y por un periodo de tiempo prolongado, la pintura que se ha aglomerado puede recuperarse tamizándola.

Las pinturas con tiempos de curado muy cortos o a bajas temperaturas pueden sufrir cambios químicos como resultado de la exposición al calor excesivo. Aunque estas pinturas se pueden recuperar, no darán el mismo flujo que las características de la pintura sin exposición al calor.

LA HUMEDAD Y EL AGUA: La exposición de la pintura en polvo a humedad excesiva puede ocasionar problemas como:

- Deficiente fluidización
- Pobre alimentación a la pistola que puede ocasionar bloqueo o interrupción al flujo.
- Un alto contenido de humedad puede modificar el comportamiento electroestático, produciendo cambio o reducción de la transferencia de la pintura que, en condiciones extremas, afectaran la apariencia y comportamiento de la capa de pintura aplicada.

CONTAMINACION: Como la aplicación de las pinturas en polvo es un proceso en seco, la contaminación con polvo u otros materiales sólidos no se puede eliminar por filtración, como ocurre con las pinturas líquidas. Es imperativo, por lo tanto, que los recipientes de pintura en polvo estén bien tapados y protegidos de todo contaminante, como: fibras de cartón, polvo partículas de materiales de empaque y otros contaminantes.

RECOMENDACIONES DE ALMACENAMIENTO:

1. Controlar la temperatura en 27°C máximo, sin olvidar que se necesita un espacio mínimo para el almacenamiento.
2. Gastar primero de la existencia antigua, teniendo cuidado en evitar el almacenamiento por periodos más largos de los recomendados por el fabricante.
3. Evitar los recipientes destapados donde la pintura este expuesta a absorber la humedad y contaminarse.
4. Ambientar la pintura en polvo antes de la aplicación, para que la fluidización sea optima. Así se evitaran los aglomerados que se forman en el empaque.
5. Maximizar la eficiencia de la transferencia de la cabina para eliminar los problemas derivados del reciclaje de grandes cantidades de pintura.
6. Minimizar la cantidad de pintura en polvo depositada en el piso conservado la temperatura y humedad en las áreas de aplicación.

7. Evitar la luz directa prolongada sobre el producto.
8. Evitar colocar gran número de contenedores de producto a lo alto (p. ej. apilar solo 3 cajas de pintura).
9. No almacenar producto recuperado junto con nuevo.
10. En el caso de pinturas transparentes y coloreadas, debido a su elevado porcentaje de resinas, es necesario almacenar en lugar fresco (temperaturas menores de 25°C y usar antes de los 6 meses).

La vida útil del producto se ubica en el año, sin embargo si el almacenamiento ha sido el adecuado la pintura en polvo es apta para su uso hasta tres años posterior a su fabricación. De todas formas antes de descartar su utilidad se puede ensayar su aptitud mediante el pintado de piezas experimentales ya que, si la pintura se comporta en forma adecuada en la aplicación, la misma se puede considerar buena para su uso.

1.2.5 USOS DE LA PINTURA EN POLVO

Aplicaciones principales de la pintura en polvo en la actualidad el ámbito natural del uso de estos recubrimientos es la industria; la pintura en polvo es muy versátil en cuanto a la implementación de líneas continuas de pintado, por ejemplo los electrodomésticos (heladeras, lavadoras, lavavajillas, microondas, cocinas, etc.) se pintan casi exclusivamente con ellas; Los ámbitos de aplicación son:

Pintado de chapa de hierro:



Fig. 1.4 Ejemplo de usos de pintura en polvo (Chapa de Hierro)

Fuente: www.owonet.com.ar

- Perfiles y marcos.
- Gabinetes eléctricos.
- Tambores.
- Estanterías.
- Muebles metálicos.
- Chapas estructurales (galpones, silos, etc.)
- **Pintado de piezas metálicas ferrosas:**



Fig. 1.5 Ejemplo de usos de pintura en polvo (Piezas metálicas ferrosas)

Fuente: www.americanstandard.com.mx

- Piezas metalúrgicas (vigas, planchas, etc.)
- Herramientas.
- Caños y Tuberías.
- Grifos y elementos sanitarios.
- Bicicletas.
- Artesanías.
- Exhibidores comerciales.
- Estanterías.
- Muebles metálicos de caños (camas, mesas, etc.)

- **Pintado de piezas de aluminio:**



Fig. 1.6 Ejemplo de usos de pintura en polvo (Piezas de aluminio)

Fuente: www.termogar.es

- Puertas y Ventanas.

- Llantas de automóviles.

- **Pintado de piezas galvanizadas:**



Fig. 1.7 Ejemplo de usos de pintura en polvo (Pieza Galvanizadas)

Fuente: www.comprasvirtual.com

- Chapas onduladas y acanaladas para techos.

- Codos, tubos, etc.

- Pintado de Vidrio:



Fig. 1.8 Ejemplo de usos de pintura en polvo (Pintado en vidrio)

Fuente: www.paisajelimpio.com

- Botellas, frascos y envases.
- Artículos decorativos.

1.2.6 PROPIEDADES DE LA PINTURA EN POLVO

Las propiedades que poseen las pinturas en polvo de las variedades epoxi, poliéster e híbridas, son indicadas a título orientativo, si se desea conocer valores más exactos es necesario consultar al fabricante de cada marca en particular. Estas propiedades se cumplen bajo condiciones de aplicación adecuadas (curado efectivo, sustrato tratado, etc.).

		EPOXI			POLIESTER		HÍBRIDOS		
	Norma	Brillantes	S/Mates	Mates	Brillantes	S/Brillo	Brillantes	S/Mates	Mates
	Propiedades Visuales								
Brillo a 60°	ASTM D-523	85 - 98 %	15 -40 %	< 15 %	80 - 100 %	40 - 80 %	80 - 100%	20 - 45%	< 20 %
Nivelación	Visual	LCN	B	E	LCN - CN	E - B	LCN - CN	E - B	E
	Propiedades Mecánicas								
Adherencia	ASTM D-3359	100 %							
Flexibilidad	ASTM D-522-60	E							
Dureza Lápiz	ASTM D-3363	H - 2H							
Impacto Directo (kg.cm)	ASTM D-2794	> 115	> 90		> 115		> 115		> 90
Impacto Inverso (kg.cm)	ASTM D-2794	> 90		M	> 90		> 90		M
Embutido Erichsen	DIN 53156	> 9 mm.	> 5 mm	> 3 mm	> 9 mm.	> 8 mm.	> 9 mm.	> 5 mm.	> 3 mm
Mandril Cónico	ASTM D-522	B	R	M	B		B		R
Dureza Persoz (seg.)	ASTM D3363/74	300 - 330		250 - 280	300 - 320		300 - 320		290 - 300
	Propiedades Químicas								
Cámara de Humedad	ASTM D-1735	1000 horas							
Niebla Salina (*) (horas)	ASTM B117-73	500		400	1000		500		400
	E :	Excelente							
	B :	Bueno							
	R :	Regular							
	M :	Malo							
	CN :	Cáscara de Naranja							
	LCN :	Ligera Cáscara de Naranja							
(*)	Sobre placa de hierro tratada con ácido fosfórico								
	excepto en poliésteres la cual está tratada con								
	Fosfato de zinc.								

Tabla. 1.1 Propiedades de la pintura en polvo

Fuente: www.arnum-as.com

1.2.7 CLASES DE PINTURA EN POLVO

Epoxi: Están constituidas por resinas epoxídicas, fueron las primeras desarrolladas y se las utiliza principalmente con fines funcionales.

Poliéster: Contienen resinas poliéster endurecidas con triglicidil isocianurato o compuesto similar, se desarrollaron principalmente para su uso al exterior.

Híbridos: Son pinturas constituidas por resinas poliéster endurecidas con resinas epoxis, son de uso extendido para aplicaciones interiores debido a su menor costo.

	Epoxi	Híbridas	Poliéster
Dureza	excelente	muy buena	muy buena
Flexibilidad	excelente	excelente	excelente
Resistencia al sobre horneado	mediocre	muy buena	excelente
Resistencia al exterior	mala	mala	excelente
Resistencia a la corrosión	excelente	muy buena	muy buena
Resistencia Química	muy buena	excelente	muy buena
Propiedades Mecánicas	regular	buena	muy buena

Tabla. 1. 2 Especificación de las propiedades físicas y químicas de los diferentes tipos de pintura.

Fuente: www.arnum-as.com

1.2.7.1 Poliéster Brillante

DESCRIPCIÓN

Recubrimiento en polvo obtenido a partir de resinas de poliéster puro.

POLIESTER es un recubrimiento de alta resistencia a la intemperie, tiene gran retención de brillo, estabilidad de los colores, gran resistencia a los rayos ultravioletas, así como una gran resistencia al calor.

Es un producto idóneo para aplicar sobre aparatos electrodomésticos que están sometidos al calor o a la intemperie, como son los laterales de cocinas y hornos, calentadores de agua a gas y perfilería de aluminio.

CARACTERÍSTICAS DEL POLVO

Densidad: 1,7 a 1,8 g./cm³ según color.

Rendimiento Teórico: de 10 a 11 m² / kg., aplicado a un espesor de 60 micrones.

Estabilidad al almacenamiento: Buena durante 18 meses, no sobrepasando temperaturas de 30 °C. Guardar en lugar seco.

CURVA DE CURADO

Ver cuadro adjunto, teniendo en cuenta que está referido a temperatura real de la pieza.

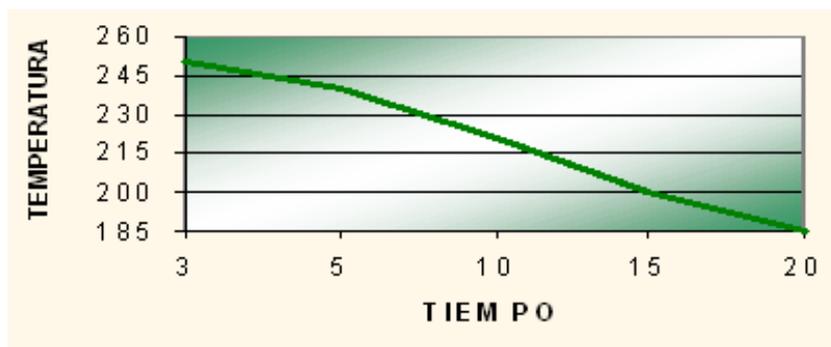


Fig. 1.9 Curva de curado del poliéster brillante
Fuente: www.arnum-as.com

PROPIEDADES MECÁNICAS

Sobre paneles desengrasados y fosfatizados, con un espesor de 50 - 60 micrones, de acuerdo a los ciclos de curado recomendados

ADHERENCIA: RESISTENCIA AL CUADRICULADO	100%
DUREZA AL LÁPIZ	3 H
FLEXIBILIDAD AL MANDRIL CÓNICO	Resistente
ENSAYO DE IMPACTO	160 (mínimo)
ESPESOR	50 –60 micrones

Tabla. 1.3 Especificación de los valores del Poliester Brillante cuando cumple con las normas de calidad

Fuente: www.arnum-as.com

1.2.7.2 Poliéster semimate o mate

DESCRIPCIÓN

Recubrimiento en polvo obtenido a partir de resinas de poliéster puro.

POLIESTER es un recubrimiento de alta resistencia a la intemperie, tiene gran retención de brillo, estabilidad de los colores, gran resistencia a los rayos ultravioletas, así como una gran resistencia al calor.

Es un producto idóneo para aplicar sobre aparatos electrodomésticos que están sometidos al calor o a la intemperie, como son los laterales de cocinas y hornos, calentadores de agua a gas y perfilería de aluminio.

CARACTERÍSTICAS DEL POLVO

Densidad: 1,7 a 1,8 g./cm³ según color.

Rendimiento Teórico: De 10 a 11 m² / kg., aplicado a un espesor de 60 micrones.

Estabilidad al almacenamiento: Buena durante 18 meses, no sobrepasando temperaturas de 30 °C. Guardar en lugar seco.

PROPIEDADES MECÁNICAS

Sobre paneles desengrasados, con un espesor de 50 - 60 micrones, de acuerdo a los ciclos de curado recomendados:

ADHERENCIA: RESISTENCIA AL CUADRICULADO	100%
DUREZA AL LÁPIZ ABNT	3H
FLEXIBILIDAD AL MANDRIL CÓNICO	Resistente
ENSAYO DE IMPACTO	80 – 120
ESPESOR	50 –60 micrones

Tabla.1.4 Especificación de los valores del Poliester Semimate o Mate cuando cumple con las normas de calidad

Fuente: www.arnum-as.com

1.2.7.3 Epoxi Brillante

DESCRIPCIÓN

Recubrimiento en polvo obtenido a partir de resinas epoxi puras, especialmente reticulado para polimerizar a bajas temperaturas.

EPOXI es adecuado para aplicar sobre una amplia gama de artículos metálicos. Está especialmente creado para las piezas auxiliares de automóviles.

Presenta una notable resistencia a las naftas, gas oil, líquidos de freno, y otros fluidos que utilizan los automotores.

CARACTERÍSTICAS DEL POLVO

Densidad 1,4 a 1,6 g /cm³ según color.

Rendimiento teórico De 10 a 12 m²/kg., aplicado a un espesor de 60 micrones.

Estabilidad al almacenamiento Buena durante 18 meses, no sobrepasando temperaturas de 30 °C. Guardar en lugar seco.

CURVA DE CURADO

Ver cuadro adjunto, teniendo en cuenta que está referido a temperatura real de la pieza.

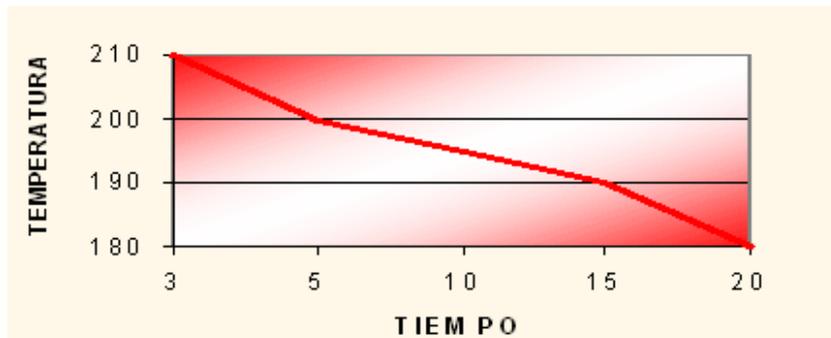


Fig. 1.10 Curva de curado del Epoxi Brillante
Fuente: www.arnum-as.com

PROPIEDADES MECÁNICAS

Sobre paneles desengrasados, con un espesor de 50 – 60 micrones, de acuerdo a los ciclos de curado recomendados:

ADHERENCIA: RESISTENCIA AL CUADRICULADO	100 %.
DUREZA AL LÁPIZ	3 H
FLEXIBILIDAD AL MANDRIL CÓNICO	Resistente
ENSAYO DE IMPACTO	160 (mínimo)
ESPESOR	50 – 60 micrones

Tabla. 1.5 Especificación de los valores del Epoxi Brillante cuando cumple con las normas de calidad
Fuente: www.arnum-as.com

1.2.7.4 Epoxi Semimate o Mate

DESCRIPCIÓN

Recubrimiento en polvo obtenido a partir de resinas epoxi puras, especialmente reticulado para polimerizar a bajas temperaturas.

EPOXI es adecuado para aplicar sobre una amplia gama de artículos metálicos. Está especialmente creado para las piezas auxiliares de automóviles.

Presenta una notable resistencia a las naftas, gas oil, líquidos de freno, y otros fluidos que utilizan los automotores.

CARACTERÍSTICAS DEL POLVO

Densidad: 1,4 a 1,6 g /cm³ según color.

Rendimiento teórico: De 10 a 12 m²/kg., aplicado a un espesor de 60 micrones.

Estabilidad al almacenamiento: Buena durante 18 meses, no sobrepasan temperaturas de 30 °C. Guardar en lugar seco.

CURVA DE CURADO

Ver cuadro adjunto, teniendo en cuenta que está referido a temperatura real de la pieza.

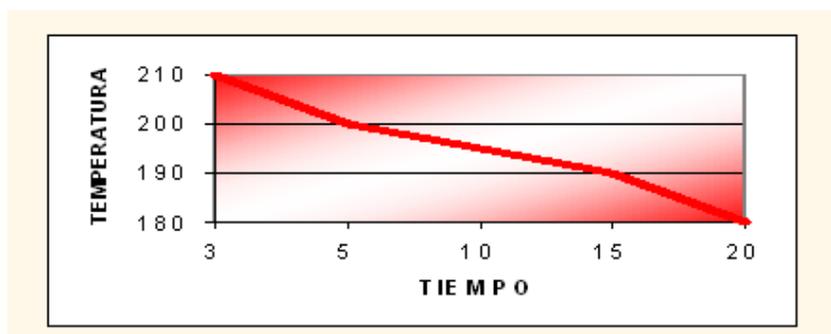


Fig 1.11 Curva de curado del Epoxi Semimate o Mate

Fuente: www.arnum-as.com

PROPIEDADES MECÁNICAS

Sobre paneles desengrasados, con un espesor de 50 – 60 micrones, de acuerdo a los ciclos de curado recomendados:

ADHERENCIA: RESISTENCIA AL CUADRICULADO	100 %.
DUREZA AL LÁPIZ	3 H
FLEXIBILIDAD AL MANDRIL CÓNICO	Resistente
ENSAYO DE IMPACTO	80-120
ESPESOR	50 – 60 micrones

*Tabla. 1.6 Especificación de los valores del Epoxi Semimate o Mate cuando cumple con las normas de calidad
Fuente: www.arnum-as.com*

1.2.7.5 Híbrido Brillante

DESCRIPCIÓN

Recubrimiento en polvo obtenido a partir de un sistema mixto de Poliéster – Epoxi.

HÍBRIDO es adecuado para aplicar sobre una amplia gama de artículos metálicos. Se caracteriza por su resistencia a detergentes y agentes químicos débiles. Frente a los recubrimientos epoxícos presenta un mayor grado de resistencia al sobre - horneado.

CARACTERÍSTICAS DEL POLVO

Peso específico: 1,4 - 1,6 g/cm³

Rendimiento Teórico: De 10 a 12 m²/kg., aplicado a un espesor de 60 micrones.

Estabilidad al almacenamiento: Buena durante 18 meses, no sobrepasando

Temperaturas de 30 °C. Guardar en lugar seco.

CURVA DE CURADO

Ver cuadro adjunto, teniendo en cuenta que está referido a temperatura real de la pieza.

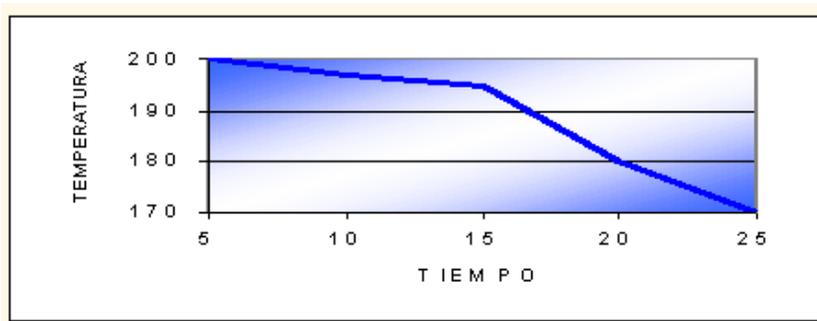


Fig. 1.12 Curva de curado del Híbrido Brillante

Fuente: www.arnum-as.com

PROPIEDADES MECÁNICAS

Sobre paneles desengrasados, con un espesor de 50 - 60 micrones, debidamente curados de acuerdo a los ciclos de cura recomendados:

ADHERENCIA: RESISTENCIA AL CUADRICULADO	100 %.
DUREZA AL LÁPIZ	3 H
FLEXIBILIDAD AL MANDRIL CÓNICO	Resistente
ENSAYO DE IMPACTO	160 (mínimo)
ESPESOR	50 – 60 micrones

Tabla. 1.7 Especificación de los valores del Híbrido Brillante cuando cumple con las normas de calidad

Fuente: www.arnum-as.com

1.2.7.6 Híbrido Semimate o Mate

DESCRIPCIÓN

Recubrimiento en polvo obtenido a partir de un sistema mixto de Poliéster – Epoxi.

HÍBRIDO es adecuado para aplicar sobre una amplia gama de artículos metálicos. Se caracteriza por su resistencia a detergentes y agentes químicos débiles. Frente a los recubrimientos epoxícos presenta un mayor grado de resistencia al sobre – horneado.

CARACTERÍSTICAS DEL POLVO

Peso específico: 1,4 - 1,6 g/cm³

Rendimiento Teórico: De 10 a 12 m²/kg., aplicado a un espesor de 60 micrones.

Estabilidad al almacenamiento: Buena durante 18 meses, no sobrepasando temperaturas de 30 °C. Guardar en lugar seco.

CURVA DE CURADO

Ver cuadro adjunto, teniendo en cuenta que está referido a temperatura real de la pieza.

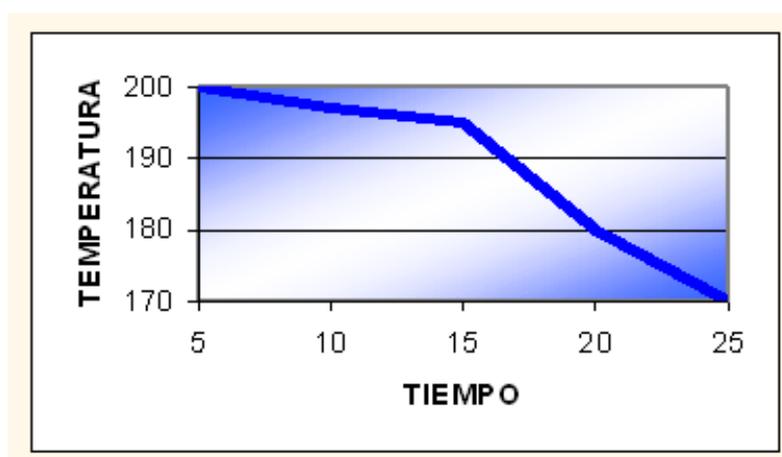


Fig. 1.13 Curva de curado del Híbrido Semimate o Mate
Fuente: www.arnum-as.com

PROPIEDADES MECÁNICAS

Sobre paneles desengrasados, con un espesor de 50 - 60 micrones, debidamente curados de acuerdo a los ciclos de cura recomendados:

ADHERENCIA: RESISTENCIA AL CUADRICULADO	100 %.
DUREZA AL LÁPIZ	3 H
FLEXIBILIDAD AL MANDRIL CÓNICO	Resistente
ENSAYO DE IMPACTO	80-120
ESPESOR	50 – 60 micrones

*Tabla. 1.8 Especificación de los valores del Híbrido Semimate o Mate cuando cumple con las normas de calidad
Fuente: www.arnum-as.com*

1.2.8 ESQUEMA DE CURADO

El esquema de curado hace referencia a las condiciones de horneado de la pieza pintada con pintura en polvo, esto es, temperatura y tiempo.

Ambos parámetros son necesarios a la hora de considerar la implementación de un horno o la reforma de uno existente.

PRECALENTAMIENTO.- Las piezas que se van a pintar se precalientan para suprimir cualquier humedad residual de las etapas de limpieza y acondicionamiento. Este precalentamiento debe ser solamente el indispensable para cumplir su objetivo.

La temperatura máxima no debe exceder 88°C y se puede obtener en cualquier horno disponible.

