

17  
2 Ejm



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

SELECCION DE LAS PINTURAS MAS ADECUADAS  
EN EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A

EUSEBIO VAZQUEZ HERRERIAS

CUAUTITLAN IZCALLI, MEXICO

1984



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## INDICE GENERAL

INTRODUCCION.	PAG.
RESUMEN.	
GENERALIDADES.	
I.- CLASIFICACION DE LOS DISTINTOS TIPOS DE SUPERFICIE QUE SE ENCUENTRAN EN LAS INSTALACIONES INDUSTRIALES.	1
II.- EVALUACION DE LAS DIFERENTES CONDICIONES AMBIENTALES QUE COMUNMENTE SE LOCALIZAN EN LAS DIVERSAS AREAS DE UNA PLANTA.	5
III.- PREPARACION DE SUPERFICIES POR PINTAR.	22
IV.- SELECCION DE LAS BINTURAS MAS APROPIADAS EN CADA CASO.	49
V.- METODOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA APLICACION DE PINTURAS.	76
VI.- EJEMPLOS DE PROBLEMAS RESUELTOS UTILIZANDO LA INFORMACION ANTERIOR.	93
CONCLUSIONES.	109
BIBLIOGRAFIA.	

## I N T R O D U C C I O N

Cada vez que se desea obtener un satisfactor donde se necesite un proceso de elaboración, inmediatamente pensamos en una Planta industrial.

Esto representará una tremenda inversión de tiempo, esfuerzo y definitivamente una gran cantidad de dinero necesario para financiar el desarrollo de la tecnología que hará posible el lograr el producto deseado.

Definitivamente las instalaciones de una Planta industrial son generalmente muy costosas y si pensamos por ejemplo en tuberías, calderas, reactores, instrumentos, válvulas, recipientes, cambiadores de calor, hornos o simplemente en las construcciones que contienen a cada industria, tendremos que reconocer que los costos varían desde unos miles de pesos hasta miles de millones de pesos, y que en consecuencia al referirnos al equipo e instalaciones de una Planta industrial casi siempre estaremos hablando de sumas considerables.

Habiendo establecido la magnitud de la inversión económica en las instalaciones industriales, es muy importante hacer notar la necesidad de proteger y conservar dicha inversión. Se pueden pagar elevadas primas de seguros que cubrirán los riesgos por incendio o accidentes y adoptar las máximas medidas de seguridad, pero el factor más importante consiste en proteger las instalaciones y maquinaria desde el

comienzo de las actividades y posteriormente con una revisión periódica, llevando a cabo trabajos orientados a preservar el equipo de la acción de agentes ambientales que pueden entorpecer su funcionamiento, o inclusive, destruirlo en un futuro. Al conjunto de métodos y procedimientos