El precalentamiento se necesita también para elevar la temperatura de la pieza, con procesos que requieren que la pintura en polvo se funda al contacto con la

pieza. Para ello hay que establecer un ciclo de temperatura – tiempo de aplicación que de espesor a la película reproducible. Mientras mas caliente este la pieza mayor será la cantidad de pintura en polvo adherida.

CURADO.- Es la operación mas critica de toda la línea de recubrimientos con pinturas en polvo. En ellas se funde, se nivela y endurece la pintura aplicada por vaciado electroestático cuidadosamente; por que las características de temperatura fluidez de una pintura son peculiares y determinan como será la nivelación de la película curada.

Las resinas y sus agentes de curado se entrecruzan volviéndose más viscosas con el tiempo.

Las propiedades finales de un recubrimiento solo se logran uniformemente sobre la pieza, si los componentes son tratados en condiciones térmicas equivalentes. Por ello los hornos de curado deben ser de alta calidad y equipados con controles adecuados para asegurar los resultados.

Si se quiere obtener un pintado de las piezas satisfactorio es fundamental respetar las condiciones de cura dadas por el fabricante de la pintura. En términos generales se brindan los siguientes valores:

Poliéster: 200°C - 15 minutos / 180°C - 20 minutos

Epoxi e Híbridos: 200°C - 10 minutos / 180°C - 15 minutos

Es conveniente no apartarse demasiado de estos valores, y tener en cuenta que los valores de temperatura brindados en la tabla se refieren a temperatura del metal.

EJEMPLO:

Tenemos una placa de hierro de 3 mm. de espesor y otra placa de iguales dimensiones pero de 15 mm. de espesor, esta última necesitará de mayor tiempo en el horno para lograr un buen curado ya que demorará más tiempo en llegar a 200° C que la otra placa.

Por lo dicho es necesario entonces tener en cuenta todos estos parámetros a la hora de implementar una línea de pintado:

- Temperatura del horno.
- Geometría del horno (que no se escape el calor).
- Geometría y masa de las piezas a pintar.
- Tipo de pintura en polvo utilizada.

1.2.9 FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA PINTURA.

La calidad de la pintura final depende de diversos factores a lo largo del proceso de pintado. Algunos de los más importantes son:

- 1.-Tratamiento previo de las piezas.
- 2.-Equipo de pintado.
- 3.-Calidad y Tipo de pintura a utilizar.
- 4.-Condiciones de aplicación.
- 5.-Diseño del horno.
- 6.-Condiciones de operación del mismo, etc.

El tratamiento puede ser tan simple como sopletear la pieza a pintar o tan complicado como disponer de un esquema de varios pasos. La elección del mismo dependerá tanto del material a pintar, sus exigencias finales como de las condiciones en las que se encuentre inicialmente.

La etapa previa al tratamiento propiamente dicho es el *Desengrasado ó Limpieza preliminar*. Las piezas metálicas a pintar vienen del proceso de fabricación con contaminación tal como polvo, óxido, grasas, etc.

Estos elementos deben ser eliminados antes de realizar el tratamiento ya que, de otro modo, interferirán en la capa protectora a formarse.

Los tratamientos más comunes de implementar son:

- Tratamiento Fosfato.
- Tratamiento Zinc-Fosfato.
- Tratamientos con Cromo:
 - Cromo-Fosfato.
 - Cromo-Fosfato Amorfo.
 - Cromo Amorfo.

1.2.10 FUTURO DE LA PINTURA EN POLVO

La Pintura en polvo nació como una alternativa de revestimiento para piezas metálicas. Con el desarrollo de Pintura en polvo que cura a temperaturas más bajas, se comenzó a pintar otros materiales como cerámica, MDF y algunos plásticos.

Otro camino en esa dirección es el desarrollo de Pintura en polvo curadas por ultravioleta, que puede generar aumentos de productividad por el incremento de velocidad de cura y posibilitar la aplicación sobre sustratos sensibles como algunos tipos de madera.

Existen algunas líneas de producción experimentales a nivel industrial para pintar bobinas de acero, en un proceso semejante al **coil coating** pero sin solventes.

La Pintura en polvo habitualmente se aplica en películas de 30 a 70 micras. Hay tecnología disponible para, mantener la buena terminación, bajar a 20-25 micras.

1.2.11 SALUD Y MEDIO AMBIENTE

La Pintura en Polvo puede ser calificada de "ecológica" y "natural" en comparación con las diferentes variedades de pintura líquida. Sin embargo y debido a su naturaleza desintegrada es necesario tomar ciertas precauciones durante su manejo. Recuerde que la pintura en polvo es un producto químico y como tal debe ser tratado.

Los cuidados que es necesario tener cuando se manipulan estos compuestos son:

Conservar la pintura en su embalaje original. Ya sea que se trate de cajas, paquetes, contenedores o cualquier otro envase, siempre se conserva mejor el producto si se lo conserva en el mismo con la bolsa interior bien cerrada. De esta forma se evita la contaminación de la pintura desde y hacia el ambiente además de impedir el aumento de humedad del polvo.

Retirar solo lo que se ha de utilizar. Si solo se va a utilizar parte del contenido del envase, retirar un pequeño exceso del mismo y volver lo no utilizado tan pronto como se pueda.

No permitir la acumulación o dejar restos de pintura cerca de fuentes de ventilación. Por ejemplo, ventanas o sistemas de acondicionamiento de aire, ya que se produciría dispersión de las partículas de polvo en la atmósfera siendo peligroso para la respiración y de paso contaminando otras pinturas.

Utilizar máscara adecuada para evitar la inhalación de la pintura durante su aplicación. Esta es la regla principal en el manejo de la pintura, es necesario utilizar una máscara adecuada, entendiéndose por tal una de filtro especial para partículas de polvo o sino, y aún mejor un equipo de respiración autónomo que permita la respiración de aire atmosférico limpio. Las mascarillas de papel son absolutamente inadecuadas y si bien pueden brindar bienestar mientras se pinta (son más livianas y cómodas de usar), su utilización sistemática puede provocar serios daños a la salud del personal que las utiliza.

Utilizar guantes y ropa adecuada. La utilización de guantes y ropa de fácil lavado tiene la finalidad de minimizar el contacto de la piel con el producto.

Disposición de los residuos. Si restos de pintura en polvo deben ser eliminados, estos deben ser incinerados o acondicionados y remitidos como "basura tóxica".

1.2.12 VENTAJAS

<ul style="list-style-type: none"> • No hay vaporización de solventes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Adecuación a normativas ambientales. • Ambiente de trabajo más agradable. • Bajo riesgo de explosión o incendio.
<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación del aire en la zona de trabajo menor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor facilidad de limpieza de la zona circundante.
<ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de aplicación sobre sustratos calientes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Existe posibilidad de pintar luego de formar la pieza. • Se puede pintar la pieza luego de secarla con posterioridad al pretratamiento.
<ul style="list-style-type: none"> • Automatización fácil de implementar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Permite gran flexibilidad en el diseño de las líneas de pintado. • Grandes volúmenes de producción. • Ideal para pintar grandes lotes.
<ul style="list-style-type: none"> • Una sola aplicación en la gran mayoría de los casos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor tiempo de trabajo. • Tiempo de espera entre aplicaciones nulo.
<ul style="list-style-type: none"> • Existe recuperación del producto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor aprovechamiento de la pintura. • Disminución de la contaminación debido a los residuos.

1.2.13 DESVENTAJAS

<ul style="list-style-type: none"> • Generación de polvo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Debe limpiarse con aspiración la zona sucia luego del trabajo.
<ul style="list-style-type: none"> • Imposibilidad de pintar sustratos que se deterioran con excesivo calor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se están desarrollando sistemas para pintar plásticos y madera. • Existen técnicas para pintar algunas clases de plásticos. • Varios tipos de madera pueden pintarse.
<ul style="list-style-type: none"> • El nivelado obtenido no es tan bueno como con las pinturas líquidas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Especialmente en el caso de los productos brillantes.
<ul style="list-style-type: none"> • Necesidad de controlar la contaminación de la pintura en polvo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza cuidadosa de los equipos. • No mezclar polvo contaminado con pintura fresca. • Si el recuperado es grande es necesario tamizar la pintura.
<p>El principio básico en la aplicación de este tipo de pintura es: "cargar eléctricamente a las partículas de polvo".</p> <p>Para ello se utilizan equipos capaces de generar cargas que luego transfieren a la pintura (equipos <i>Corona</i>) o equipos que provocan las cargas mediante el rozamiento de los granos de pintura entre sí y contra las paredes del cañón de la pistola</p>	

CAPITULO 2

2.1 PREPARACION DE SUPERFICIES

El principal objetivo de la preparación de superficie es proporcionar máxima adherencia de las pinturas. Primero eliminar todo tipo de material extraño que impida el contacto directo del recubrimiento con el sustrato y segundo proveer una superficie donde pueda anclarse con firmeza para desarrollar la máxima adherencia posible. Un buen tratamiento previo del metal es indispensable para el comportamiento de los recubrimientos en polvo. La importancia de una buena preparación es pues un hecho indiscutible.

En la elección del tratamiento de preparación de objetos que se van a pintar con recubrimientos en polvo se debe considerar la naturaleza del metal, porque el acero presenta unas características diferentes de las que ofrece al aluminio, el zinc y otros.

Aparte de la naturaleza química del metal es conveniente conocer como se obtuvo; por ejemplo: son diferentes el acero laminado en frío y el acero que ha pasado por procesos de maquinado, como embutición o estiramiento en frío. Si se trata de galvanizado se debe diferenciar el electro galvanizado del galvanizado de zinc fundido. En el caso del aluminio es diferente hablar de chapa laminada o de piezas obtenidas por inyección.

Además de la naturaleza metálica de los objetos y del procedimiento de manufactura, es necesario ver en que estado se encuentra la superficie del metal. Los aceites que se emplean en los procesos de laminado son de más fácil remoción que los aceites antioxidantes que se utilizan como protección temporal.

Los puntos de oxidación deben ser totalmente eliminados mediante sistemas manuales o mecánicos.

Las exigencias de calidad también condicionan la preparación de la superficie. Desde un simple desengrase hasta un tratamiento completo de conversión, como un fosfato, cromado o fosfato cromado, dan recubrimientos significativamente diferentes. Lógicamente hay que considerar los recursos disponibles en cada empresa. Un desengrase requiere muy poca inversión por que incluso se puede hacer manualmente. En cambio los tratamientos completos exigen instalaciones más o menos sofisticadas que requieren cierta inversión, implementación y accesorio técnico de especialista.

2.1.1 TIPOS DE PREPARACION DEL METAL

En general se habla de dos tipos que pueden ser Desengrase y/o Decapado (mecánico o químico) y FOSFATIZADO.

DESENGRASE

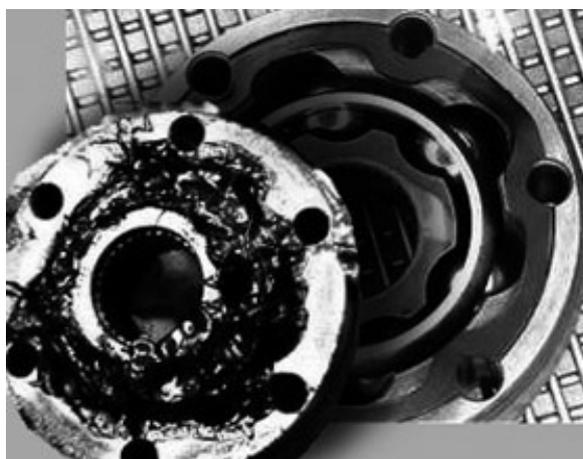


Fig. 2.1 Pieza antes y después del desengrase

Fuente: www.dow.com

De la eficacia de los procesos de desengrase depende la adherencia del depósito metálico. La eliminación de todo rastro de grasitud es vital si los artículos están destinados a recibir un depósito electrolítico.

La eliminación defectuosa de la grasitud superficial del artículo a procesar, conduce a la formación de ampollas y/o depósitos poco adherentes que se desprenden o pelan. El proceso de desengrase previo consiste en quitar la grasa y aceite, ya sea del estampado, trefilado, embutido o pulido de la superficie de la pieza. Se puede realizar de diferentes maneras. Manualmente, se puede realizar mediante el cepillado con cal de Viena. También se puede usar un cepillo de bronce (grata) y cepillar mojando la pieza en una solución jabonosa (tensioactiva). Se suelen utilizar solventes para realizar la limpieza previa, pero resultan tóxicos y volátiles.

Estos actúan de tres maneras diferentes: emulsión, peptización y saponificación.

1) **Emulsión** se entiende la formación de una mezcla de líquidos que no se separan en capas al reposar. La leche es el ejemplo más corriente de una emulsión. En el caso del desengrase de metales, la emulsión se compone de pequeños glóbulos de aceite en suspensión en la solución empleada.

2) **Peptización** es el término dado a la reducción de partículas sólidas de suciedad en una forma finamente dividida, con lo cual se eliminan fácilmente. Esto significa que cada molécula de tierra de pulir, grasa, restos de aceite de maquinado, etc., queda mojada y completamente rodeada de una capa de solución.

3) **Saponificación** es el nombre científico para la formación de jabón, que resulta de la acción química del álcali con grasas y aceites animales y vegetales. Los jabones así formados son solubles en agua, por lo cual, el artículo queda perfectamente limpio con un buen enjuague en agua.

Las soluciones emulsionantes de petróleo están en el mercado como desengrasantes en frío. La ventaja de las mismas es su fácil eliminación con agua después de la emulsión de la grasa. Su alto precio impide su comercialización masiva.

DESENGRASADO POR DISOLVENTES

El desengrase más simple es el que usa disolventes.

Los films de grasa que han sido adsorbidos se disuelven, pero hay otras sustancias que no pueden ser eliminadas por ellos, e incluso con las grasas tienen una limitación cuantitativa.

Los disolventes actúan por reacciones moleculares y para juzgar de las ventajas e inconvenientes han de considerarse unos principios básicos de su actuación:

1. Con el uso se incrementa la contaminación del disolvente que ha de ser regenerado por destilación.
2. Al retirar las piezas metálicas queda sobre su superficie una película de disolvente y una fracción de grasa disuelta que no evapora con el disolvente.

En los desengrases por emulsión, sea por impregnación con disolvente emulsionable y posterior emulsión por rociado con agua, o por empleo de disolventes ya emulsionados, juegan un importante papel las propiedades y reacciones coloidales en la peptización de la suciedad.

Frecuentemente encontramos resultados muy diferentes si una emulsión se produce añadiendo el disolvente emulsionable sobre el agua, que al revés, aunque llegando a la misma concentración final.

DENGRASANTES EN CALIENTE

Por lo general, el desengrase en caliente es el método más difundido y común de los normalmente utilizados, especialmente en la primera eliminación de gruesas capas de aceite mineral.

En ciertos casos se adoptan métodos adicionales de acuerdo con el metal de base del que se trate.

Todavía se practica, proveniente de la más vieja escuela de plateros, el uso de la potasa cáustica (KOH) como desengrasante general. Sus propiedades deterativas son excelentes, pero debe emplearse con habilidad y cautela, ya que para algunos materiales puede resultar muy agresiva.

El estaño, el plomo, el metal tienden a disolverse en la solución de potasa, y el latón es manchado por ella si se deja en contacto demasiado tiempo.

También es muy frecuente trabajar las soluciones desengrasantes con temperatura y con electricidad, aumentando de esta forma considerablemente su eficiencia. Debe tenerse en cuenta que cada metal debe trabajarse con distinta concentración y en distintas condiciones, ya que los procesos que funcionan bien para ciertos metales, no lo hacen con otros.

Para la preparación de las soluciones de desengrase, deben usarse siempre aguas blandas, ya que las aguas duras poseen hexametáfosfato de sodio, cuya sal incorporada a las formulas detalladas hará que el comportamiento cambie desfavorablemente.

La solución desengrasante se puede usar caliente o fría, según el caso, en un tanque de hierro soldado, que deberá tener algún tipo de recubrimiento interno de ebonita, el cual no deberá ser atacado por los productos químicos de la formulación elegida. El calentamiento puede realizarse mediante baño María, con calentadores de inmersión eléctricos, con serpentinas de vapor o bien con intercambiadores de calor.



Fig. 2.2 Cubas de Desengrase en Caliente

Fuente: www.dow.com

DESENGRASADO ELECTROLÍTICO

Resulta más conveniente que los artículos de latón, cobre y alpaca, después del desengrasante caliente usual sean tratados en un baño de desengrase electrolítico en frío. Luego del desengrase, se enjuagan bien en agua corriente, limpia y fría, agitando enérgicamente. Debe tenerse especial cuidado con piezas huecas, ya que suelen llenarse de líquido, habiendo transporte de solución y pudiendo causar ello la contaminación de los baños subsiguientes.

Después de realizado el enjuague, se sumergen en agua ácida, La inmersión en ácido sulfúrico diluido, tiene la finalidad de evitar transporte de residuos alcalinos a otros baños, y es imprescindible su realización para obtener un neutralizado perfecto. Esta operación, además, actúa como proceso superficial de activación, especialmente cuando debe depositarse algún metal sobre una base de níquel o niquelada, aunque posee las mismas propiedades sobre la gran mayoría de los metales de base.

DECAPADO:



Fig. 2.3 Piezas limpiadas por decapado

Fuente: euro-inox.org

Se utiliza como su nombre indica para el decapado de estructuras de acero sumergidas en agua de mar, como tanques de lastre, bodegas, etc.

El proceso de decapado se realiza mediante la creación de una pila galvánica compuesta por la estructura de acero (Cátodo) y la bobina de aleación de Magnesio (Ánodo) unida a la estructura a través de abrazaderas (ó soldadura) que garantizan la continuidad eléctrica y como electrolito el agua del mar.

Después de 6 ó 7 días de lastre, el tanque puede ser deslastrado pudiendo empezar la operación de retirada de escombros, casi toda la cascarilla del tanque alrededor del 80-90 % se habrá desprendido del metal.

CLASES DE DECAPADO

Decapado mecánico: El granallado consiste únicamente en el chorro centrifugado con granalla de las piezas a tratar y posterior separación de granos finos y cascarilla de la granalla reutilizable mediante un ciclón.

Las granalladoras de alambres discontinuos decapan rollos de hasta 3000 kilos de peso unitario por vez, en tiempos que varían entre los 7 y 20 minutos de proceso, dependiendo de los diámetros de alambre a tratar.

Decapado químico: Consiste en la eliminación de los óxidos de la superficie del metal base mediante su disolución química o electroquímica. El decapado químico, el más usado por su bajo costo, se realiza por medio de ácidos.

Los más empleados son el ácido sulfúrico, el clorhídrico o el fosfórico, aunque en algunos casos también se emplean mezclas y diferentes proporciones de ácido nítrico, el fluorhídrico, crómico y el fluoruro sódico.

Los ácidos sulfúrico, clorhídrico, fosfórico y nítrico pueden desprender nieblas extremadamente corrosivas. Además, por reacción con los metales, pueden desprender hidrógeno. En el caso del ácido nítrico puede haber desprendimiento de vapores de dióxido de nitrógeno (altamente tóxico).

Comparación entre el Decapado químico y Decapado mecánico

	Ventajas	Inconvenientes
Decapado químico	<ul style="list-style-type: none"> • Buen acabado superficial (liso y uniforme). • Buen ataque del ácido de forma prácticamente independiente de la forma de la pieza a decapar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo de productos tóxicos. • Formación de vapores corrosivos que repercuten en el ambiente de trabajo. • Necesidad de tratar los efluentes previamente a su vertido. • Necesidad de gestionar adecuadamente un elevado volumen de residuos (baños agotados).
Decapado mecánico (granallado)	<ul style="list-style-type: none"> • No requiere la utilización de productos químicos tóxicos. • El volumen y toxicidad de los residuos generados es mínimo. • Ambiente de trabajo mejor y más limpio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalaciones más complejas (requiere un diseño específico según el tipo de piezas a tratar). • Peor acceso de la granalla en las concavidades de las piezas. • Necesidad de realizar un mantenimiento adecuado de las boquillas.

Tabla 2.1 Ventajas y desventajas del Decapado Químico y mecánico

Fuente: euro-inox.org

2.2 FOSFATIZACION

2.2.1 HISTORIA

La protección de los metales contra la corrosión ha sido una necesidad prácticamente desde el momento en que el hombre comenzó a dominar las técnicas de la metalurgia.

Pero los procesos modernos de fosfatizado comienzan con la necesidad a fin del siglo pasado de evitar que las ballenitas metálicas de los corsets femeninos con la ayuda de la transpiración, comenzaran a oxidarse destruyendo la tela. Un inglés llamado Coslett calentaba esas ballenitas hasta el rojo vivo, y las introducía rápidamente en ácido fosfórico obteniendo así el primer proceso de fosfatizado.

Pero la segunda guerra mundial fue la que comenzó con el desarrollo a gran escala, debido a la necesidad que las armas y vehículos fabricados en América llegaran sin oxidarse hasta los escenarios de guerra, en todos los casos por transporte marítimo.

En los últimos veinte años la expansión del mercado de fosfatizantes, no vino tanto de desarrollos nuevos en si mismos, sino obligado por varias circunstancias:

- 1 - El desarrollo de pinturas en polvo.
- 2- Los mayores requerimientos de los consumidores en cuanto a rendimiento y durabilidad de los productos.
- 3 - El mayor uso de metales no ferrosos, (aluminio, zinc, etc.)

En el primer caso se debe tener en cuenta que las chapas, caños o cualquier otro artículo de hierro, para ser protegido de la oxidación durante su transporte, hasta su uso, y debido a los distintos procedimientos de mecanizado (punzonado, cortado, desbastado, forjado, etc.), es recubierta permanentemente por aceites y grasas, que en general las pinturas aplicadas en forma líquida, por tener solventes, diluyen, en la masa de la pintura permitiendo una adherencia de la misma, si bien baja, lo suficiente como para mostrar un artículo pintado.

Durante los últimos veinte años se han desarrollado las pinturas en polvo, que permiten aplicar sobre la superficie a pintar un polvo recuperable que se

transforma en una película de pintura, recién después de pasar por un horno de curado. Esta clase de pinturas al no contener solventes deben ser aplicadas sobre superficies limpias de grasa, y su adherencia si bien es excelente sobre superficies fosfatizadas es solamente muy buena sobre superficies que no lo están.

En el segundo caso la necesidad de cumplimentar normas cada vez más exigentes en cuanto a la responsabilidad del productor hacia los consumidores exige mayores niveles de calidad que solo se alcanzan en el caso del pintado, por medio de un fosfatizado previo al mismo.

En el tercer caso, se debe notar que, la adherencia de las pinturas sobre los metales no ferrosos es de muy pobre a mala (no es raro ver en muchos casos, carrocerías de aluminio o techos de galvanizado, con la pintura toda descascarada, debido a un deficiente pretratamiento antes de pintar), esto puede resolverse mediante el uso de productos adecuados previos al pintado.

2.2.2 DEFINICIÓN



Fig. 2.4 Cubas de Fosfatizacion

Fuente: Imagen tomada en ATU Internacional

Los fosfatizantes son en general productos químicos derivados del ácido fosfórico (entre otros usos es el acidulante utilizado en las bebidas colas, por eso se puede desoxidar en algunas circunstancias con ellas) que reaccionan con el metal base

produciendo una película continua y poco porosa, que inhibe el desarrollo de la corrosión.

Por extensión se denominan fosfatizantes varios tipos de productos, que pueden inclusive no contener ácido fosfórico, pero que son utilizados como pretratamiento a pintura.

El fosfatizado, el proceso mediante el cual algunos productos químicos reaccionan con el metal base para ofrecer una barrera química contra la corrosión. Es un proceso químico a partir del cual es obtenida una película de fosfato micro cristalino de pequeños espesores sobre la superficie metálica.

El fosfatizado adhiere fuertemente al metal por reacción química. Este fosfato promueve excelentemente adherencia de la pintura.

La corrosión es el fenómeno por el cual los metales son atacados por los agentes atmosféricos, especialmente el oxígeno, destruyéndolos lenta o rápidamente.

No alcanza solamente con ofrecer una barrera física (pinturas o esmaltes) contra el oxígeno, si no que es necesario cambiar químicamente la superficie fabricando sobre los mismos productos que no se vean afectados por su reacción con el aire o la humedad.

- Protege temporalmente la pieza a ser cubierta.
- Aumenta sensiblemente la adherencia de la pintura a la superficie.
- Ofrece protección contra la corrosión durante el tiempo de vida del producto.

2.2.3 TIPOS DE FOSFATIZANTES:

- **Fosfatizantes manuales:** para usos menores esencialmente son desoxidantes y desengrasantes, dando un fosfatizado muy superficial, se usan en estructuras muy grandes o en producciones muy pequeñas.
- **Fosfatos de hierro o alcalinos o amorfos:** Son fosfatos alcalinos con aditivos tensioactivos y catalizadores que brindan una capa de fosfato fino e ideal para pintar, y una buena a muy buena resistencia a la corrosión.

- **Fosfatos de zinc o ácidos:** Son fosfatos de zinc que pueden incluir refinadores de grano, y otros metales, dan una capa de fina a gruesa de fosfatos cristalinos, con una resistencia a la corrosión de muy buena a excelente. También pueden utilizarse como base para jabones y aceites.
- **Fosfatos de manganeso:** no se usan para pinturas sino como autolubricantes y retenedores de aceites y jabones.
- **Fosfatos orgánicos:** son solubles en solventes, y brindan protección de buena a muy buena.

2.2.4 PASOS DEL TRATAMIENTO

La aplicación de fosfatizantes en general se puede hacer por inmersión, spray o una combinación de ambos.

La elección del método dependerá de varios factores entre los cuales se destacan el tamaño de las piezas, la geometría de las mismas, el tipo de resistencia a corrosión requerido, la cantidad de piezas a fosfatizar, etc.

DESENGRASE

Finalidad: Retirar aceites, grasas de la superficie.

Producto: Sosa cáustica o productos alcalinos.

Concentración: 5 a 6% (V/V)

PH: 12 a 13%

Tiempo: 7 a 10 minutos.

Temperatura: 70 a 90° C

BAÑO DE LAVADO

Finalidad: Retirar el producto utilizado para el desengrase

Producto: Agua corriente

PH: 10 a 11

Tempo: 1 a 2 minutos

Temperatura: Ambiental.

BAÑO DE DECAPADO

Finalidad: Retirar cualquier inició de corrección provenientes de la chapa formada por la reacción con el medio ambiente

Producto: Acido clorhídrico comercial.

Concentración: 1,3 a 1,5 g/l

Concentración del Inhibidor: 0.5 a 1.0 %

Cambio del baño: Cuando la concentración del hierro alcanza 380 g/l

Concertación de fierro admisible: 118 G/L

Temperatura: Ambiente

Tiempo: 1 a 2 minutos

AFINIDOR DE CAMADA

Finalidad: Homogenizar la capa de fosfato.

Producto: sales de oxalato de titanio y carbón de solidó.

Concentración: 1 a 5 g/l

PH: 6 a 8 %

Tiempo: 1 a 1.5 minutos.

Temperatura: Ambiente

BAÑO DE FOSFATO

Finalidad: Depositar capa (cristalina) de fosfato en la superficie para prevención contra la corrosión y aumentar adhesión.

Producto: Fosfato de zinc.

PH: 2,6 a 2,9 %

Acidez libre: 1,4 a 2,6 puntos.

Acidez total: 28 a 34 puntos

Relación entre acidez libre / total: 13 a 20 puntos.

Acelerador: Nitrito de sodio 1.02 g/l

Concentración: 2.0 a 2.8 ml

Peso de capa: 12 a 60 mg/ dm² de KMN04 0.1N

Tiempo: 8 a 12 minutos.

Temperatura: Ambiente.

BAÑOS DE PASIVACION (ORGANICO)

Finalidad: Proteger la capa de fosfato evitando oxidación prematura y cierre de los poros entre los cristales de fosfato de la arena expulsada.

Producto: Solución de tanino y dispersante.

Concentración: 1 a 2 g/l

Tiempo: 1 a 1.5 minutos.

Temperatura: 50 a 60° C

ESTUFA

Finalidad: Secar las piezas.

Tiempo: En función del número y tamaño de las piezas

Temperatura: 100 a 120°C

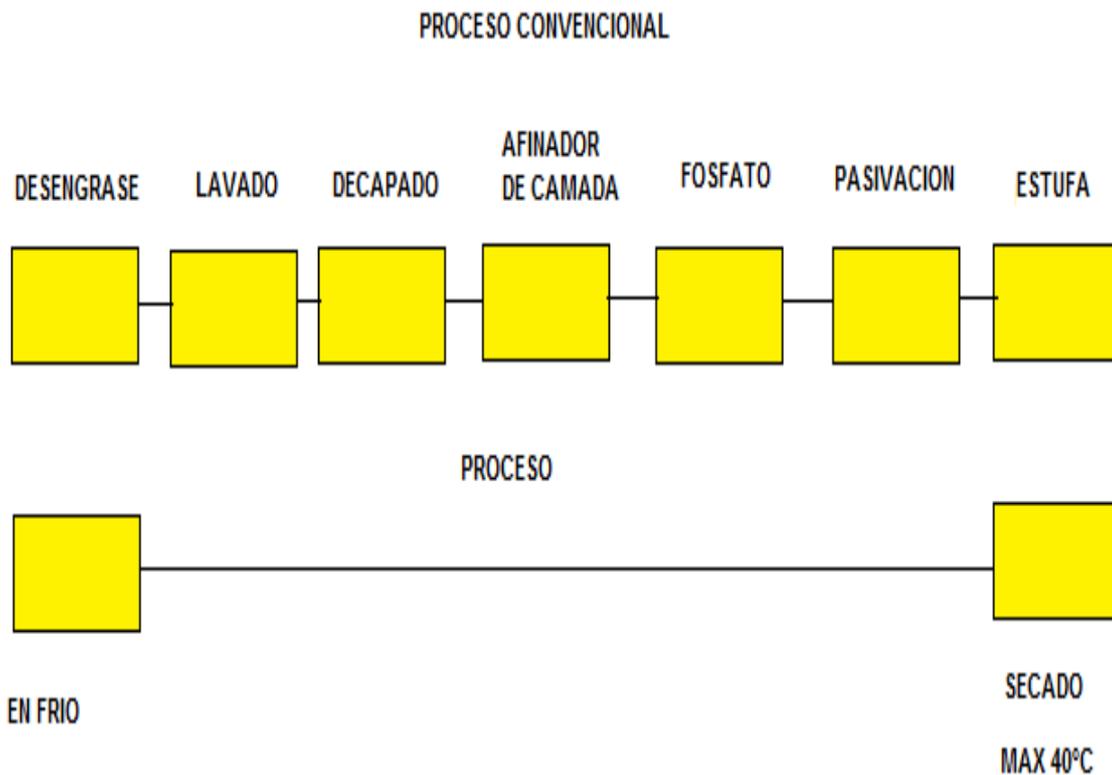


Grafico 2.5 Proceso convencional para realizar la fosfatización

Después del enfriamiento de las piezas debe haber cuidado en manejarlas con guantes de algodón y pintarlas enseguida a un plazo máximo de 2 horas.

2.2.5 ANALISIS DE LOS PROBLEMAS POTENCIALES QUE PUEDEN DARSE EN EL FOSFATIZADO.

PROBLEMA	CAUSA	SOLUCION
Mala exposición al fosfato	Ph equivocado del baño. Limpieza deficiente	Aumentar del Ph
Limpieza deficiente	Temperatura muy baja. Concentración muy baja. Deficiente exposición al limpiador.	Aumentar la temperatura.
Fosfato manchado	Enjuague contaminado. Limpieza deficiente	Revisar tanques de enjuague.
Oxidación	Peso muy bajo del fosfato Secamiento muy lento Secamiento entre etapas	Pesar adecuadamente lo necesario para el tratamiento. Aumentar la temperatura.
Espuma en el baño	Temperatura muy baja. Presión muy alta. Bomba atrapando aire.	Aumentar la temperatura. Revisar medidores. Revisar empaques.
Mala adherencia de la pintura	Fosfato muy pesado Limpieza muy deficiente Contaminación. Mala calidad del acero	Disminuir la temperatura Disminuir la concentración. Ver limpieza deficiente. Buscar fuente contaminadora. Eliminar la mugre excesiva del acero.
Polvillo sobre el fosfato	Deficiente enjuague Excesivo lodo. Concentración muy alta de acelerador	Mantener el enjuague en reflujo. Drenar el tanque. Disminuir la concentración.

Tabla 2.1 Análisis de los problemas potenciales que pueden darse en el fosfatizado.

Fuente: euro-inox.org

CAPITULO 3

3.1 EQUIPOS DE APLICACIÓN PARA PINTAR CON PINTURA EN POLVO

El método más utilizado para aplicar pinturas en polvo es el rociado electrostático, desarrollado y perfeccionado a partir de 1960 para proporcionar medios más eficientes de aplicar recubrimientos rápidamente. El proceso requiere un equipo compuesto de 5 partes básicamente:

- La Unidad Alimentadora
- Las Pistolas Electrostáticas
- La Fuente Electrostática de Voltaje
- Una Unidad de Recuperación de Polvo
- La cabina de Rociado



Fig. 3.1 Equipos para la aplicación de la pintura en polvo

Fuente: www.fabriequipospinturas.com

Naturalmente se pueden añadir otros componentes para mejorar la operación pero, generalmente hablando, esas cinco partes conforman la mayoría de los sistemas de aplicación con pistola electrostática.

En la operación de un sistema de aplicación electrostática, la pintura en polvo es suministrada a la pistola desde la unidad alimentadora donde esta almacenada. La pintura es bombeada a través de una manguera que la dirige en forma de una

nube difusa. La fuerza impulsora la proporciona el aire usado para llevar el polvo desde la unidad alimentadora y por la carga electrostática impartida al polvo en la pistola. El voltaje electrostático es administrado a la pistola mediante una fuente diseñada para transmitir energía de alto voltaje y bajo amperaje a un electrodo o electrodos adaptados pistola. Al acercarse la nube de polvo cargada electrostáticamente a la pieza conectada a tierra, se crea un campo eléctrico de atracción que conduce las partículas de polvo hacia la parte formando una capa sobre ella. Los excesos o el polvo que no se adhiere a la pieza se recogen para aprovecharlo. En la unidad de recuperación, la pintura en polvo se separa de la corriente de aire. El polvo recolectado es reciclado automáticamente o manualmente a la unidad alimentadora para reutilizarlo. El aire se pasa a través de un medio filtrante hacia un dispositivo de abundante aire limpio y luego por un filtro se devuelve a la planta. La parte pintada se transporta desde el área de aplicación y se expone al calor que fluidifica el polvo y lo cura.

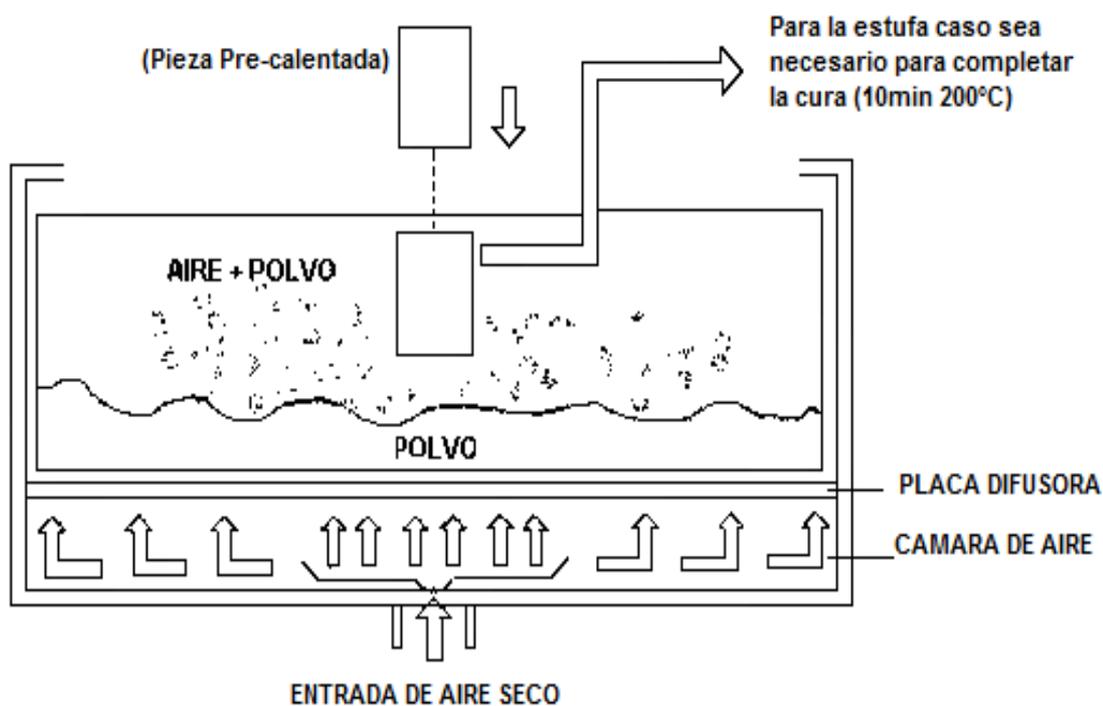


Fig. 3.2 Esquema del procedimiento para pintar con pintura en polvo

Fuente: Pintura en polvo DT13

3.2 LA UNIDAD ALIMENTADORA.

La pintura en polvo es suministrada a la pistola desde la unidad alimentadora. El polvo almacenado en esta unidad usualmente es suministrado por fluidización o por gravedad mediante una bomba que lo lleva a la pistola. El aire sirve para separa las partículas de pintura en polvo facilitando su transporte y carga eléctrica. El volumen y velocidad del flujo en polvo se puede regular.



Fig. 3.3 Unidad alimentadora

Fuente: www.maquinaria.cl/pintura.htm

En la mayoría de los casos en el bombeo de la pintura en polvo se usan aire o vibradores o agitadores mecánicos para dispersar el polvo; así es más fácil el control del volumen, la velocidad y el flujo hacia la pistola. Estos controles ayudan a obtener el espesor de cubrimiento en la capa de la pintura aplicada.

La unidad alimentadora es capaz de proveer suficiente pintura en polvo a una o varias pistolas. Estas unidades se consiguen en varios tamaños dependiendo de la aplicación, número de pistolas y volumen de pintura que se aplica en un periodo de tiempo especificado. Generalmente se construyen con lámina metálica y pueden colocarse junto o incluso como parte integral de la unidad de recuperación.

En el caso de unidades que utilizan aire fluidizado para el bombeo de pintura a las pistolas, el aire comprimido o forzado se suministra a un recipiente localizado

generalmente en el fondo de la unidad alimentadora. Entre el recipiente para el aire y el cuerpo principal de la unidad está una membrana porosa. El aire comprimido, pasa a través de la membrana, al cuerpo principal de la unidad alimentadora donde se encuentra almacenada la pintura. La fluidización del aire levanta el polvo creando la agitación o dispersión. Manteniéndola es posible controlar la medida del polvo sifonado de la unidad alimentadora mediante la bomba tipo venturi adaptada o sumergida.

Cuando se emplean unidades alimentadoras por gravedad, se incluye una unidad cónica o de embudo para almacenar la pintura. Las bombas para estas unidades son tipo venturi. En algunos casos se emplean agitadores con vibración o mecánicos para mejorar el sifoneo por el efecto venturi de la bomba. El polvo es alimentado por gravedad a las bombas y así no es necesaria la fluidización de la pintura en polvo.

Algunas veces se emplean tamices en las unidades alimentadoras para eliminar cualquier contaminante de pintura, grumos de pintura y otros desechos antes de la aplicación. Estos tamices se pueden montar directamente o encima de la unidad para facilitar el flujo de polvo.

Para mantener el flujo deseado de polvo para las pistolas aplicadoras y asegurar un ambiente limpio, la unidad alimentadora se debe manejar correctamente.

El aire para fluidizar el polvo dentro de la unidad debe ser limpio y seco. El aceite, humedad u oxidación en el suministro del aire puede contaminar la pintura o bloquear el flujo de aire en los orificios de la membrana porosa ocasionando su ruptura.

El alimentador de polvo debe ser ventilado cuando el polvo esté fluidizado. La ventilación reduce la compactación dentro de la unidad alimentadora.

El aislamiento: a tierra de la unidad alimentadora de polvo debe mantenerse para evitar cargas estáticas. La posibilidad de descargas estáticas se reduce considerablemente si la unidad y sus partes están aisladas.

La unidad debe asegurarse bien de manera que se reduzca la posibilidad de que se vuelque y derrame la pintura.

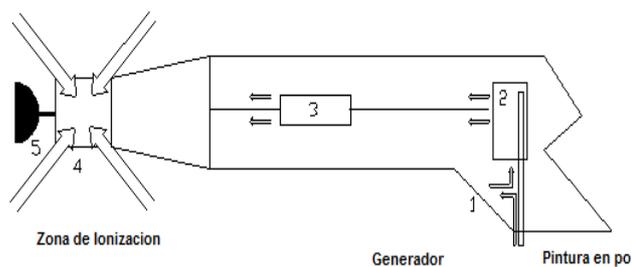
Las bombas utilizadas para alimentar con pintura las pistolas se inspeccionan y limpian regularmente. Las partes desgastadas dificultan el control del flujo, acentúan la fusión por impacto y aumentan la frecuencia de la limpieza. Si una pieza está desgastada se debe reemplazar.

Los tamices montados en la unidad hay que conservarlos limpios.

3.3 LAS PISTOLAS ELECTROSTATICAS

Las funciones de las pistolas electrostáticas son:

- Dar forma y dirigir el flujo de la pintura.
- Controlar el tamaño y forma del abanico de rociado.
- Regular la densidad de la pintura en polvo fluidizada.
- Impartir carga eléctrica a las partículas de pintura.
- Controlar el recubrimiento de la pieza que se pinta; según: La posición de la pistola, el abanico de rociado y el nivel de carga electrostática.



1. Gatillo
2. Transformador alto voltaje:
200/250V 0/100Kv (75-100 μ A)
3. Generador (amplifica la tensión)
4. Sistema de electrodos
5. Deflector

Fig. 3.4 Pistola electrostática

Fuente: Pintura en polvo DT13

El espesor del recubrimiento en polvo se puede controlar por:

- La posición de la pistola.
- El tiempo rociado.
- El nivel de carga electrostática.
- La velocidad del flujo de pintura en polvo de la pistola al objeto.
- La forma del objeto.

El espesor de la pintura en polvo aplicado también se ve afectado por el tamaño y distribución de partícula, forma y tipo de pintura.

Generalmente existen 2 tipos de pistolas electrostáticas: Manuales o mecánicas; sin embargo entre cada tipo existen diferencias en los medios de transmitir la carga y en los medios de darle forma al abanico de rociado.

3.3.1 PISTOLAS DE CARGA ELECTROSTÁTICA EXTERNA.

En ese tipo de pistolas un electrodo cargador está colocado en el frente de la pistola. Al cargarse el electrodo se crea un campo electrostático que se transmite a las partículas de pintura en polvo.

Conocidas como "Pistolas con cargador de corona" generan un voltaje alto y un campo electrostático de bajo amperaje (De 30 a 100 kilovoltios entre el electrodo y la pieza que se va a pintar). La carga en el electrodo es de polaridad negativa usualmente y el kilovoltaje puede regularse en la fuente de energía electrostática. El nivel de carga eléctrica depende de la forma de la pieza que se va a pintar y de la carga de rociado. Las partículas de polvo al pasar a través del campo intensamente ionizado en la punta del electrodo, se cargan y son dirigidas por las líneas de campo y por las corrientes de aire hacia la pieza que se va a pintar para depositarse sobre ella.



Fig. 3.5 Sistema de corona manual

Fuente: www.maquinaria.cl/pintura.htm

CARACTERÍSTICAS PISTOLA TIPO CORONA.

- Fuente de alta tensión (electrodo) 0 a 100 Kv-volts).
- Carga resultante negativa (pieza positiva y pintura negativa)
- Forma jaula de Faraday dificulta pintura en los rincones e internamente.
- Mejor control de la camada.

3.3.2 PISTOLAS DE CARGA ELECTROSTÁTICA INTERNA

La carga de las partículas de pintura en polvo dentro de la pistola es otra posibilidad de aplicación. Un electrodo instalado internamente crea una corona que carga eléctricamente la pintura que pasa a través de la pistola. Con electrodos internos poco o ningún campo eléctrico se establece entre el electrodo y la pieza conectada a tierra. En algunos casos se emplea un anillo de metal sinterizado para atraer los iones libres. El aire comprimido se suministra al anillo atractor para que la operación del anillo sea limpia. En general este tipo de pistola necesita más mantenimiento que la pistola de carga externa. La ventaja que ofrece es que se eliminan los iones libres y el recubrimiento de la pintura en polvo se mejora en las zonas del objeto afectadas por el "Efecto Faraday de la Jaula".

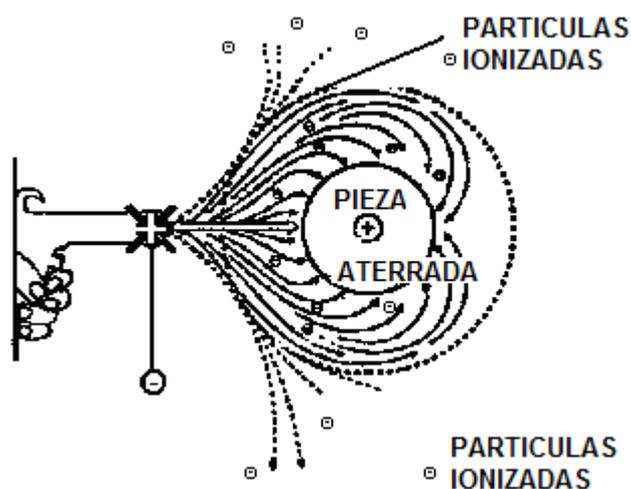


Fig. 3.6 mecanismo de carga electrostática interna

Fuente: Pintura en polvo DT1

3.3.3 PISTOLAS DE CARGA ELECTROSTÁTICA INTERNA CON FUENTE DE VOLTAJE INTEGRADA.

En este tipo de pistolas el voltaje lo suministra una fuente de poder independiente. El voltaje transmitido a través del cable de la pistola es bajo y necesita un cable alimentador más delgado. La fuente de energía integrada aumenta el voltaje y en combinación con un diseño de 4 electrodos crea el campo que dirige las partículas de pintura en polvo hacia el objeto que se va a pintar.

3.3.4 PISTOLAS DE CARGA TRIBOELÉCTRICA.

Esta forma de cargar eléctricamente las partículas de pintura en polvo se obtiene por la fuerza de fricción sobre un aislamiento sólido o un conductor. La carga resultante se logra mediante un tipo específico de manguera para polvo o por la composición del material del cañón de la pistola. Generalmente en este tipo no se emplean generadores de energía. Hay, sin embargo, versiones disponibles de pistolas que emplean una combinación de carga triboeléctrica y carga de corona. Por regla general las pistolas de carga triboeléctrica son lentas para desarrollar el espesor de capa de la pintura aplicada. También la escogencia de las pinturas en polvo que se pueden aplicar con este tipo es limitada.

CARACTERÍSTICAS PISTOLA TIPO TRIBO

- No tiene línea de campo (fluente o panel electrostático)
- Cargan por fricción (teflón) (adentro del tubo de la pistola)
- Carga resulta positiva.
- No forma jaula de Faraday, pinta parte interior y en las esquinas con menor presión de aire
- Mejor arrastramiento
- Bajo escape de polvo

3.3.5 FACTORES DE EFICIENCIA DE LAS PISTOLAS

La eficiencia de cualquier tipo de pistola de aplicación de pintura en polvo depende, además de la pistola, de las características del producto. Las partículas de pintura deben ser capaces de aceptar la carga electrostática. El compromiso entre la alta y la baja conductividad es indispensable para asegurar simultáneamente la aceptación de la carga y la adherencia al objeto pintado.

La naturaleza de la partícula de pintura influye sobre la posibilidad de obtener la carga máxima. Primero la partícula debe ser capaz de aceptar la carga máxima que pasa a través de la nube de iones. El grado de aceptación está relacionado directamente con la conductividad eléctrica.

La obtención del recubrimiento de la pintura en polvo depende de que la partícula tenga una carga eléctrica. Asimismo, la carga de la partícula tiene una gran influencia sobre la manera como la pintura se deposita y la velocidad de formación de película. Resumiendo, la velocidad del crecimiento de película está relacionado con: La velocidad de carga de la pintura, la distancia de la pistola al objeto, el tamaño de partícula, el tiempo del rociado, el voltaje y la cantidad de pintura suministrada por la pistola. Si aumenta el voltaje aplicado a la pistola, conservando invariables los otros factores, la capa que recibe la pieza pintada es mayor.

Al principio la velocidad de formación de capa aumenta, al aumentar el voltaje; pero a medida que la exposición aumenta la velocidad va resultando igual para todos los voltajes, cuando se emplea una pistola de corona.

En general cuando la distancia de la pistola aumenta, la película depositada disminuye. Efectos similares ocurren con la velocidad del aire, al aumentar la velocidad la acumulación disminuye.

El espesor de capa obtenido es independiente de la proporción entrega de polvo sin tener en cuenta la velocidad del aire.

3.3.6 CONDICIONES DE OPERACIÓN.

Para que las pistolas de operación electrostática de pinturas en polvo funcionen bien y con seguridad, se deben mantener las siguientes condiciones:

- Las pistolas fijas para aplicación de pinturas en polvo deben estar convenientemente instaladas a tierra si sus soportes son, metálicos; así se reduce la posibilidad de acumulación de carga estática en la pistola y la posible descarga a una parte o componente de la cabina de aplicación.
- Los operadores de pistolas manuales s& deben conectar apropiadamente a tierra (usualmente a través del mango de la pistola) para prevenir el aumento de carga estática en el cuerpo del aplicador, durante el rociado.
- Las partes de la pistola que estén en contacto físico con pintura en polvo que se mueva, se deben inspeccionar y limpiar, frecuentemente para evitar su desgaste (si la pintura es abrasiva) a alta velocidad o por impacto. Las piezas desgastadas dificultan el control del flujo del polvo, acentúan la fusión por impacto y hacen necesaria una limpieza más frecuente.
- Las pistolas de aplicación electrostática de pintura en polvo se chequean periódicamente para detectar el nivel de carga electrostática que se está impartiendo al producto en polvo que se está aplicando.
- La falta o la disminución en la carga indica un problema en el sistema electrostático que se debe corregir tan pronto como sea posible, utilizando las guías para reparaciones, con el fin de evitar la posibilidad de choques eléctricos.

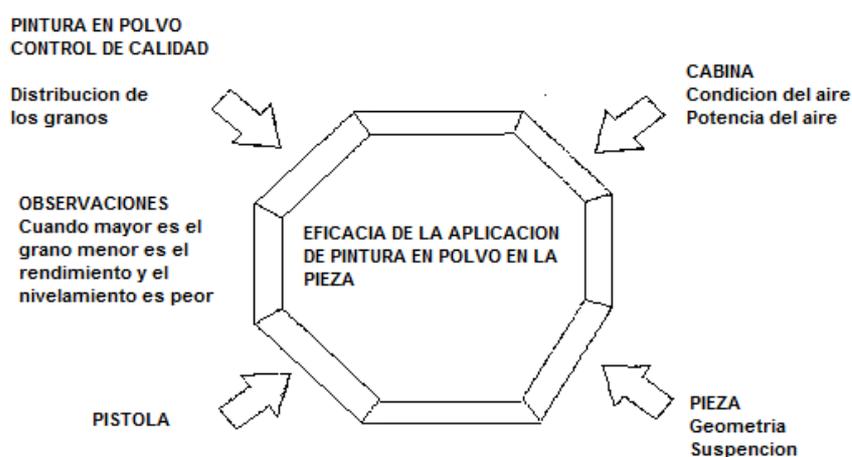


Fig. 3.7 Eficiencia de de aplicación a través de la circulación de la pintura en polvo

Fuente: Pintura en polvo DT13

Cuando se emplean pistolas aplicaderas automáticas, se deben proveer seguros de bloqueo que supriman rápidamente la energía de los elementos de alto voltaje utilizados en la aplicación: electrostática, en cualquiera de las siguientes circunstancias.

- Paro de los ventiladores.
- Fallas de los equipos de ventilación por cualquier motivo.
- Paro de los transportadores de piezas a través del campo electrostático de aplicación.
- Otras condiciones anormales durante el proceso de aplicación de los recubrimientos en polvo.

3.4 LAS FUENTES DE VOLTAJE ELECTROSTÁTICO.

La función básica de la fuente de voltaje electrostática es proporcionar energía a los electrodos adaptados, o dentro de la pistola. El voltaje que proporciona el equipo puede ser de 60 a 100 kilovoltios usualmente de polaridad negativa, pero existen fuentes de voltaje de polaridad positiva. La fuente de voltaje puede ser externa o interna, en relación con la pistola de rociado. En el caso de la fuente interna, la corriente pasa al electrodo a través de un cable que va de la fuente de energía hasta la pistola. Ese cable puede ser: Resistorizado, de núcleo sólido o de núcleo fluido electrolítico. Cuando se emplean fuentes integrales de alto voltaje, el multiplicador está sellado y colocado dentro del cuerpo de la pistola. El control del voltaje electrostático se regula desde una consola. Un cable de bajo voltaje conecta la fuente con la consola.

Las fuentes de voltaje electrostático se consiguen con una o varias consolas. El tipo y forma se adjunta, a la pistola de rociado. Cada proveedor tiene un diseño característico para las unidades de voltaje y las pistolas de rociado electrostático; por lo tanto no se pueden intercambiar unidades diseñadas por diferentes proveedores.

En la mayoría de los casos, la consola de control de la fuente de voltaje tiene otros controles reguladores para: El suministro y rociado de la pintura en polvo, velocidad, proporción polvo-aire.

El voltaje electrostático asegura simultáneamente el recubrimiento óptimo y la atracción de la pieza que se pinta. El voltaje es variable en la mayoría de los casos; así se puede reducir para evitar las "Jaulas Faraday" en la aplicación de las esquinas, o se puede aumentar para lograr el cubrimiento deseado de la superficie, o la eficiente deposición de la pintura en polvo sobre superficies convexas y láminas planas, o para ajustar la cantidad de pintura que se va a aplicar.

CONDICIONES DE OPERACIÓN:

En el funcionamiento ideal y seguro de la fuente de voltaje electrostático se deben cumplir los siguientes requisitos:

- La unidad de voltaje electrostático debe estar bien conectada a tierra.
- Su instalación se hace según las recomendaciones del fabricante.
- Periódicamente se determinará el nivel de kilovoltaje electrostático de salida.
- Las guías de precauciones proporcionadas por el fabricante se deben colocar en un punto fácilmente visible para evitar posibilidades de descargas eléctricas.

3.5 CABINAS DE APLICACIÓN.

En la elección de la cabina de aplicación de pinturas por rociado electrostático se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- Que todos los elementos y aberturas tengan el tamaño adecuado para: Permitir la circulación de las piezas que se van a pintar, facilitar el acceso a los mecanismos manuales o mecánicos reguladores de la aplicación y garantizar la velocidad del aire en las aberturas.

- La localización de las aberturas en relación con las partes que van a pintar debe asegurar la eficiencia del recubrimiento.
- Además, la localización y espaciado de las pistolas dentro de la cabina tienen que permitir cambios probables en el ordenamiento de las partes, lo mismo que en los soportes.
- La longitud y altura de la cabina de aplicación serán amplias para realizar cómodamente las operaciones de rociado dentro de la cabina. Las velocidades de operaciones, cambios en las velocidades, el peso de las piezas que se van a pintar y la distancia entre los ganchos de los soportes son importantes para decidir el tamaño de la cabina.
- Finalmente es necesario disponer de corrientes de aire amplias para contener el producto en polvo dentro de la cabina. Ese flujo de aire transporta el exceso de rociado de la cabina de aplicación hacia la unidad de recuperación de un modo eficiente y seguro.



Fig. 3.8 Cabinas de aplicación

Fuente: www.europintura.com

Existen diversos tipos de cabinas de aplicación electrostática. Las que aquí se mencionan son para aplicación manual.

3.5.1 CABINAS CON SISTEMA DE GRAVEDAD.

En estas cabinas el 50% del exceso de pintura en polvo cae por gravedad a una tolva alimentadora. Una porción muy pequeña del polvo, que no cae en la tolva, pasa a través de un conducto hacia el sistema de recuperación, formado por un ciclón separador que recupera hasta el 97% del exceso de pintura rociada que no se depositó en la tolva alimentadora.

La pequeña cantidad de pintura que todavía queda en la corriente de aire, es retenida en un filtro final en tanto que el aire limpio retorna a la cabina. El filtro final puede ser de tipo tubular de tela ("Media" o "sobre") o cartuchos. Utilizar cabinas de aplicación con ciclones autolimpiadores permite cambiar el color de la pintura en polvo sin duplicar el equipo de filtración.

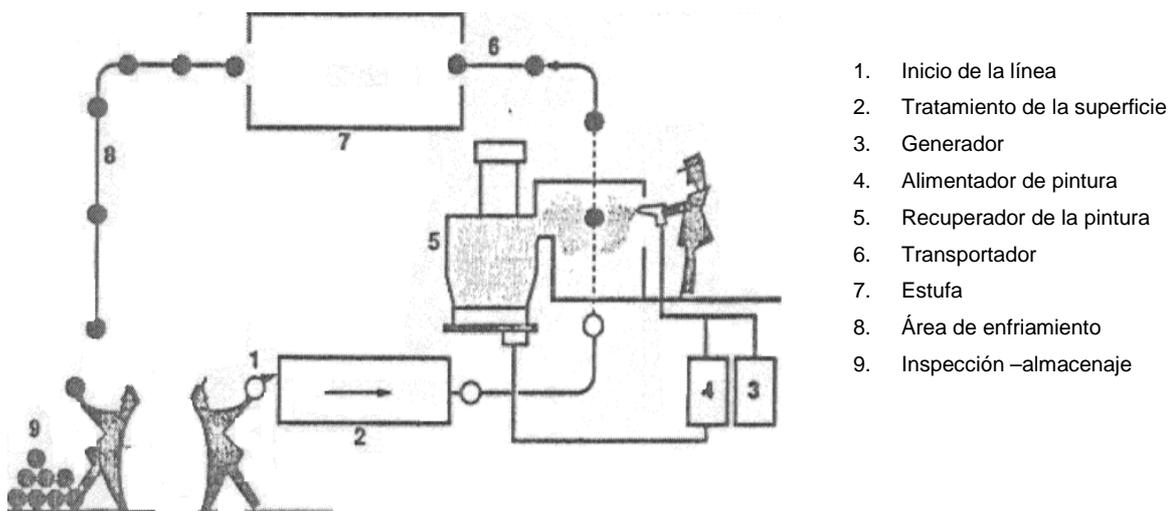


Fig. 3.9 Línea de pintura continua

Fuente: Pintura en polvo DT13

3.5.2 CABINAS DE BANDA.

Utilizan un sistema de banda móvil en la parte inferior de la cabina, con los siguientes componentes básicos: La cabina de aplicación con una banda filtradora montada interiormente, un cabezote de recuperación por vacío, un mecanismo de filtración por combinación de ciclón y cartucho y el desfogue de la cabina.

El desfogue, colocado encima de la banda transportadora, recibe aire de un ventilador y lo hace circular dentro de la cabina y hacia afuera a través de la banda. Así el exceso de pintura en polvo se deposita en la banda por acción del aire de convección.

Las partículas transportadas en la banda se sostienen allí. Cualquier partícula fina de la pintura en polvo que pase a través de la banda, es extraída en un filtro y el aire retorna limpio a la planta.

El cabezote de recuperación por vacío está colocado en un extremo de la cabina. La acción de vacío se logra mediante un ventilador de desfogue instalado junto al mecanismo de colección. El exceso de pintura en polvo rociada que se deposita en la banda de tela, es absorbida y llevada a través de una manguera hasta el colector. Esta acción de vacío es creada por el desfogue de aire de bajo volumen-alto vacío.

El mecanismo de filtración está compuesto de un miniciclón y un colector y sirve para recuperar el polvo extraído de la banda. El producto es recogido por el cabezote de vacío, llevado a un miniciclón de donde el polvo cae pasando a través de una válvula y en algunos casos a través de un mecanismo filtrador, para llegar finalmente a la tolva alimentadora. Cuando no se utiliza filtración automática, el polvo pasa a través de una serie de tamices y luego a la tolva alimentadora.

El aire pasa del miniciclón a través de dos filtros antes de volver a la atmósfera de la fábrica.

3.5.3 CABINA APLICADORA - COLECTORA

Los componentes básicos de este tipo de cabinas son: Cabina aplicadora, colector fijo para un solo color o colector desprendible para sistemas multicolores, y sistema colector fijo con filtros de cartucho cambiables.

Dependiendo del número de colores que se van a aplicar se utilizan dos tipos de cabinas: Para sistemas de un solo color se pueden instalar cabinas con tiro hacia abajo o tiro cruzado con el colector integrado directamente a la cabina de aplicación. Para sistemas de varios colores, la cabina de aplicación se diseña con flujo de aire de tiro cruzado o del frente a la parte posterior de la cabina. La forma de la cabina puede tener contornos aerodinámicos o configuración rectangular. La principal función de la cabina de aplicación en cualquier tipo de sistema es ofrecer un ambiente cerrado y medios de contener las partículas de polvo.

Los mecanismo de filtración usados en cabinas aplicaderas colectoras son filtros normales de cartucho, contruidos de materiales plegables, sin tejer como celulosa o papel metidos en un cilindro metálico perforado.

3.5.4 CABINA DE RECUBRIMIENTO HORIZONTAL.

Esta cabina se utiliza para aplicación de pinturas en polvo en piezas que deben tener una superficie sin pintura, que se coloca boca bajo sobre la banda transportadora, que transporta la pieza en la cabina, provee la conexión a tierra y sirve como enmascaramiento. Las piezas pueden cargarse o descargarse automáticamente y pueden incluso ser suministradas desde alimentadoras vibratorias.

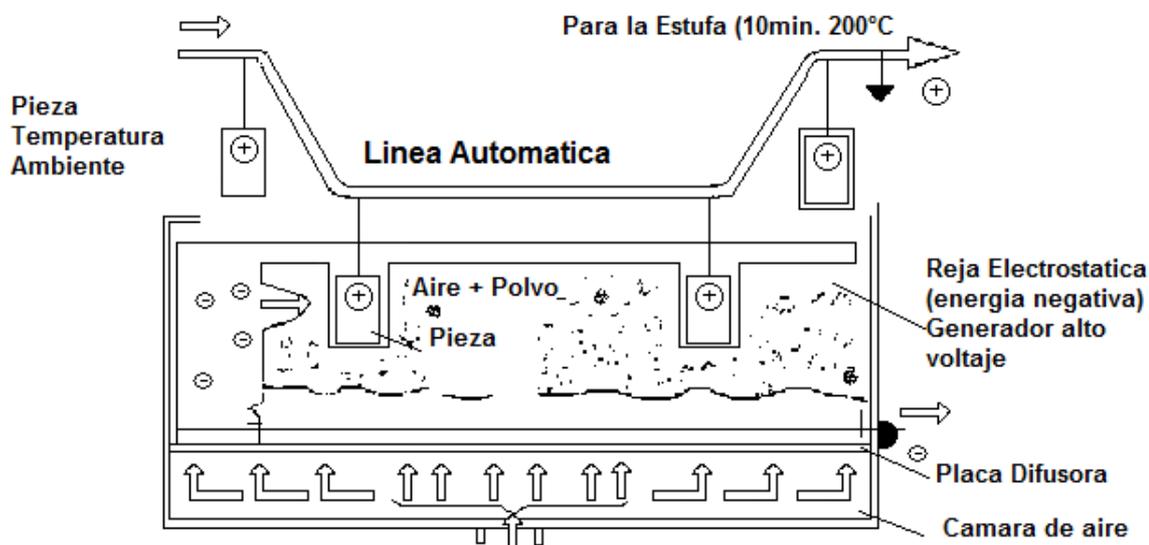


Fig. 3.10 Sistema lecho fluidizado electrostático.

Fuente: Pintura en polvo DT13

3.5.5 CAMBIOS DE COLOR

Los cambios de color en sistemas de recubrimientos con pinturas en polvo exigen determinadas operaciones en todos los tipos de cabinas. Las pistolas deben limpiarse usando aire comprimido. Las mangueras también se limpian con aire y en algunos casos, de cambios extremos en el color, hay que cambiarlos. Las bombas o el bloque del inyector se limpian muy bien. Las paredes de las cabinas se limpian frotando suavemente las paredes con el desfogue de la cabina en funcionamiento.

El tiempo establecido para cambios de color depende del sistema de recuperación. Cambios rápidos pueden hacer necesarios los cambios de tolvas y tamices. Cuando el tiempo no tiene importancia o cuando se dispone de varias cabinas, recuperaciones aisladas son satisfactorias, pero todas las zonas en contacto con el producto en polvo deben ser sometidas al vacío o limpiadas.

Una forma de minimizar los tiempos de aplicación de pinturas en polvo con cambios de color, es duplicar las cabinas de aplicación. Así, mientras se está

aplicando un color, se alista la otra cabina para el color que sigue. El número de cabinas requeridas dependerá de cuántos colores se van a aplicar y con que frecuencia se hacen los cambios.

Cuando los cambios de color se hacen en una sola cabina, hay 3 áreas del sistema que requieren especial atención: Primero, el equipo de aplicación (la pistola, las mangueras de la pintura, las bombas venturi y la tolva alimentadora) necesita limpieza o cambio. Segundo, el interior de la cabina hay que limpiarlo para prevenir la contaminación de un color con otro. Especiales precauciones de deben tomar cuando la limpieza se hace con el aire del compresor, para evitar la salida del aire de la cabina.

Finalmente hay que preparar el sistema de recuperación para el nuevo color que se va a pintar. El procedimiento de preparación varía según el sistema. Una cabina diseñada recientemente ha reemplazado las paredes metálicas por plásticas. Así, cuando se quiere cambiar el color de la pintura en polvo, se cambian las paredes de las cabinas en 2 minutos aproximadamente.

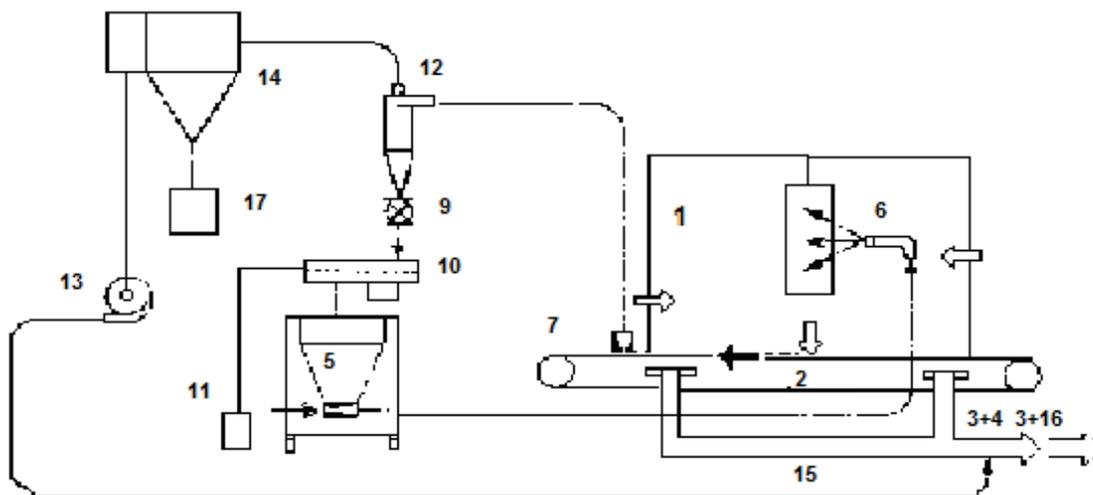


Fig. 3.11 Sistema de multicolor

Fuente: Pintura en polvo DT13

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1. Cabina | 10. Malla |
| 2. Alfombras filtrantes | 11. Refugio |
| 3. Ventiladores | 12. Mini-ciclón |
| 4. Filtro absoluto | 13. Exaustor |
| 5. Recipiente de polvo del equipo | 14. Filtro |
| 6. Pistola | 15. Lincha de succión |
| 7. Orificios de succión | 16. Salida de aire para el medio ambiente. (contrario al filtro absoluto) |
| 8. Filtros separadores | 17. Recipiente captador de polvo |
| 9. válvula doradora | |

3.5.6 SISTEMAS DE RECUPERACION DEL POLVO

a) CONVENCIONAL

- Polvo muy fino se elimina un 3%
- Polvo muy grueso se recupera el 97%

b) ALFOMBRA FILTRANTE

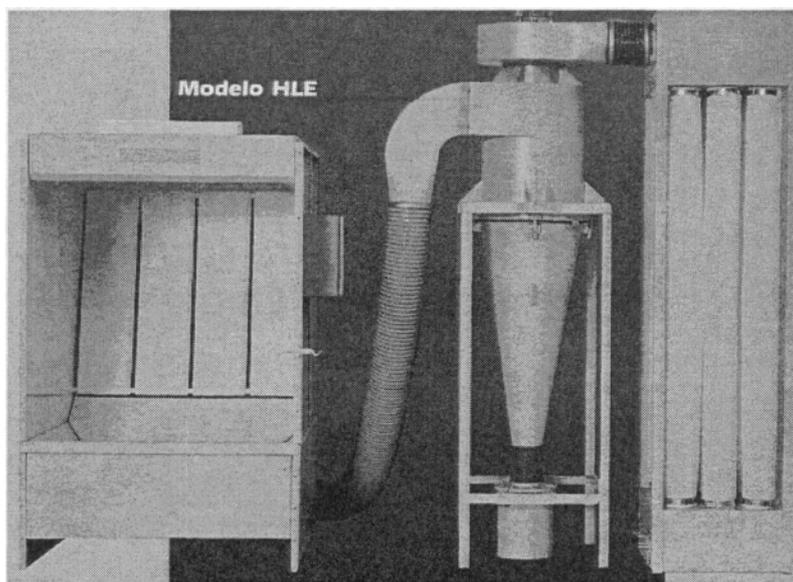


Fig. 3.12 Sistemas de recuperación del polvo

Fuente: Pintura en polvo DT13

3.6 CONSIDERACIONES DE MANEJO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE APLICACIÓN DE PINTURAS EN POLVO

Tener unas buenas instalaciones es probablemente uno de los factores más importantes para montar un sistema de aplicación de pintura en polvo. Aunque la mayoría de los montajes se hacen en instalaciones existentes, lo ideal sería construirlas.

Para diseñar la instalación de una planta de aplicación de pinturas en polvo es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La localización de las cabinas de aplicación es muy importante. Una cabina bien ubicada mantiene la pintura en su interior y en los sistemas de recuperación.
- Examinar las condiciones de operación de sus vecinos para comprobar que sus desechos no afecten el proceso de aplicación de la pintura en polvo.
- Los materiales para la construcción de las instalaciones para aplicar pintura en polvo deben ser de buena calidad y lo más lisos posible para evitar la acumulación de polvo.
- Evítese los remaches, tornillos y uniones donde pueda acumularse la pintura. Así la limpieza es más fácil y la operación más segura.
- Al diseñar el equipo para la aplicación de pinturas en polvo, la localización de todos los componentes se debe analizar cuidadosamente. Los desfogues de cabinas y hornos se construyen rectos y los transportadores se montan más fácilmente cuando se ubican según las estructuras de la edificación.
- La localización de puertas y ventanas con relación a las cabinas de aplicación y hornos es de gran importancia.
- Las cabinas están diseñadas para mantener la pintura en polvo en el interior y para proporcionar la corriente de aire indispensable para transportar la pintura. Una puerta o ventana abierta en las cercanías de la cabina, puede distorsionar completamente el flujo de aire y causar dificultades. La pintura puede abandonar la cabina, el patrón de rociado se

puede distorsionar y el polvo del exterior puede ser arrastrado sobre la pintura. Revisense estos puntos con el proveedor de equipos.

- En la zona de pintura se debe disponer de todos los servicios que requiere el sistema como agua, (para preparación de la superficie) electricidad y aire limpio. Además en la zona de almacenamiento de la pintura las condiciones ambientales deben ser controladas a nivel de temperatura y humedad del aire. También es necesario tomar precauciones con respecto al manejo del polvo, ya que es susceptible al calor y a la humedad.

3.6.1 MANEJO DE LOS SISTEMAS DE RECUBRIMIENTO EN POLVO.

Los componentes de un sistema de recubrimiento en polvo son inofensivos si se mantiene una operación segura.

El manejo apropiado de cada componente asegura un ambiente libre de riesgos y máxima productividad.

Las siguientes medidas se pueden adoptar por igual para la operación y mantenimiento del sistema:

3.6.1.1 La limpieza del Sistema.

La pintura en polvo introducida en el sistema debe ser tan limpia como sea posible. Libre de pelusas, humedad,, aceite y otros contaminantes. Esto es obvio por las siguientes razones:

Primera: Porque cualquier contaminante en la pintura se depositará en la pieza pintada, dando como resultado una pieza rechazada o que se debe reprocesar.

Segunda: El contaminante se va a distribuir a través de todo sistema contaminando el producto limpio.

Tercera: El contaminante puede producir bloqueo o tupid el medio filtrante, reduciendo la corriente de aire del sistema. La reducción produce entonces una atmósfera nociva e insegura, en la que el contenido de pintura en polvo dentro de

la cabina se reduce y puede escapar hacia el área de trabajo. Además al reducir la corriente de aire en la cabina la concentración mínima de polvo puede sobrepasar los límites permisibles para explosión. La mayoría de los sistemas están diseñados con mecanismos que bloquean o cierran el sistema cuando la corriente de aire disminuye hasta un nivel peligroso o nocivo. Normalmente los sistemas de aplicación de pinturas en polvo poseen indicadores de presión en el medio filtrante y en la corriente de aire filtrado que regresa al área de trabajo. Estos medidores deben chequearse diariamente y, si es posible, manteniendo un registro de lecturas para emplearlas como referencias para un manejo seguro del sistema. En síntesis el aire del sistema debe ser limpio, seco y libre de aceite. Secadores refrigerados remueven la humedad del aire y conviene incluirlos en toda instalación. También se deben incluir los filtros de aceite para el suministro principal de aire y chequearlos diariamente.

Cuarto: Otro aspecto importante que se debe considerar es la limpieza de los equipos. Para lograr la máxima eficiencia, las pistolas, bombas, mangueras, tolvas alimentadoras, tolvas de distribución y cualquier superficie que tenga contacto con la pintura en polvo se deben mantener muy limpias.

Grumos de pintura, residuos fundidos y escombros pueden obstruir el flujo de la pintura. Las piezas en contacto con la pintura, si están bien limpias, facilitan el control del flujo de la pintura. Las piezas mal limpiadas aumentarán los residuos fundidos y desgastarán las piezas.

Como precaución importante se debe evitar la limpieza con herramientas filosas o abrasivas.

Quinto: También es importante para el trabajo eficiente con la pintura en polvo, conservar limpios los ganchos, soportes y transportadoras. Esto aumenta el efecto electrostático, asegurando las conexiones y el trabajo seguro.

3.6.1.2 Manejo de los componentes del sistema

El diseño y la construcción apropiados son el primer paso hacia un sistema exitoso y rentable de recubrimientos con pintura en polvo. Cada sistema es exclusivo en su diseño y aplicación. Las especificaciones que el usuario del

equipo le da al fabricante, determinan los parámetros del sistema. La información incluirá:

- Dimensiones de todas las partes
- Velocidad de la línea.
- Especificaciones de formación de película.
- Tipos de ganchos y soportes.
- Altura del transportador
- Dimensiones para la instalación del sistema.
- Programas de producción basados en: Tamaños de lotes, número de colores y necesidades futuras de producción.

Esto le permite al fabricante diseñar el sistema con las especificaciones exactas para muchos años de utilización.

La información acerca de el tipo de preparación del metal y las instalaciones para el curado también se deben proporcionar.

Durante las primeras semanas el funcionamiento del sistema se vigila cuidadosamente para determinar sus características particulares de operación. Estas , observaciones se utilizan luego para establecer los procedimientos estándar de operación para cada producto que pasa a través del sistema para la aplicación de pintura en polvo.

Conviene recordar que el sistema se diseña con base en las piezas más grandes que se van a pintar. Para las piezas más pequeñas es preciso ajustar el número de pistolas, el flujo del polvo, los ajustes electrostáticos, la proximidad de las pistolas a las piezas, o cualquiera otra combinación de estas variables. Conociendo por anticipado los ajustes precisos requeridos, basados en la pieza pintada, se puede evitar el exceso de pintura en polvo, lográndose así la eficiencia deseada.

Se puede establecer un programa de mantenimiento diario, semanal o mensual basado en medidas preventivas o correctivas; al hacerlo se logra eficiencia necesaria para justificar la operación. Algunas guías útiles para la continuidad de la eficiencia del sistema son:

- Chequear regularmente los filtros para eliminar aceite y polvo instalados en las líneas de aire. Tan, frecuente como sea necesario se drenan o reemplazan.
- Examinar el secador de aire refrigerado por lo menos una vez cada semana. El que esté funcionando no significa que trabaje correctamente. Los indicadores muestran las temperaturas del aire comprimido, interna y externamente.
- Revisar periódicamente las partes en contacto con la pintura en polvo. Si están excesivamente gastadas se reemplazan. Si no se hace, se gastará más tiempo en la limpieza y se afectará la operación del sistema. Nunca se emplearán objetos cortantes para la limpieza. Siempre es útil mantener una cantidad razonable de repuestos.
- Periódicamente se examinan las conexiones a tierra. La pérdida de aislamiento podría afectar la eficiencia de las pistolas y crear una situación riesgosa, si se pierde el aislamiento entre las piezas que se están pintando y el gancho que las sostiene.
- Revisar las caldas de presión en los filtros. Una reducción en la corriente de aire a través de la cabina puede ocasionar una reducción en el contenido de pintura en polvo y crear una situación insegura, si la concentración de polvo supera los límites mínimos de explosión. Por seguridad conviene limpiar los filtros frecuentemente. Si la limpieza debe hacerse con demasiada regularidad es posible que exista una ruptura o escape del medio filtrante.

- Limpiar la cabina con cualquier instrumento antichispa. No se recomiendan estopas o toallas de papel porque sus pelusas pueden contaminar la pintura en polvo y ocasionar defectos de acabado. Semanalmente o cada dos semanas se hace limpieza general.
- Limpiar las pistolas aplicadoras de las bombas alimentadoras diariamente utilizando la manguera de aire se sopla el polvo de las mangueras., bombas y pistolas. Una inspección visual indicará la necesidad de la limpieza adicional o reemplazo de partes. Compruébese que no existen conexiones de manguera flojas entre bombas y pistolas. Todas las uniones de la línea deben estar aseguradas. Localizar las tolvas alimentadoras tan cerca de las mangueras como sea posible, reduce la longitud de las mangueras y su enrollamiento o doblez.
- Fijar los procedimientos de mantenimiento donde supervisores y operarios los vean bien.

3.6.1.3 Normas de seguridad en el manejo y aplicación de pinturas en polvo.

Las siguientes son las recomendaciones de seguridad para las personas que manejan y aplican pinturas en polvo:

- Las personas encargadas de destapar recipientes de pintura en polvo, vaciar el producto en las tolvas alimentadoras, limpiar o reparar los equipos, o descartar desperdicios deben utilizar guantes y máscaras para polvo.
- En casos de contacto de la pintura en polvo con la piel, se lava bien con abundante agua y jabón. Nunca se emplea para la limpieza personal disolventes.
- Las máscaras protectoras contra la inhalación de polvo se utilizan cuando exista contaminación de éste en el ambiente. La contaminación extrema es indicio de ventilación deficiente y puede ser muy riesgosa.

Generalmente hablando, los procesos de aplicación de pintura en polvo más seguros son los más productivos y son muy diferentes del sistema de aplicación de pinturas líquidas. El proceso electrostático de las pinturas en polvo consiste en cargar eléctricamente el producto y depositarlo sobre el objeto que se pinta que está conectado a tierra. Dos condiciones se deben cumplir para lograr la atracción y eficiencia de transferencia:

Primero: El objeto debe estar bien conectado a tierra.

Segundo: El equipo electrostático debe estar funcionando bien.

Si no se cumplen estos requisitos el resultado será una transferencia deficiente y, en el caso del objeto, pobremente conectado a tierra, una circunstancia insegura. La seguridad debe regir todos los procesos de operación y mantenimiento, incluyendo:

- Almacenamiento y manejo del producto en polvo.
- Aplicación en la cabina.
- Transporte de los objetos en la cabina.
- Limpieza y mantenimiento de los equipos.
- Reparación de los equipos.
- Sistema de encendido y apagado.
- Calibración, lectura y ajuste de controles y reguladores. Lecturas diarias de presiones críticas.
- Alarmas, bloqueadores y sistemas de seguridad.
- Descartes de residuos.

Las aplicaciones se hacen en cabinas diseñadas apropiadamente, en cuartos de aplicación o en áreas designadas para tal fin.

Todas las zonas de aplicación deben estar provistas de ventilación mecánica para eliminar polvos combustibles o inflamables, vapores, roclos, residuos o depósitos, llevándolos a un lugar seguro. La ventilación en la cabina ajustada para conservar el polvo suspendido en la cabina y en los sistemas de recuperación. La velocidad mínima del aire será de 18,2 metros por minuto.

Las piezas pintadas se transportan y cuelgan bien conectadas a tierra.

Todos los objetos eléctricamente conductores en la cabina, excepto aquellos que requieren alto voltaje, deben estar conectados a tierra

3.7 ESTUFAS DE POLIMERIZACION

3.7.1 CONTINUAS POR CONVENCION CON AIRE CALIENTE, GAS O ELECTRICIDAD

El calentamiento por aire caliente como medio para transferir calor de la fuente de energía al producto. Muchos sistemas de convección usan una fuente encendida llama de gas o vapor que provee la circulación del aire caliente del horno. Utilizando sistemas de combustión, la atmósfera del horno puede contener productos como: Vapores de disolventes y posibles trazas de combustible sin quemar.

Otros hornos por convención emplean elementos eléctricos infrarrojos de baja intensidad para suministrar un calentamiento limpio y seguro.

El tiempo requerido para que el polvo depositado en la pieza se cure es, en gran parte, una función del volumen de la pieza y de la rata a la cual las piezas aceptan el calor. Por ejemplo: Objetos metálicos grandes pueden necesitar 30 a 60 minutos o mas para alcanzar la temperatura de curado, en tanto que las partes pequeñas pueden lograr la temperatura mucho mas rápidamente. Esta absorción de calor por las piezas es un desperdicio de energía en cuanto al curado se refiere; pero si se considera todos los requisitos del proceso, como forma y dimensiones de las partes que se van a pintar, este método puede ser el mas flexible y eficiente.

Los costos de energía y operación, sin embargo, son frecuentemente altos y los usuarios deben ser consistentes de otros métodos alternativos para su línea de producción.

En todos los casos independientes de la fuente de calor se habla de temperaturas y tiempos efectivos de curado.



Fig. 3.13 Horno por convención

Fuente: www.maquinaria.cl/pintura/htm

3.7.2 CONTINUAS POR RADIACIÓN INFRARROJA

Utilizando energía eléctrica de onda corta y alta densidad, el calentamiento infrarrojo produce un método de calentamiento radiante, directo. La radiación infrarroja está transmitida del emisor al producto mediante ondas electromagnéticas que viajan a la velocidad de la luz (300 mil kilómetros por segundo), diferente del calentamiento por convención, los infrarrojos de alta intensidad no necesitan un medio para lograr la transferencia de calor.

La energía es transferida rápida, limpia y eficiente mediante lámparas infrarrojas de tungsteno-cuarzo. Los infrarrojos de alta intensidad pueden dar respuestas de temperaturas más rápidas. Los hornos que usan este método de calentamiento son compactos en su tamaño y pueden ajustarse para la configuración y tamaño de las piezas que se pintan. Hornos que alcanzan la temperatura en 10 a 15 minutos son comunes, logrando con ello ahorros de energía, espacio y tiempo.

La radiación infrarroja se utiliza para objetos pequeños de producción en serie, la distancia del objeto a la fuente de energía debe controlarse para evitar calentamiento excesivo.



Fig. 3.14 Horno por radiación

Fuente: www.maquinaria.cl/pintura/htm

En objetos redondos o cilíndricos la rotación durante el curado infrarrojo proporciona calentamiento uniforme y curado consistente.

Los tiempos de fusión y curado van de 10 segundos a 120 segundos, empleando infrarrojo de alta densidad.

Los costos de innatación de estos hornos son mas altos que los hornos de convección

CAPITULO 4

4.1 PARTE EXPERIMENTAL

Como ya hemos comentado, partículas de polvo, grasa u óxidos sobre la superficie del metal a revestir como una pintura en polvo, puede producir fallos importantes en adherencia y de resistencia a la corrosión, por lo que es obligado el desengrase y/o desoxidado de las piezas antes de ser pintadas. Así mismo si se recubren las piezas de una película de protección tras el desengrase considerablemente la resistencia a la corrosión, manteniendo una buena adherencia, optimizando esta cuando se exponen las superficies pintadas a condiciones ambientales.

4.2 PINTURAS Y PRODUCTOS AFINES DETERMINACION DE LA DUREZA DE PELICULA METODO DEL LAPIZ. “INEN 1001”

4.2.1 OBJETO

Esta norma establece el método de ensayo para determinar la dureza de películas, igualmente la resistencia de la película a la ruptura y al rasgado combinado con la adherencia de la película al substrato.

4.2.2 METODOS DE ENSAYO

a) Resumen.

El lápiz o mina de lápices se pasa por la superficie hasta cuando uno de estos rompa la película de pintura

b) Aparatos

Un juego de lápices de dibujo o minas de lápices con dureza de 7 B hasta B, HB, F y H son considerados standard.

4.2.3 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Se prepara un panel de vidrio o una lámina de acero laminada enfrió, cuyas dimensiones son 190 x 115 x 0,8 mm, previamente limpiado con un disolvente apropiado. El espesor de película seca debe ser de 25,4 mm.

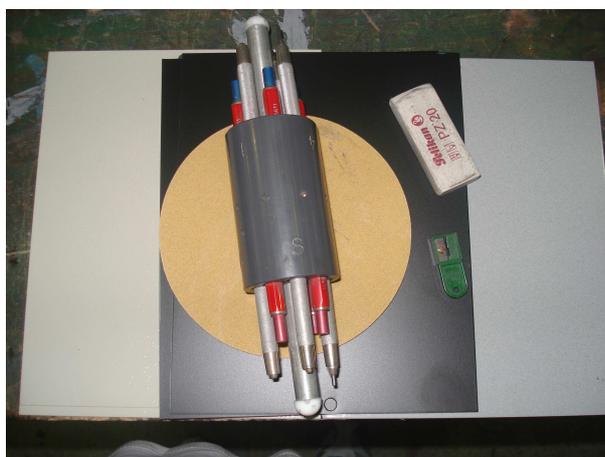


Fig. 4.1 Implementos para el ensayo de dureza

Fuente: Imagen tomada en el Taller de PPM

4.2.4 PROCEDIMIENTO

- Tajar los lápices removiendo la madera de la mina desnuda, de modo que se extienda 6 mm fuera de la madera. Debe tenerse cuidado de no raspar el borde de la mina. Lijar Luego el extremo de la mina perpendicularmente a su eje hasta que esté plano, liso y de sección circular.
- El lápiz se sostiene firmemente a un ángulo de 45° y se empuja sobre la película en dirección contraria del probador. Mientras el Lápiz es empujado sobre la película de pintura, debe aplicarse suficiente presión hacia abajo para cortar la película hasta el substrato o hasta aplastar el borde agudo del lápiz. La estría debe tener un mínimo de 6 mm de largo. El proceso se

repite usando sucesivamente lápices de diferente dureza, hasta encontrar el lápiz más duro que no produzca estría en la película. La dureza de este lápiz expresa la dureza de la película. Al efectuar la prueba, si el borde agudo de la mina se repone o se aplasta, deberá afilarse nuevamente.



Fig. 4.2 Ejecución del ensayo de dureza
Fuente: Imagen tomada en el Taller de PPM

4.3 PINTURAS Y PRODUCTOS AFINES DETERMINACIÓN DE LA FLEXIBILIDAD MEDIANTE MANDRILES CÓNICOS. “INEN 1002”

4.3.1 OBJETO

Esta norma establece el método para determinar la flexibilidad y elasticidad de una película de pintura seca aplicada sobre un panel de ensayo que se somete a doblado sobre mandriles cónicos. El ensayo de flexibilidad de pinturas sobre mandril se practica según dos métodos.

- a) Doblado alrededor de mandriles cilíndricos de distintos diámetros.
- b) Doblado alrededor de mandril cónico con radio de curva progresivo.

4.3.2 MÉTODO DE ENSAYO

a) Resumen.

Preparar un panel con la pintura que debe ensayarse. Colocar en el aparato de mandriles cónicos y proceder a doblarlos.

b) Equipos

Mandril cónico con radio de curvatura progresivo. Consiste en un cono truncado, rectificando y de acero. Tiene 203 mm de longitud con un diámetro de 3 mm en un extremo y 38 mm de diámetro en el otro. Está sujeto con un soporte montado sobre una placa de base maciza de acero. Esta placa tiene cuatro agujeros para atornillar el aparato a la mesa de trabajo. A un costado del mandril paralelo a la generatriz del cono se encuentra el dispositivo de sujeción de las chapas de ensayo que se compone de una placa con tuercas de mariposa y un tope. El arco doblador, con palanca de mano y presa paneles, está sujeto en el eje del cono.

Se utilizan láminas de acero cuyas dimensiones son de aproximadamente 190 mm x 115 mm x 0,8 mm o 290 mm x 115 mm x 0,8 mm. El espesor de la película seca en una de las caras del panel puede ser de 25,4 μm o a convenirse entre las partes.



Fig. 4.3 Implementos para el ensayo de flexibilidad

Fuente: Imagen tomada en el Taller de PPM

4.3.3 PROCEDIMIENTO

- La determinación debe realizarse por duplicado
- El recubrimiento aplicado sobre el panel debe tener un espesor uniforme y estar curado.
- Colocar el rodillo del aparato de modo que el mango del mismo se ubique frente al operador en una posición horizontal.
- Colocar el panel con la superficie pintada hacia afuera en el canal del aparato, insertar un papel entre la superficie pintada y el rodillo del aparato.
- Ajustar el panel mediante las tuercas tipo mariposa de modo que el borde del panel esté alineado con el extremo más delgado del mandril cónico.
- Levantar el mango del rodillo a una velocidad uniforme, girar 180° a fin de doblar el panel aproximadamente 135°, en un tiempo de 15 segundos.
- Examinar la superficie doblada del panel a simple vista y observar si se encuentran rajaduras en la superficie recubierta.
- Determinar y señalar, la rajadura más alejada del extremo pequeño del mandril, indicando la distancia en centímetros a dicho extremo. Esta distancia es usada para calcular la flexibilidad.
- Para retirar el panel, retornar el mango del rodillo a su posición inicial, aflojar las tuercas y levantar el panel del mandril cónico.



Fig. 4.4 Ejecución del ensayo de flexibilidad

Fuente: Imagen tomada en el Taller de PPM

4.4 PINTURAS Y PRODUCTOS AFINES DETERMINACION DEL IMPACTO DIRECTO E INVERSO “INEN 1005”

4.4.1 OBJETO

Esta norma establece el método de ensayo para determinar los efectos de la prueba del impacto directo e inverso en pinturas y productos afines.

4.4.2 ALCANCE

a) Impacto directo o cóncavo. Este método nos permite determinar cuando se efectúa directamente sobre la superficie del panel que tiene la película de pintura seca, la resistencia al impacto y la fuerza de adhesión de dicha película.

b) Impacto inverso o convexo. Si la prueba se efectúa del lado del panel que no tiene la película de pintura, determinará por este método la elasticidad o habilidad de elongación de la película alrededor de la protuberancia hecha por el instrumento bajo las condiciones del impacto.

4.4.3 METODOS DE ENSAYO

Equipo para prueba de impacto.

- Un tubo cilíndrico hueco que tiene una escala en centímetros, que va de 0 a 203,2 cm. El tubo cilíndrico que contiene un peso muerto de 1,816 kg puede dejarse caer a la altura deseada, de acuerdo a la escala especificada anteriormente.
- *Panel.* Se utiliza un panel laminado en frío, un milímetro de espesor (1 mm) y un espesor de película de pintura seca de 25,4 a 38,1 mm.
- *Soportes circulares.* Los soportes circulares pueden ser de varios diámetros; para la prueba se puede escoger de acuerdo al tamaño de la abertura deseado.

4.4.4 PROCEDIMIENTO

Para efectuar la prueba de impacto directo, colocar el panel perpendicular al tubo cilíndrico que contiene el peso muerto. Levantar este peso hasta la altura deseada y dejar caer libremente. Para la prueba de impacto inverso, seguir el mismo procedimiento. Hacer varias pruebas y reportar los resultados



Fig. 4.5 Ejecución de ensayo de impacto

Fuente: Imagen tomada en el Taller de PPM

4.4.5 CÁLCULOS

Para calcular la fuerza del impacto, se emplea la siguiente ecuación:

$$I = M \cdot d$$

Donde:

I = impacto en kg. cm.

M = peso muerto, en kilogramos.

d = altura en centímetros.

M = 2 kg

d = 100cm

I = 200kg cm

4.5 PINTURAS Y PRODUCTOS AFINES DETERMINACION DE ADHERENCIA MEDIANTE PRUEBA DE LA CINTA. “INEN 1006”

4.5.1 OBJETO

Esta norma establece los métodos para determinar la adherencia de películas de recubrimientos de pinturas y productos afines aplicados sobre paneles metálicos o superficies recomendadas, mediante la aplicación y remoción de una cinta sensible a la presión, sobre cortes realizados en la película.

4.5.2 MÉTODOS DE ENSAYO

a) Método de la cuadrícula

Equipos

- Aparato de corte con cuchilla de dientes múltiples para corte cruzado (con 6 u 11 dientes).
- Cinta adhesiva de 25,4 mm de ancho semitransparente sensible.
- Borrador de caucho colocado en el extremo de un lápiz
- Una fuente de luz útil para determinar si los cortes han sido hechos a través de la película seca hasta el panel.
- Cepillo de cerdas plásticas
- Panel metálico o superficie recomendada de acuerdo al tipo de pintura.



Fig.4.6 Implementos para el ensayo de adherencia

Fuente: Imagen tomada en el Taller de PPM

Procedimiento

- Seleccionar un área libre de manchas e imperfecciones.
- Asegurar que la superficie esté limpia y seca (valores extremos de temperatura y humedad relativa pueden afectar la adherencia de la cinta)
- Colocar el panel sobre una base firme y hacer cortes cruzados usando el aparato de corte con cuchilla de dientes múltiples.
- Para recubrimientos que tengan hasta 50 micrómetros de espesor de película seca, usar la cuchilla que tenga 11 dientes y 1 mm de separación entre dientes y realizar el corte
- Para recubrimientos que tengan un espesor de película seca entre 50 micrómetros y 125 micrómetros, usar una cuchilla que tenga 6 dientes y 2 mm de separación entre dientes y realizar el corte

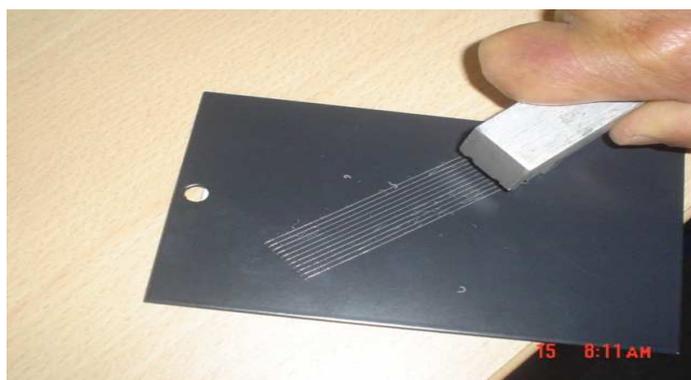


Fig. 4.7 Cortes en la platina

Fuente: Imagen tomada en el Taller de PPM

- Hacer los cortes en el recubrimiento con un movimiento firme y presión suficiente para que el borde cortante alcance el panel.
- Revisar los bordes cortantes de las cuchillas y si es necesario limpiarlos, hacer entonces los cortes adicionales a 90° y centrados en los cortes anteriores.
- Proceder a limpiar con el cepillo el área de los cortes para remover cualquier residuo de recubrimiento levantado. Si el metal no ha sido alcanzado, hacer otro corte igual en otra área hasta alcanzar el metal.
- Cortar un pedazo de cinta de adherencia de aproximadamente 75 mm de largo.

- Colocar el centro de la cinta sobre la rejilla formada por el corte y sus alrededores, dejando un extremo libre, después alisarla con el dedo. Luego frotar firmemente con el borrador del extremo de un lápiz para lograr un buen contacto.
- Esperar de 60 a 120 segundos después de la aplicación y retirar la cinta de la superficie halando rápidamente del extremo libre formando un ángulo de aproximadamente 180°.



Fig. 4.8 Desprendimiento de la cinta

Fuente: Imagen tomada en el Taller de PPM

- Inspeccionar el área de la rejilla para comprobar si hay remoción del recubrimiento del panel, comparar la cuadrícula resultante con las que se indican en la tabla 1, seleccionar la más parecida y calificar el porcentaje de adherencia entre los valores menores de 35 y 100 %.

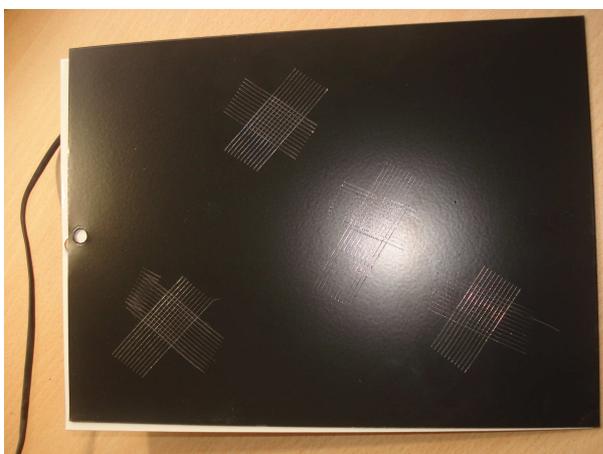


Fig. 4.9 Inspección final del ensayo de adherencia

Fuente: Imagen tomada en ATU INTERNACIONAL

Clasificación	Superficie de corte cruzado en la cual ha ocurrido desprendimiento (seis cortes paralelos) Adherencia	% Desprendimiento	%
5	Ninguno	100	0
4	95-100	0-5	
3	85-95	5-15	
2	65-85	15-35	
1	35-65	35-65	
0	Mayor de 65%	< 35	> 65

Tabla 4.1 Clasificación de los resultados del ensayo de adherencia

Fuente: Norma Inen 1006

4.6 PINTURAS Y PRODUCTOS AFINES DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA LLAMA (METODO COMPARATIVO). “INEN 1008”

4.6.1 OBJETO

Esta norma establece el método para determinar la resistencia a la llama de las pinturas.

4.6.2 APARATOS

- **Paneles de acero dulce doble desapado**, de forma cuadrada, de 200 mm de lado y de 0,86 mm de espesor.

- **Mecheros**

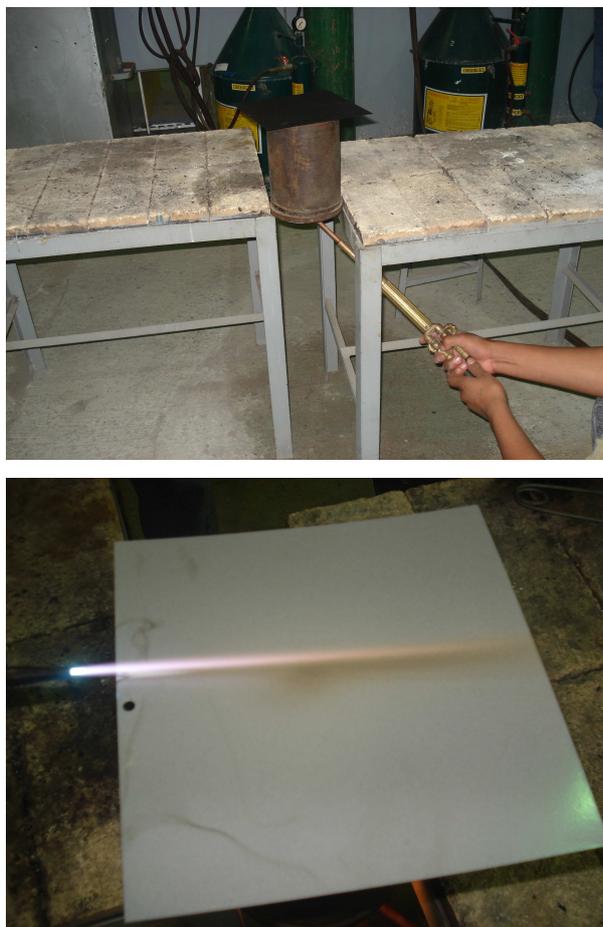


Fig. 4. 10 Implementos para el ensayo de resistencia a la llama

Fuente: Imagen tomada en el Taller de PPM

4.6.3 METODOS DE ENSAYO

- Sobre los paneles de las características puntualizadas en 2.1 se aplica a pincel una mano de la pintura en examen y una de la muestra tipo (ver nota 1); en cada uno de los paneles se deja secar 24 h, posteriormente se aplica una segunda mano en cada uno y se deja secar 72 h.
- Cada uno de dichos paneles se disponen sobre un trípode común de laboratorio en la forma indicada en la figura y se calienta durante un minuto con el mechero (a), con la abertura incolora de las característica establecidas en la figura 1.

- Al cumplir el minuto se inicia el calentamiento con el mechero b, de acuerdo con lo indicado en la figura 1, manteniendo esas condiciones durante un minuto.
- Durante dicho lapso se observa si de la película de la pintura en examen se desprenden vapores inflamables y si entra en combustión. Una vez frío se observa la película de pintura de los paneles comparativamente.

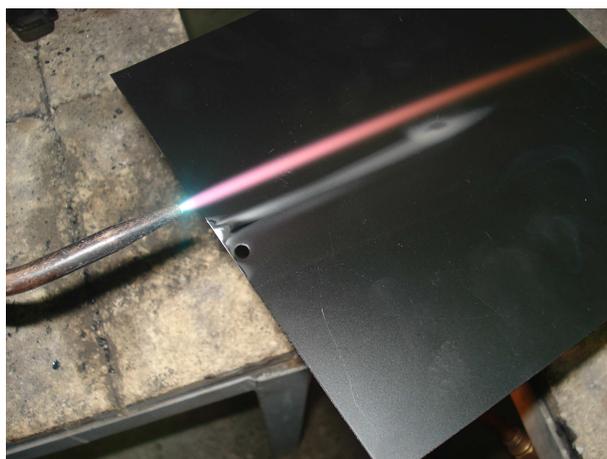


Fig. 4.11 Ejecución del ensayo de resistencia a la llama

Fuente: Imagen tomada en el Taller de PPM

4.7 ANÁLISIS Y CONTROL DE CALIDAD DE LA PRÁCTICA

De una forma resumida se describen a continuación los principales métodos de análisis para determinar la calidad de las pinturas en polvo.

4.7.1 DUREZA

El objetivo de esta prueba es comprobar la resistencia a la penetración de la película en polvo curada. El método empleado cumple con la norma INEN y se utilizan lápices con minas de los siguientes grados de dureza:

Blandos: 6B, 5B, 4B, 3B, 2B, B, HB, F.

Duros: H, 2H, 3H, 4H, 5H, 6H.

El lápiz de mina más dura que no raye la pintura indicará el grado de dureza; por ejemplo: Si el lápiz H no hiera la aplicación y el 2H la raya, la dureza se indicará así:



Fig. 4.12 Método empleado cumple con la norma INEN

Fuente: Imagen tomada en el Taller de PPM

4.7.2 ADHERENCIA

Este chequeo sirve para comprobar el grado de adhesión de la pintura al sustrato en espesores de película hasta 5 mils (125 micrones) y sirve para detectar fallas como: Deficiente preparación de superficie, sobrehorneo, excesivo espesor de capa y deficiencia en la composición de la pintura.

Para determinar la adherencia se deben tener presentes los siguientes requisitos: El espesor de capa y condiciones de horneado deben ser los especificados por el fabricante de recubrimiento en polvo.

La limpieza del sustrato debe ser óptima.

Las aplicaciones deben estar libres de defectos como: "Cáscara de naranja", agujeros, descascaramientos u otras irregularidades.



Fig. 4.13 visualización de la cuadrícula

Fuente: Imagen tomada en el Taller de PPM

4.7.3 FLEXIBILIDAD

La evaluación de esta propiedad permite medir la capacidad que tiene la pintura en polvo para resistir la distorsión en un mandril cilíndrico cónico, simulando un proceso maquinado.

La flexibilidad de las pinturas varía de acuerdo con su composición, preparación de superficie, espesor de capa, condiciones de horneado, y adherencia.



Fig. 4.14 Visualización de la platina doblada

Fuente: Imagen tomada en el Taller de PPM

4.7.4 RESISTENCIA AL IMPACTO

Se puede definir como la propiedad que poseen las películas de pinturas en polvo de soportar los impactos sin resquebrajarse. Esta característica es importante para los acabados que, después de aplicados deben someterse a maquinado severo., como troquelado por ejemplo.



Fig. 4.15 visualización de la platina impactada

Fuente: Imagen tomada en el Taller de PPM

4.7.5 RESISTENCIA A LA LLAMA

La evaluación de esta propiedad permite medir el tiempo de exposición directo al calor que tiene la pintura en polvo para su exposición a altas temperaturas como hornos de la línea blanca.



Fig. 4. 16 Visualización de la platina después del ensayo de resistencia a la llama

Fuente: Imagen tomada en el Taller de PPM

4. 8 HOJAS TECNICAS

ENSAYO No. 1	ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		HOJA No. 1 DE 1 HOJAS
REPORTE DE ENSAYOS			
PRODUCTO A ENSAYARSE: PROBETA DE ACERO LAMINADA EN FRÍO DE 190 X 115 X 0,8 mm APLICADA CON PINTURA POLIESTER NEGRO MATE		PLACA EPN 1	BAJO NORMA INEN 1001 INEN 1002 INEN 1005 INEN 1006 INEN 1008
SOLICITADO POR: TESIS DE GRADO			
ENSAYADO POR: CATAGÑA FERNANDO Y VILLA GRACE			
FECHA DE INICIO: 2008-04-10		FECHA DE TERMINACION: 2008-04-11	
EQUIPO: 1.- Kit de adherencia 4.- Tubo cilindrico 7.- Mechero 2.- Mandril conico 5.- Peso muerto de 1.816kg 3.- Medidor de espesor 6.- Juego de lapices			
TIPO DE ENSAYO	CARGA NORMAL	RESULTADO	OBSERVACIONES
MUESTRAS 1 AL 10			
ADHERENCIA	100% CUADRILA	PASA NORMA	LA ADEHERENCIA AL SUSTRATO ES PERFECTA (Anexo A)
DUREZA	2H	PASA LA NORMA	PROBETA RESISTENTE A LA RAYADURA (Anexo B)
FLEXIBILIDAD	32%	PASA LA NORMA	NO EXISTE RAJADURA DE LA PINTURA LA FLEXIBILIDAD ES DEL 100% (Anexo C)
IMPACTO	H = 0 M = 1.816kg	PASA LA NORMA	NO EXISTE DESPRENDIMIENTO (Anexo D)
RESISTENCIA A LA LLAMA	1min	PASA NORMA	LA PINTURA SE EVAPORA A 1min 7 seg (Anexo E)
CONCLUSIONES: Por los resultados obtenidos en los ensayos podemos concluir que la pintura poliester negro mate cumple Con los estandares que indican las normas			

ENSAYO No. 2	ESCUELA POLITECNICA NACIONAL REPORTE DE ENSAYOS		HOJA No. 1 DE 1 HOJAS
PRODUCTO A ENSAYARSE: PROBETA DE ACERO LAMINADA EN FRIO DE 190 X 115 X 0,8 mm APLICADA CON PINTURA EPOXI GRIS		PLACA EPN 1	BAJO NORMA INEN 1001 INEN 1002 INEN 1005 INEN 1006 INEN 1008
SOLICITADO POR: TESIS DE GRADO ENSAYADO POR: CATAGÑA FERNANDO Y VILLA GRACE FECHA DE INICIO: 2008-04-10 FECHA DE TERMINACION: 2008-04-11			
EQUIPO: 1.- Kit de adherencia 4.- Tubo cilindrico 7.- Mechero 2.- Mandril conico 5.- Peso muerto de 1.816kg 3.- Medidor de espesor 6.- Juego de lapices			
TIPO DE ENSAYO	CARGA NORMAL	RESULTADO	OBSERVACIONES
MUESTRAS 1 AL 10 ADHERENCIA DUREZA FLEXIBILIDAD IMPACTO RESISTENCIA A LA LLAMA	100% CUADRILA 2H 32% H = 0 M = 1.816kg 1min	PASA NORMA PASA LA NORMA PASA LA NORMA PASA LA NORMA NO PASA LA NORMA	LA ADEHERENCIA AL SUSTRATO ES PERFECTA (Anexo A) PROBETA RESISTENTE A LA RAYADURA (Anexo B) NO EXISTE RAJADURA DE LA PINTURA LA FLEXIBILIDAD ES DEL 100% (Anexo C) NO EXISTE DESPRENDIMIENTO (Anexo D) LA PINTURA SE EVAPORA AL LOS 9 seg (Anexo E)
CONCLUSIONES: Por los resultados obtenidos en los ensayos podemos concluir que la pintura epoxi gris cumple con los estandares que indican las normas excepto en lo que se refiere al ensayo de resistencia a la llama			

ENSAYO No. 3	ESCUELA POLITECNICA NACIONAL REPORTE DE ENSAYOS		HOJA No. 1 DE 1 HOJAS
PRODUCTO A ENSAYARSE: PROBETA DE ACERO LAMINADA EN FRIO DE 190 X 115 X 0,8 mm APLICADA CON PINTURA HIBRIDO PLATINUM		PLACA EPN 1	BAJO NORMA INEN 1001 INEN 1002 INEN 1005 INEN 1006 INEN 1008
SOLICITADO POR: TESIS DE GRADO ENSAYADO POR: CATAGÑA FERNANDO Y VILLA GRACE FECHA DE INICIO: 2008-04-10 FECHA DE TERMINACION: 2008-04-11			
EQUIPO: 1.- Kit de adherencia 4.- Tubo cilindrico 7.- Mechero 2.- Mandril conico 5.- Peso muerto de 1.816kg 3.- Medidor de espesor 6.- Juego de lapices			
TIPO DE ENSAYO	CARGA NORMAL	RESULTADO	OBSERVACIONES
MUESTRA DE 1 AL 10			
ADHERENCIA	100% CUADRILA	PASA NORMA	LA ADEHERENCIA AL SUSTRATO ES PERFECTA (Anexo A)
DUREZA	2H	PASA LA NORMA	PROBETA RESISTENTE A LA RAYADURA (Anexo B)
FLEXIBILIDAD	32%	PASA LA NORMA	NO EXISTE RAJADURA DE LA PINTURA LA FLEXIBILIDAD ES DEL 100% (Anexo C)
IMPACTO	H = 0 M = 1.816kg	PASA LA NORMA	NO EXISTE DESPRENDIMIENTO (Anexo D)
RESISTENCIA A LA LLAMA	1min	PASA LA NORMA	LA PINTURA SE EVAPORA A 1min 36 seg (Anexo E)
CONCLUSIONES: Por los resultados obtenidos en los ensayos podemos concluir que la pintura hibrida platinum cumple Con los estandares que indican las normas			

4.9 CONCLUSIONES

La pintura en polvo es la tecnología de revestimientos de mayor crecimiento en el mundo, es un método moderno de obtención de revestimientos decorativos y protectores para usar en gran variedad de superficies.

La pintura en polvo es muy versátil en cuanto a la implementación de líneas continuas de pintado, (metal, maderas, vidrio, plástico, etc).

La naturaleza de la partícula de pintura influye sobre la posibilidad de obtener la carga máxima. Primero la partícula debe ser capaz de aceptar la carga máxima que pasa a través de la nube de iones. El grado de aceptación esta relacionado directamente con la conductividad eléctrica.

La obtención del recubrimiento de la pintura en polvo depende de que la partícula tenga una carga eléctrica. Asimismo, la carga de la partícula tiene una gran influencia sobre la manera como la pintura se deposita y la velocidad de formación de película.

Los componentes de un sistema de recubrimiento en polvo son inofensivos si se mantiene una operación segura.

El manejo apropiado de cada componente asegura un ambiente libre de riesgos y máxima productividad.

Existe una gran variedad de pinturas en polvo y cada una posee sus propias características. La aplicación puede ser electrostática o de lecho fluidizado. Los sistemas de recuperación y auxiliares varían según el proveedor la preparación de superficie, los equipos y los productos químicos que se emplean varían también según el proveedor.

La mayoría de los problemas que se presentan durante la aplicación de pinturas en polvo se pueden evitar con un proceso bien controlado y supervisado dando especial cuidado en las zonas o etapas críticas eliminando una multitud de dificultades.

- El suministro de aire comprimido y seco
- La pintura en polvo recuperada, limpia y tamizada.
- Las piezas y equipos bien conectados a tierra.
- El aire de la cabina de aplicación con la humedad controlada.
- Las partes desgastadas de los equipos reemplazados oportunamente.
- El equipo de aplicación en buen estado.
- Los equipos instalados y operadores según las instrucciones del fabricante.
- La pintura en polvo aplicada según las indicaciones de las hojas técnicas suministrados por el fabricante.
- Un programa regular de mantenimiento preventivo.
- Un almacenamiento cuidadoso de los productos.

Si se cumplen todos estos parámetros de seguro obtendremos un ambiente seguro de trabajo y sobre todo mas agradable, un menor riesgo de explosión o incendio y sobre todo un recubrimiento que garantice una mayor calidad.

4.10 RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar terminaciones texturadas o mate. La pintura, para los espesores de 50 a 60 micras, copia la base metálica. Por lo tanto si se aplica una terminación brillante las imperfecciones se destacan. El diseño texturado o la ausencia de brillo permite disimular el estado de la base.
- Cuando se especifica un producto para intemperie se debe evitar elegir terminaciones texturadas. La protección por barrera de los texturados es menor que las pinturas lisas debido al bajo espesor de pintura en los valles. Por otra parte la suciedad acumulada en los valles no es lavada por la lluvia. Las terminaciones microtexturadas poliéster, sí son aptas para exteriores.
- Las pinturas con efectos especiales metalizados resisten mejor la abrasión y la humedad si se las protege con una segunda capa de pintura en polvo transparente.
- Los híbridos contienen resina epoxi. La resina epoxi se amarillea con la temperatura y algunas radiaciones. Las piezas expuestas a la intemperie sufren la agresión de las radiaciones UV por eso se pintan con poliéster-TGIC o alternativas. Sin embargo hay numerosos casos como luminarias, cocinas eléctricas, estufas, etc que si bien no están a la intemperie tienen exigencias especiales de calor y radiaciones. Se recomienda consultar al proveedor de pintura en polvo para seleccionar el producto.
- Se recomienda tener en cuenta las particularidades de la aplicación electrostática para tener el mínimo de zonas "difíciles".
- La pintura en polvo se aplica para proteger la pieza pintada. En el diseño e instalación de la pieza se recomienda tener en cuenta algunas consideraciones. Los distintos materiales se pintan por separado y luego se ensamblan. El contacto del aluminio con cobre, plomo o acero debe ser

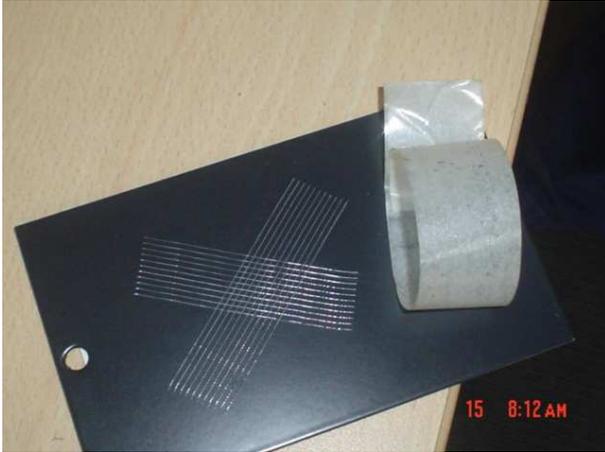
evitado porque los pares galvánicos generan corrosión. Asimismo ciertos tipos de madera en contacto con aluminio no son recomendables. En el caso de maderas tratadas hay que controlar que no tengan sales de cobre, de plata o fluoruros. El aluminio en contacto con materiales de construcción alcalinos sufre un manchado en la superficie que promueve la corrosión.

- El tiempo de horneado es fijo para cada carga o para cada velocidad y la temperatura que alcanza cada pieza depende de la masa de metal. Para que las condiciones sean uniformes se recomienda armar cada carga con piezas de masa semejante pues de lo contrario, las piezas más livianas corren riesgo de amarilleo en los colores claros porque sufren sobre horneado.
- Es muy importante que la superficie a pintar llegue rápidamente a la temperatura especificada. El polvo aplicado sufre cambios, una vez que se los somete al calor.
- La pintura funde a una temperatura próxima a los 100°C y su viscosidad disminuye con el aumento de la temperatura. Para que fluya adecuadamente, es imprescindible aumentar la temperatura rápidamente. Si se mantiene baja se producirán efectos, como en las terminaciones lisas se obtendrá una película con mucha piel de naranja y en las terminaciones texturadas es posible que no se logre un dibujo satisfactorio
- Las diferencias de temperatura en el horno no pueden ser mayores a los 10°C. De no ser así en las pinturas mate y semimate, aparecen manchas de diferentes tonalidades. Para las poliéster puras, si el horno además de tener diferencias mayores a 10°C, carece de buena circulación de aire es imprescindible trabajar a menos de 210°C para evitar manchas. En estos casos se baja la temperatura a 200°C y se aumenta el tiempo hasta verificar que se logre el curado.

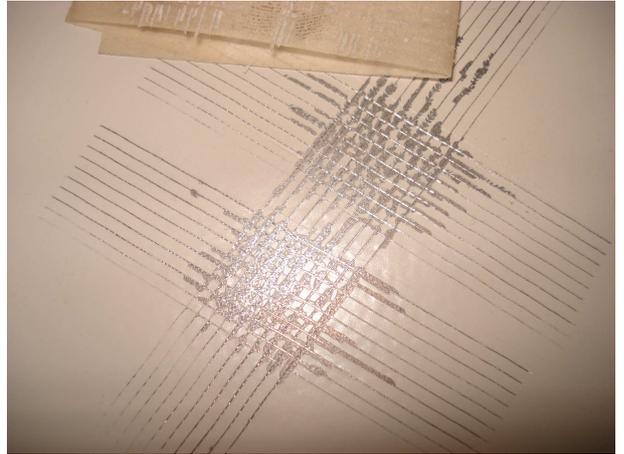
ANEXOS

Anexo A

ADHERENCIA



PASA LA NORMA



NO PASA LA NORMA

Anexo B

DUREZA



PASA LA NORMA



NO PASA LA NORMA

Anexo C

FLEXIBILIDAD



PASA LA NORMA



NO PASA LA NORMA

Anexo D

IMPACTO



PASA LA NORMA



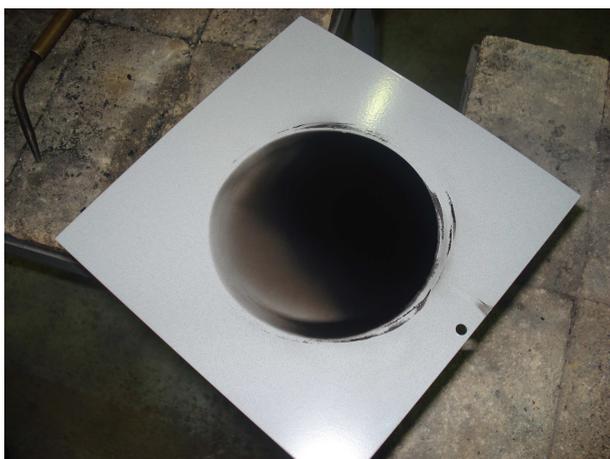
NO PASA LA NORMA

Anexo E

RESISTENCIA A LA LLAMA (METODO COMAPARATIVO)



PINTURA POLIESTER BUENA



PINTURA HIBRIDA REGULAR



PINTURA EPOXI MALA

Anexo F

FORMATO DE HOJAS TECNICAS

ENSAYO No.	ESCUELA POLITECNICA NACIONAL REPORTE DE ENSAYOS	HOJA No. DE __ HOJAS	
PRODUCTO A ENSAYARSE:	CODIGO PLACA EPN 1	BAJO NORMA	
SOLICITADO POR: ENSAYADO POR: FECHA DE INICIO:	FECHA DE TERMINACION:		
EQUIPO:			
TIPO DE ENSAYO	CARGA NORMAL	RESULTADO	OBSERVACIONES
CONCLUSIONES:			

ANEXO G
NORMAS
INEN

CDU 667.613



QU 04.05-302

<p>Norma Ecuatoriana</p>	<p>PINTURAS Y PRODUCTOS AFINES. DETERMINACION DE LA DUREZA DE PELICULA METODO DEL LAPIZ.</p>	<p>INEN 1001 1983-04</p>
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el método de ensayo para determinar la dureza de películas, igualmente la resistencia de la película a la ruptura y al rasgado combinado con la adherencia de la película al sustrato.</p> <p style="text-align: center;">2. METODOS DE ENSAYO</p> <p>2.1 Resumen. El lápiz o mina de lápices se pasa por la superficie hasta cuando uno de estos rompa la película de pintura</p> <p>2.2 Aparatos</p> <p>2.2.1 Un juego de lápices de dibujo o minas de lápices con dureza de 7 B hasta B, HB, F y H son considerados estandar.</p> <p>2.3 Preparación de la muestra</p> <p>2.3.1 Se prepara un panel de vidrio o una lámina de acero laminada enfrió, cuyas dimensiones son 190 x 115 x 0,8 mm, previamente limpiado con un disolvente apropiado. El espesor de película seca debe ser de 25,4 μm.</p> <p>2.4 Procedimiento</p> <p>2.4.1 Tajar los lápices removiendo la madera de la mina desnuda, de modo que se extiendo 6 mm fuera de la madera. Debe tenerse cuidado de no raspar el borde de la mina. Lijar Luego el extremo de la mina perpendicularmente a su eje hasta que esté plano, liso y de sección circular.</p> <p>2.4.2 El lápiz se sostiene firmemente a un ángulo de 45° y se empuja sobre la película en dirección contraria del probador. Mientras el Lápiz es empujado sobre la película de pintura, debe aplicarse suficiente presión hacia abajo para cortar la película hasta el sustrato o hasta aplastar el borde agudo del lápiz. La estría debe tener un mínimo de 6 mm de largo. El proceso se repite usando sucesivamente lápices de diferente dureza, hasta encontrar el lápiz más duro que no produzca estría en la película. La dureza de este lápiz expresa la dureza de la película. Al efectuar la prueba, si el borde agudo de la mina se repone o se aplasta, deberá afilarse nuevamente.</p> <p>2.5 Informe de resultados</p> <p>2.5.1 La dureza se reporta como aquella comprendida entre la del primer lápiz que rompe la película y el inmediato anterior.</p> <p>2.5.1.1 El informe deberá tener:</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		

Instituto Ecuatoriano de Normatización, INEN, Casilla 3999 - Baquerizo 454 y Ave. 6 de Diciembre - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

INEN 1 001

2.5.12 Dureza de la pintura,

2.5.13 Fecha del ensayo.

2.5.1.4 Número de ensayos.

2-5.1.5 Identificación del producto, muestra y fabricante.

2.5.1.6 Nombre del analista

APENDICE Z**Z.1 NORMAS A CONSULTAR**

INEN 1 006 *Pinturas y productos afines. Determinación de la adherencia.*

INEN 1 010 *Pinturas y productos afines. Determinación del poder cubritivo. Método del criptómetro.*

INEN 1 011 *Pinturas y productos afines. Determinación de los tiempos de secamiento.*

INEN 1 012 *Pinturas y productos afines. Determinación del espesor de película seca. Mediante el micrómetro.*

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma ASTM D 1474 - 68. *Identification Hardnees of organic coatings.* American Society for Testing and Materials. Filadelfia, 1970. part 21.



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1 002:96
Primera revisión

PINTURAS Y PRODUCTOS AFINES. DETERMINACIÓN DE LA FLEXIBILIDAD MEDIANTE MANDRILES CÓNICOS.

Primera Edición

PAINTS AND RELATED PRODUCTS. DETERMINATION OF FLEXIBILITY BY MEANS OF CONIC MANDREL.

First Edition

DESCRIPTORES: Pinturas, productos afines, recubrimientos, método de ensayo, flexibilidad.
QU 04.05-303
CDU: 667.613
CIU: 3521
ICS: 87.040

CDU: 667.613
ICS: 87.040

CIU: 3521
QU 04.05.303

**Norma Técnica
Ecuatoriana
Voluntaria**

**PINTURAS Y PRODUCTOS AFINES.
DETERMINACIÓN DE LA FLEXIBILIDAD MEDIANTE
MANDRILES CÓNICOS.**

**NTE INEN
1 002:96
Primera revisión
1998-05**

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece el método para determinar la flexibilidad y elasticidad de una película de pintura seca aplicada sobre un panel de ensayo que se somete a doblado sobre mandriles cónicos. El ensayo de flexibilidad de pinturas sobre mandril se practica según dos métodos.

- a) Doblado alrededor de mandriles cilíndricos de distintos diámetros.
- b) Doblado alrededor de mandril cónico con radio de curva progresivo.

2. MÉTODO DE ENSAYO

2.1 Resumen.

2.1.1 Preparar un panel con la pintura que debe ensayarse. Colocar en el aparato de mandriles cónicos y proceder a doblarlos.

2.2 Equipos

2.2.1 Mandril cónico con radio de curvatura progresivo. Consiste en un cono truncado, rectificado y de acero. Tiene 203 mm de longitud con un diámetro de 3 mm en un extremo y 38 mm de diámetro en el otro. Está sujeto con un soporte montado sobre una placa de base maciza de acero. Esta placa tiene cuatro agujeros para atornillar el aparato a la mesa de trabajo. A un costado del mandril paralelo a la generatriz del cono se encuentra el dispositivo de sujeción de las chapas de ensayo que se compone de una placa con tuercas de mariposa y un tope. El arco doblador, con palanca de mano y presa paneles, está sujeto en el eje del cono.

2.2.2 Se utilizan láminas de acero cuyas dimensiones son de aproximadamente 190 mm x 115 mm x 0,8 mm o 290 mm x 115 mm x 0,8 mm. El espesor de la película seca en una de las caras del panel puede ser de 25,4 µm o a convenirse entre las partes.

2.3 Procedimiento

2.3.1 La determinación debe realizarse por duplicado

2.3.2 El recubrimiento aplicado sobre el panel debe tener un espesor uniforme y estar curado.

2.3.3 Colocar el rodillo del aparato de modo que el mango del mismo se ubique frente al operador en una posición horizontal.

2.3.4 Colocar el panel con la superficie pintada hacia afuera en el canal del aparato, insertar un papel entre la superficie pintada y el rodillo del aparato.

2.3.5 Ajustar el panel mediante las tuercas tipo mariposa de modo que el borde del panel esté alineado con el extremo más delgado del mandril cónico.

2.3.6 Levantar el mango del rodillo a una velocidad uniforme, girar 180° a fin de doblar el panel aproximadamente 135°, en un tiempo de 15 segundos.

DESCRIPTORES: pinturas, productos afines, recubrimientos, método de ensayo, flexibilidad.

2.3.7 Examinar la superficie doblada del panel a simple vista y observar si se encuentran rajaduras en la superficie recubierta.

2.3.8 Determinar y señalar, la rajadura más alejada del extremo pequeño del mandril, indicando la distancia en centímetros a dicho extremo. Esta distancia es usada para calcular la flexibilidad.

2.3.9 Para retirar el panel, retornar el mango del rodillo a su posición inicial, aflojar las tuercas y levantar el panel del mandril cónico.

2.4 Cálculos

2.4.1 Determinar la flexibilidad del acabado desde las coordenadas de la curva indicada en la figura 1. Esta curva representa la relación entre el porcentaje de flexibilidad y el diámetro del mandril cónico para un espesor de 25 µm de recubrimiento. La relación entre la distancia a lo largo del mandril cónico y el correspondiente diámetro ha sido también trazada en esta curva.

2.4.2 Ajustar el valor obtenido del porcentaje de flexibilidad de la figura 1 para el espesor del recubrimiento añadiendo el factor de corrección obtenido de la figura 2.

2.4.3 Ejemplo: Suponga que la distancia entre el extremo pequeño del mandril y la rajadura más alejada de este extremo es de 75 mm. En la figura 1, determine el porcentaje de flexibilidad para esta distancia, siendo en este ejemplo 5,2 %. Para corregir el valor obtenido debido al espesor del recubrimiento utilice la figura 2. Para la distancia de 75 mm la corrección por 25 µm de espesor de recubrimiento es 0,3 %. Si en el ejemplo el espesor es de 50 mm, el porcentaje de flexibilidad es de $5,2 + (2 \times 0,3) = 5,8$ %.

2.5 Informe de resultados

2.5.1 En el informe de resultados debe indicarse:

2.5.1.1 El valor de flexibilidad como porcentaje con aproximación de una cifra decimal.

2.5.1.2 Tipo, número de la muestra o cualquier otra indicación que la identifique.

2.5.1.3 NTE INEN de referencia.

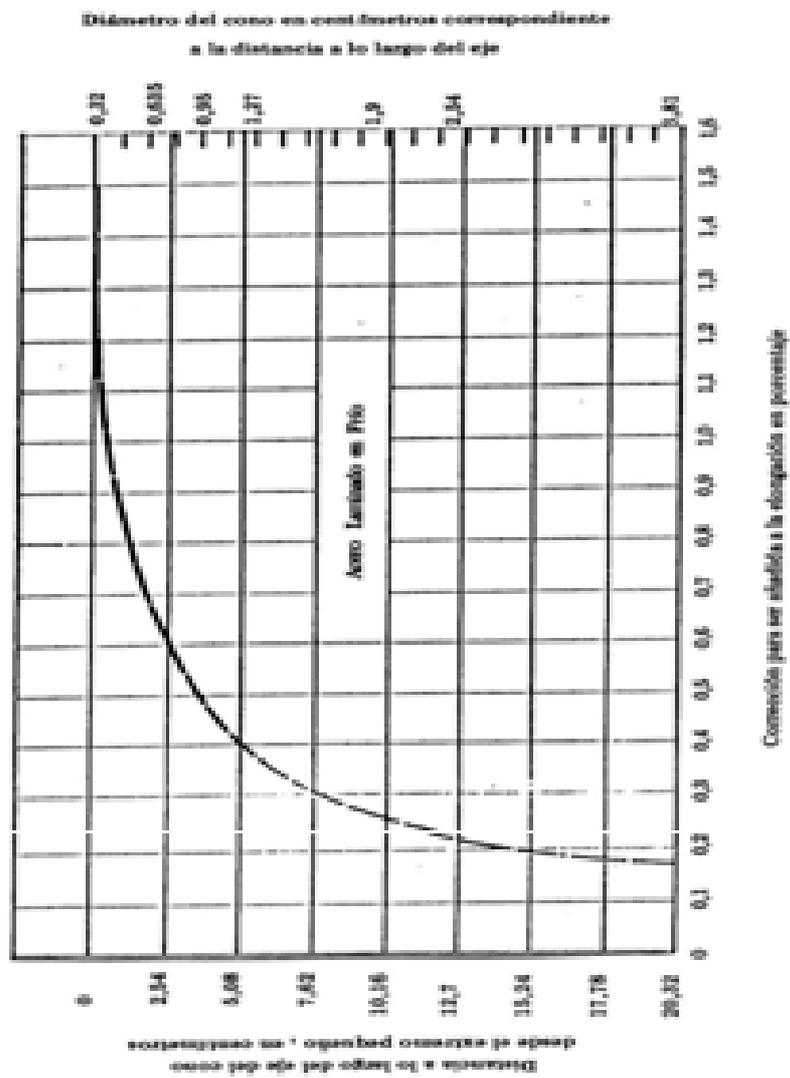
2.5.1.4 Fecha de muestreo y ensayo.

2.5.1.5 Debe mencionarse, además cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

2.5.1.6 Deben incluirse todos los detalles para la completa identificación de la muestra.

FIGURA 1. Distancia a lo largo del cono y tamaño del mandril correspondiente versus el porcentaje de elongación

FIGURA 2. Corrección para espesor de la película



APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Esta norma no requiere de otras para su aplicación.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma ASTM D 522 Standard *Test Method Mandrel Bend Test of Attached Organic Coatings*. American Society for Testing and Materials, Philadelphia. 1 995.

**INFORMACIÓN
COMPLEMENTARIA**

**TITULO: PINTURAS Y
PRODUCTOS AFINES.
DETERMINACIÓN DE LA
FLEXIBILIDAD MEDIANTE
MANDRILES CÓNICOS.**

**Código:
QU 04.05-303**

REVISIÓN:

Fecha de iniciación del estudio: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 1983-04-21
Oficialización por Acuerdo No. 599 de 1983-12-08
publicado en el Registro oficial No. 650 De 1983-12-29

Fecha de iniciación del estudio: 1995-01-16

Fechas de consulta pública: de a

Subcomité Técnico: PINTURAS
Fecha de iniciación: 1995-04-06
Integrantes del Subcomité Técnico:

Fecha de aprobación: 1995-04-06

NOMBRES:

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

Ing. Alberto Corredor (Presidente)
Ing. Edison Bohórquez
Ing. Marco Rosales
Dra. Ana Lucía Toro
Dr. Byron Cajas
Ing. Hugo Salazar
Ing. Héctor Benítez
Quim. Ind. Juan Méndez
Ing. Samuel Sánchez
Ing. Juan Elizalde
Ing. Rocío Ampuero
Ing. Luis Espín
Ing. María Betancourt
Ing. María Jarrín
Dr. Luis Guevara
Dr. Rodrigo Páez
Ing. Franklin Bayas
Ing. Trajano Ramírez
Ing. Pedro Villacís
Ing. César Alvarado
Dr. Washington Núñez
Arq. Fernando Bajaña
Eco. Edwin Fierro
Ing. Rodrigo Rodríguez
Ing. Milton Avilés
Ing. Rosa Yépez
Ing. Rita Nenger
Ing. César Jara (Secretario Técnico)

PINTURAS UNIDAS
PINTURAS CÓNDOR
PINTURAS CÓNDOR
PINTURAS CÓNDOR
PINTURAS CÓNDOR
PINTURAS WESCO
PINTURAS SHERWIN WILLIAMS
PINTURAS SUPERIOR
PINTUQUIMICA
PINTURAS ECUATORIANAS GLIDDEN
PINTURAS HEMPEL
DELTA QUÍMICOS
ULTRAQUIMICA
ULTRAQUIMICA
ESPOCH
CHOVA DEL ECUADOR S. A.
CHOVA DEL ECUADOR S. A.
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
INGENIERÍA QUÍMICA - U. CENTRAL
INGENIERÍA QUÍMICA - U. CENTRAL
CIENCIAS QUÍMICAS - U. CENTRAL
IESS
MICIP
MICIP
MICIP
CENDES
CENAPIA
INEN

Otros trámites:

CARÁCTER: Se recomienda su aprobación como: OBLIGATORIA

Aprobación por Consejo Directivo en sesión de
1998-03-18 como: Voluntaria

Oficializada como: Voluntaria
Por Acuerdo Ministerial No. 255 De 1998-05-15
Registro Oficial No. 325 De 1998-05-26

Norma Ecuatoriana	PINTURAS Y PRODUCTOS AFINES. DETERMINACION DEL IMPACTO DIRECTO E INVERSO	INEN 1005 1983-04
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el método de ensayo para determinar los efectos de la prueba de impacto directo e inverso en pinturas y productos afines.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Impacto directo o cóncavo. Este método nos permite determinar cuando se efectúa directamente sobre la superficie del panel que tiene la película de pintura seca, la resistencia al impacto y la fuerza de adhesión de dicha película.</p> <p>2.2 Impacto inverso o convexo. Si la prueba se efectúa del lado del panel que no tiene la película de pintura, determinará por este método la elasticidad o habilidad de elongación de la película alrededor de la protuberancia hecha por el instrumento bajo las condiciones del impacto.</p> <p style="text-align: center;">3. METODOS DE ENSAYO</p> <p>3.1 Equipo</p> <p>3.1.1 <i>Equipo para prueba de impacto.</i> Este consiste en un soporte circular que sostiene el panel. Un tubo cilíndrico hueco que tiene una escala en centímetros, que va de 0 a 203,2 cm. El tubo cilíndrico que contiene un peso muerto de 1,816 kg puede dejarse caer a la altura deseada, de acuerdo a la escala especificada anteriormente.</p> <p>3.1.2 <i>Panel.</i> Se utiliza un panel laminado en frío, un milímetro de espesor (1 mm) y un espesor de película de pintura seca de 25,4 a 38,1 μm.</p> <p>3.1.3 <i>Soportes circulares.</i> Los soportes circulares pueden ser de varios diámetros; para la prueba se puede escoger de acuerdo al tamaño de la abertura deseado.</p> <p>3.2 Procedimiento</p> <p>3.2.1 Para efectuar la prueba de impacto directo, colocar el panel perpendicular al tubo cilíndrico que contiene el peso muerto. Levantar este peso hasta la altura deseada y dejar caer libremente. Para la prueba de impacto inverso, seguir el mismo procedimiento. Hacer varias pruebas y reportar los resultados.</p> <p>3.3 Cálculos. Para calcular la fuerza del impacto, se emplea la siguiente ecuación:</p> $I = M \cdot d$ <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		

Donde:

- I = impacto en kg. cm.
- M = peso muerto, en kilogramos.
- d = altura en centímetros.

3.4 Informe de resultados

3.4.1 *El informe de resultados debe tener:*

- fecha de ensayo;
- Identificación de la muestra;
- Número de ensayos realizados;
- Impacto directo o inverso en kg. cm.;
- alturas empleadas;
- razón social o nombre del fabricante.

APENDICE Z**Z.1 NORMAS A CONSULTAR**

INEN 1 002 *Flexibilidad mediante mandriles cónicos.*

INEN 1 004 *Pinturas y productos afines. Determinación de la elongación. Métodos de mandriles cilíndricos.*

INEN 1 006 *Pinturas y productos afines. Determinación de la adherencia.*

INEN 1 011 *Pinturas y productos afines. Determinación de los tiempos de secamiento.*

INEN 1 012 *Pinturas y productos afines. Determinación del espesor de eplícula seca.*

Z.2 BASES DE ESTUDIO

NORMAS ASTM parte 21. *Paint, varnish, lacquer and related products and applied coatings.*
American Society for Testing and Materials. Filadelfia, 1970.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento:

NTE INEN 1005 ORIGINAL: **TITULO: PINTURAS. Y PRODUCTOS AFINES. Código: QU 04.05-306**
DETERMINACIÓN DEL IMPACTO DIRECTO E INVERSO

REVISIÓN:

Fecha de iniciación del estudio: 1980-10-22
Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo
Oficialización con el Carácter de
Por Acuerdo No. de
Publicado en el Registro Oficial No. de
Fecha de iniciación del estudio:

Fechas de consulta pública: de 1981-01-16 a 1981-03-01

Subcomité Técnico: QU 04.05 PINTURAS

Fecha de iniciación:

Fecha de aprobación: 1981-10-19

Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

Ing. Kleber Machado
Ing. Iván Navarrete
Ing. Juan Morales
Ing. Marco Dávila
Ing. Luis Espín
Ing. Samuel Sánchez
Ing. Aníbal Gordillo
Ing. Juan Enríquez
Dr. José Hazins
Ing. Edwin Acosta
Arq. Manuel Cartagena
Dr. Jaime Ortega
Ing. Gustavo Cedeño
Ing. Manuel Torres
Dr. Sixto Aguirre
Mayor Edmundo Egas
Teniente Edgar Trujillo
Dr. Víctor Correa
Ing. Alfonso Vega
Dr. Kurt Freund

Ing. Enrique Díaz
Ing. Rómulo Mejía
Ing. Manuel Verde
Ing. Marcos Yáñez

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

UNIVERSIDAD CENTRAL
INSOTEC
INSOTEC
AYMESA
PINTURAS CONDOR
PINTURAS WESCO
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
ULTRA QUIMICA CIA. LTDA.
ESCUELA POLITECNICA NACIONAL (IIT)
COLEGIO DE ARQUITECTOS
IESS (DIVISIÓN RIESGOS DE TRABAJO)
IESS (DIVISIÓN RIESGOS DE TRABAJO)
PINTURAS SUPERIOR
PINTURAS UNIDAS
DIRECCIÓN NACIONAL DE TRANSITO
DIRECCIÓN NACIONAL DE TRANSITO
PINTURAS CONDOR
PINTURAS ARCO IRIS
ASOCIACION DE FABRICANTES DE
PINTURAS Y RESINAS
PINTURAS HEMPEL
ECASA
PINTURAS UNIDAS
INEN

Otros trámites:

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 1983-04-21

Oficializada como: OPCIONAL
Registro Oficial No. 650 de 1983-12-29

Por Acuerdo Ministerial No. 596 de 1983-12-08



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1 006:98
Primera revisión

PINTURAS Y PRODUCTOS AFINES. DETERMINACIÓN DE ADHERENCIA MEDIANTE PRUEBA DE LA CINTA.

Primera Edición

PAINTS AND RELATED PRODUCTS. DETERMINATION OF ADHESION BY MEANS OF RIBBON TEST.

First Edition

DESCRIPTORES: Pinturas, productos afines, método de ensayo, adherencia.
QU 04.05-307
CDU: 667.613
CIU: 3521
ICS: 87.040

CDU: 667.613
ICS: 87.040

CIIU: 3521
QU 04.05.307

Norma Técnica
Ecuatoriana
Voluntaria

PINTURAS Y PRODUCTOS AFINES.
DETERMINACIÓN DE ADHERENCIA MEDIANTE PRUEBA
DE LA CINTA.

NTEINEN
1006:98
Primera revisión
1998-05

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los métodos para determinar la adherencia de películas de recubrimientos de pinturas y productos afines aplicados sobre paneles metálicos o superficies recomendadas, mediante la aplicación y remoción de una cinta sensible a la presión, sobre cortes realizados en la película.

2. MÉTODOS DE ENSAYO

2.1 Método de la cuadrícula

2.1.1 Equipos

2.1.1.1 Aparato de corte con cuchilla de dientes múltiples para corte cruzado (con 6 u 11 dientes).

2.1.1.2 Cinta adhesiva de 25,4 mm de ancho semitransparente sensible a la presión (ver nota 1).

2.1.1.3 Borrador de caucho colocado en el extremo de un lápiz

2.1.1.4 Una fuente de luz útil para determinar si los cortes han sido hechos a través de la película seca hasta el panel.

2.1.1.5 Cepillo de cerdas plásticas

2.1.1.6 Panel metálico o superficie recomendada de acuerdo al tipo de pintura.

2.1.2 Procedimiento

2.1.2.1 Seleccionar un área libre de manchas e imperfecciones.

2.1.2.2 Asegurar que la superficie esté limpia y seca (valores extremos de temperatura y humedad relativa pueden afectar la adherencia de la cinta).

2.1.2.3 Colocar el panel sobre una base firme y hacer cortes cruzados usando el aparato de corte con cuchilla de dientes múltiples.

2.1.2.4 Para recubrimientos que tengan hasta 50 micrómetros de espesor de película seca, usar la cuchilla que tenga 11 dientes y 1 mm de separación entre dientes y realizar el corte.

2.1.2.5 Para recubrimientos que tengan un espesor de película seca entre 50 micrómetros y 125 micrómetros, usar una cuchilla que tenga 6 dientes y 2 mm de separación entre dientes y realizar el corte.

2.1.2.6 Hacer los cortes en el recubrimiento con un movimiento firme y presión suficiente para que el borde cortante alcance el panel.

2.1.2.7 Revisar los bordes cortantes de las cuchillas y si es necesario limpiarlos, hacer entonces los cortes adicionales a 90° y centrados en los cortes anteriores .

NOTA 1. Se recomienda la cinta Permacel No 99 o equivalente.

DESCRIPTORES: Pinturas, productos afines, método de ensayo, adherencia.

2.1.2.8 Proceder a limpiar con el cepillo el área de los cortes para remover cualquier residuo de recubrimiento levantado. Si el metal no ha sido alcanzado, hacer otro corte igual en otra área hasta alcanzar el metal.

2.1.2.9 Cortar un pedazo de cinta de adherencia de aproximadamente 75 mm de largo.

2.1.2.10 Colocar el centro de la cinta sobre la rejilla formada por el corte y sus alrededores, dejando un extremo libre, después alisarla con el dedo. Luego frotar firmemente con el borrador del extremo de un lápiz para lograr un buen contacto.

2.1.2.11 Esperar de 60 a 120 segundos después de la aplicación y retirar la cinta de la superficie halando rápidamente del extremo libre formando un ángulo de aproximadamente 180°.

2.1.2.12 Inspeccionar el área de la rejilla para comprobar si hay remoción del recubrimiento del panel, comparar la cuadrícula resultante con las que se indican en la tabla 1, seleccionar la más parecida y calificar el porcentaje de adherencia entre los valores menores de 35 y 100 %.

TABLA 1. Clasificación de los resultados del ensayo de adherencia

Clasificación	Superficie de corte cruzado en la cual ha ocurrido desprendimiento (seis cortes paralelos)	Adherencia %	Desprendimiento %	Criterio
5	Ninguno	100	0	Ningún desprendimiento
4		95-100	0-5	El desprendimiento es en los ángulos de los cuadrados.
3		85-95	5-15	El desprendimiento es a lo largo de los bordes y en las intersecciones de los cortes.
2		65-85	15-35	El desprendimiento es a lo largo de los bordes y parte del área de los cuadrados
1		35-65	35-65	El desprendimiento es a lo largo de los bordes y en todo el cuadrado.
0	Mayor de 65%	< 35	> 65	El desprendimiento es mayor que en el grado 1.

2.1.2.13 Repetir el ensayo en otro sitio de cada panel de prueba.

2.1.3 Errores de método

2.1.3.1 Los siguientes criterios deben ser usados para evaluar la aceptabilidad de los resultados con un nivel de confianza del 95%.

- a) Repetibilidad. Los resultados obtenidos por el mismo operador deben ser considerados dudosos si difieren en más de un rango para los dos ensayos.
- b) Reproducibilidad. Dos resultados obtenidos por diferentes operadores deben ser considerados dudosos si difieren en más de dos rangos para los ensayos.

2.1.4 Informe de resultados

2.1.4.1 En el informe de resultados debe indicarse:

- a) El número de ensayos y su valor promedio.
- b) Para el caso de sistemas de recubrimientos indicar en donde se observó la falta de adherencia, por ejemplo, entre el primer recubrimiento y el panel, entre el primer y segundo recubrimiento, etc.
- c) El panel empleado.
- d) El tipo de recubrimiento y el método de curado.
- e) NTE INEN de referencia.
- f) Fecha de muestreo y ensayo.

2.2 Método del corte en X

2.2.1 Este método se aplica para espesores de película seca mayores a 125 micrómetros.

2.2.2 Equipo

2.2.2.1 Similares a los indicados en el método de la cuadrícula.

2.2.2.2 Escalpelo, cuchillo u otro elemento de corte.

2.2.3 Procedimiento

2.2.3.1 Seleccionar un área libre de defectos e imperfecciones. La superficie debe estar limpia y seca. Condiciones extremas de temperatura o humedad relativa pueden afectar la adherencia de la cinta o la pintura.

2.2.3.2 Hacer dos cortes en la película seca de pintura, de aproximadamente 40 mm de largo cada uno, que intersectan cerca de sus mitades con un ángulo comprendido entre 30 y 45°. Cuando se hagan las incisiones se debe usar una guía de corte y atravesar la película hasta llegar al panel con un movimiento firme.

2.2.3.3 Inspeccionar las incisiones por reflexión de la luz sobre el panel para establecer que la película de pintura ha sido penetrada. Si el panel no ha sido alcanzado se repite el procedimiento en un lugar diferente. No se debe profundizar un corte previo, porque esto puede afectar la adherencia a lo largo de la incisión.

2.2.3.4 Cortar un pedazo de cinta de adherencia de aproximadamente 75 mm de largo.

2.2.3.5 Colocar el centro de la cinta en la intersección de los cortes pasándola en la misma dirección de los ángulos comprendidos entre 30 y 45°. Alisar la cinta en el área de la incisión con el dedo y luego frotar firmemente con el borrador del extremo de un lápiz cuidando de que quede bien adherida; el color bajo la cinta adhesiva es una indicación útil de cuando se hace un buen contacto.

2.2.3.6 Esperar de 60 a 120 segundos después de la aplicación y retirar la cinta de la superficie halando rápidamente del extremo libre formando un ángulo de aproximadamente 180°.

2.2.3.7 Inspeccionar la remoción de pintura en el área del corte en X.

2.2.3.8 Clasificar la adherencia de acuerdo a la escala que se indica en la tabla 2.

TABLA 2. Clasificación de la adherencia

Clasificación	Criterio	Adherencia %
5A	No existe remoción de la película o peladuras	100
4A	Trazas de peladuras o remoción a lo largo de las incisiones	95-100
3A	Remoción dentada de 1,6 mm a lo largo de la parte superior de las incisiones sobre cada lado	85-95
2A	Remoción dentada de 3,2 mm a lo largo de la parte superior de las incisiones sobre cada lado	65-85
1A	Remoción del área de la X cubierta por la cinta	35-65
0A	Remoción más allá del área de la X	> 65

2.2.3.9 *Repetir el ensayo en otro sitio del panel de prueba.* Para estructuras grandes se hacen suficientes cortes para asegurar que la evaluación de la adherencia sea representativa de toda la superficie.

2.2.3.10 *Después de varios cortes, examinar el instrumento de corte y verificar que el borde cortante se encuentre en buenas condiciones.* Los aparatos de corte que desarrollen irregularidades u otros defectos que dañan la película deben ser descartados.

2.3.4 Errores de método

2.3.4.1 Los siguientes criterios deben ser usados para evaluar la aceptabilidad de los resultados con un nivel de confianza del 95%.

- a) Repetibilidad. Los resultados obtenidos por el mismo operador deben ser considerados dudosos si difieren en más de un rango para los dos ensayos.
- b) Reproducibilidad. Dos resultados obtenidos por diferentes operadores deben ser considerados dudosos si difieren en más de dos rangos para los ensayos.

2.3.5 Informe de resultados

2.3.5.1 En el informe de resultados debe indicarse:

- a) El número de ensayos y su valor promedio.
- b) Para el caso de sistemas de recubrimientos indicar en donde se observó la falta de adherencia, por ejemplo, entre el primer recubrimiento y el panel, entre el primer y segundo recubrimiento, etc.
- c) El panel empleado.
- d) El tipo de recubrimiento y el método de curado.
- e) NTE INEN de referencia.
- f) Fecha de muestreo y ensayo.

2.3.5.2 Debe mencionarse además cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

2.3.5.3 Deben incluirse todos los detalles para la completa identificación de la muestra.

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Esta norma no requiere de otras para su aplicación.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma ASTM D 3359 *Standard Test Method for Measuring Adhesion by Tape Test*. American Society for Testing and Materials, Philadelphia. 1995.

Norma Colombiana ICONTEC 811 *Primera revisión. Pinturas y productos afines. Determinación de la adherencia*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas, Bogotá, 1982.

Documento:

NTE INEN 1 006
Primera revisión
ORIGINAL:

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

**TÍTULO: PINTURAS Y PRODUCTOS AFINES.
DETERMINACIÓN DE ADHERENCIA MEDIANTE PRUEBA
DE LA CINTA.**

**Código:
QU 04.05-307**

Fecha de iniciación del estudio:

REVISIÓN:

Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 1983-04-21
Oficialización por Acuerdo No. 595 de 1983-12-08
publicado en el Registro oficial No. 650 De 1983-12-29

Fecha de iniciación del estudio: 1995-02-08

Fechas de consulta pública: de

a

Subcomité Técnico: **Pinturas**

Fecha de iniciación: 1995-04-06

Integrantes del Subcomité Técnico:

Fecha de aprobación: 1995-06-01

NOMBRES:

Ing. Alberto Corredor (Presidente)
Ing. Edison Bohórquez
Ing. Marco Rosales
Dra. Ana Lucía Toro
Dr. Byron Cajas
Ing. Hugo Salazar
Ing. Héctor Benítez
Quim. Ind. Juan Méndez
Ing. Samuel Sánchez
Ing. Juan Elizalde
Ing. Rocío Ampuero
Ing. Luis Espín
Ing. María Betancourt
Ing. María Jarrín
Dr. Luis Guevara
Dr. Rodrigo Páez
Ing. Franklin Bayas
Ing. Trajano Ramírez
Ing. Pedro Villacís
Ing. César Alvarado
Dr. Washington Núñez
Arq. Fernando Bajaña
Eco. Edwin Fierro
Ing. Rodrigo Rodríguez
Ing. Milton Avilés
Ing. Rosa Yépez
Ing. Rita Nenger
Ing. César Jara (Secretario Técnico)

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

PINTURAS UNIDAS
PINTURAS CÓNDOR
PINTURAS CÓNDOR
PINTURAS CÓNDOR
PINTURAS CÓNDOR
PINTURAS WESCO
PINTURAS SHERWIN WILLIAMS
PINTURAS SUPERIOR
PINTUQUÍMICA
PINTURAS ECUATORIANAS GLIDDEN
PINTURAS HEMPEL
DELTA QUÍMICOS
ULTRAQUÍMICA
ULTRAQUÍMICA
ESPOCH
CHOVA DEL ECUADOR S. A.
CHOVA DEL ECUADOR S. A.
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
INGENIERÍA QUÍMICA - U. CENTRAL
INGENIERÍA QUÍMICA - U. CENTRAL
CIENCIAS QUÍMICAS - U. CENTRAL
IESS
MICIP
MICIP
MICIP
CENDES
CENAPIA
INEN

P.V.P. S/2 700,00

Otros trámites:

CARÁCTER: Se recomienda su aprobación como: OBLIGATORIA

Aprobación por Consejo Directivo en sesión de
1998-03-18 como: Voluntaria

Oficializada como: VOLUNTARIA
Por Acuerdo Ministerial No. 254 de 1998-05-15
Registro Oficial No. 325 de 1998-05-26

Norma Ecuatoriana	PINTURAS Y PRODUCTOS AFINES. DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA LLAMA (METODO COMPARATIVO)	INEN 1 008 1983-04
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el método para determinar la resistencia a la llama de las pinturas.</p> <p style="text-align: center;">2. APARATOS</p> <p>2.1 Paneles de acero dulce doble desapado, de forma cuadrada, de 200 mm de lado y de 0,86 mm de espesor.</p> <p>2.2 Mecheros</p> <p style="text-align: center;">3. METODOS DE ENSAYO</p> <p>3.1 Sobre los paneles de las características puntualizadas en 2.1 se aplica a pincel una mano de la pintura en examen y una de la muestra tipo (ver nota 1); en cada uno de los paneles se deja secar 24 h, posteriormente se aplica una segunda mano en cada uno y se deja secar 72 h.</p> <p>3.2 Cada uno de dichos paneles se disponen sobre un trípode común de laboratorio en la forma indicada en la figura y se calienta durante un minuto con el mechero (a), con la abertura incolora de las características establecidas en la figura 1.</p> <p>3.3 Al cumplir el minuto se inicia el calentamiento con el mechero b, de acuerdo con lo indicado en la figura 1, manteniendo esas condiciones durante un minuto.</p> <p>3.4 Durante dicho lapso se observa si de la película de la pintura en examen se desprenden vapores inflamables y si entra en combustión. Una vez frío se observa la película de pintura de los paneles comparativamente.</p> <p style="text-align: center;">4. INFORME DE RESULTADOS</p> <p>4.1 Se considera que el producto en examen cumple este ensayo cuando la película de pintura no desprende vapores inflamables, no entra en combustión y el aspecto no difiere de la muestra comparativa.</p> <p>4.2 El informe debe reunir los siguientes puntos:</p> <p>_____</p> <p>NOTA 1. <i>Muestra tipo.</i> Es una muestra de pintura con una composición, color, apariencia, etc, igual a la pintura que va a analizarse y que se toma como patrón para el ensayo. Esta muestra se toma de lotes anteriores que pasaron ésta determinación positivamente.</p>		

(Continúa)

INEN 1 008

4.2.1 Fecha del ensayo.

4.2.2 Identificación de la muestra tipo (color, apariencia, fecha de producción, lote, etc).

4.2.3 Referencia del inciso 4.1.

4.2.4 Nombre del analista.

4.2.5 Número de ensayos.

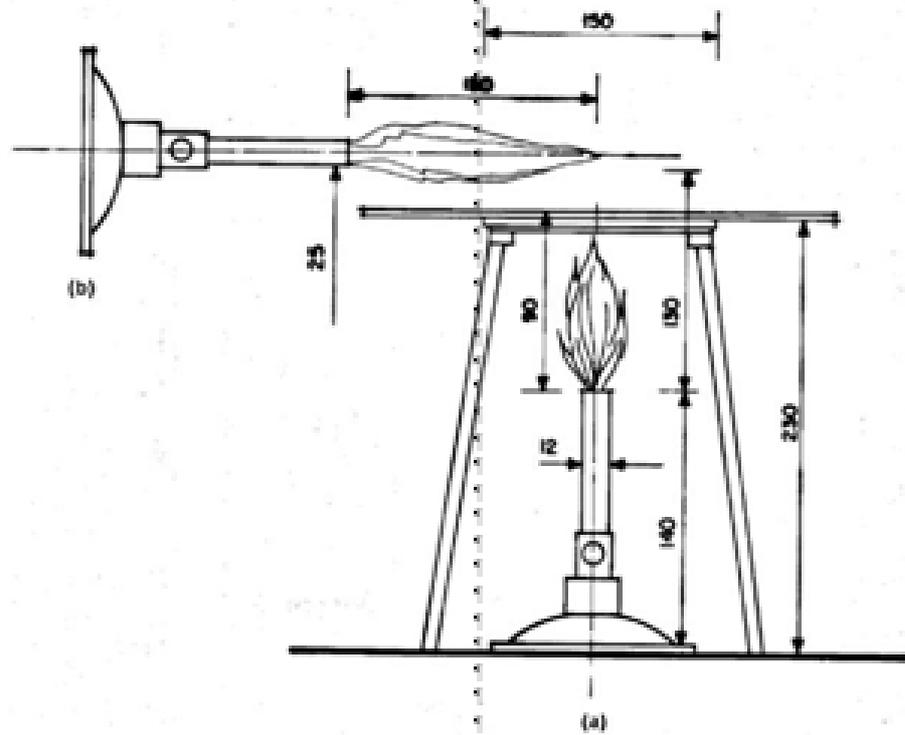


FIGURA 1. Método comparativo de resistencia a la llama.

APENDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

INEN 1 001 *Pintura y productos afines. Determinación de la dureza de película. Método de lápiz.*

INEN 1 006 *Pinturas y productos afines. Determinación de la adherencia.*

INEN 1 012 *Pinturas y productos afines. Determinación del espesor de película seca mediante el micrómetro*

Z.2 BSES DE ESTUDIO

Norma Argentina IRAM 1109. *Pinturas. Método cuantitativo para la resistencia a la llama.* Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Buenos Aires, 1966.

Documento:

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

TÍTULO: PINTURAS. Y PRODUCTOS AFINES. Código:
NTE INEN 1008 **DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA LLAMA. QU 04.05-309**
(MÉTODO COMPARATIVO)

ORIGINAL: REVISIÓN:
Fecha de iniciación del estudio: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo
Oficialización con el Carácter de
Por Acuerdo No. de
Publicado en el Registro Oficial No. de
Fecha de iniciación del estudio:

Fechas de consulta pública: de 1981-01-16 a 1981-03-01

Subcomité Técnico: QU 04.05 PINTURAS

Fecha de iniciación:

Fecha de aprobación: 1982-03-03

Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

Ing. Kleber Machado
Ing. Iván Navarrete
Ing. Juan Morales
Ing. Marco Dávila
Ing. Luis Espín
Ing. Samuel Sánchez
Ing. Aníbal Gordillo
Ing. Juan Enríquez
Dr. José Hazins
Ing. Erwin Acosta
Arq. Manuel Cartagena
Dr. Jaime Ortega
Ing. Gustavo Cedeño
Ing. Manuel Torres
Dr. Sixto Aguirre
Mayor Edmundo Egas
Teniente Edgar Trujillo
Dr. Víctor Correa
Ing. Alfonso Vega
Dr. Kurt Freund

UNIVERSIDAD CENTRAL
INSOTEC
INSOTEC
AYMESA
PINTURAS CONDOR
PINTURAS WESCO
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
ULTRA QUIMICA CIA. LTDA.
ESCUELA POLITECNICA NACIONAL (IIT)
COLEGIO DE ARQUITECTOS
IESS (DIVISIÓN RIESGOS DE TRABAJO)
IESS (DIVISIÓN RIESGOS DE TRABAJO)
PINTURAS SUPERIOR
PINTURAS UNIDAS
DIRECCIÓN NACIONAL DE TRANSITO
DIRECCIÓN NACIONAL DE TRANSITO
PINTURAS UNIDAS
PINTURAS ARCO IRIS
ASOCIACION DE FABRICANTES DE
PINTURAS Y RESINAS
PINTURAS HEMPEL
ECASA
PINTURAS UNIDAS
INEN

Ing. Enrique Díaz
Ing. Rómulo Mejía
Ing. Manuel Verde
Ing. Marcos Yáñez

Otros trámites:

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 1983-04-21

Oficializada como: OPCIONAL
Registro Oficial No. 661 de 1984-01-13

Por Acuerdo Ministerial No. 1008 de 1983-12-29

BIBLIOGRAFIA

- **KEYSER, Carl A**, *Ciencia de materiales para ingeniería* México/ Limusa/ 1972.
- **JASTRZEBSKI, Zbigniew D**, *Naturaleza y propiedades de los materiales para ingeniería*. México/ Interamericana/ 1979.
- **STUDEMANN, Hans**, *Ensayo de materiales y control de defectos en la industria del metal*. Bilbao/ Urmo/ 1979.
- **INEN**, *Tratamientos Superficiales y recubrimientos metálicos, definiciones, terminología*. Quito/ 1981.
- **JIJON, Saa, P**, *Estudio del proceso de Pintura Electroestática*. Ecuador/ Quito/ 1986.
- **CASTELLOT, Fernández, A**, *La fosfatización anticorrosiva, base adherente para las pinturas. Para la deformación en frío de los metales*. Barcelona/ España.
- **INEN**, *Pinturas y productos afines determinación de la densidad*, Quito/1983.
- **INEN**, *Pinturas y productos afines determinación de los tiempos de secamiento*, Quito/1983.
- **BONIFAZ Palacios, Marcelo E**, *Mejoramiento del subproceso de pintura electroestática*, Quito/ EPN.
- www.arnum-as.com
- www.pinturascondor.com
- www.listopop.com.ec
- www.directindustry.es
- www.peninsulacustomcoaters.com
- www.maquinaria.cl/pintura.htm
- www.dow.com
- www.euroinox.org
- www.vilba.com.ar.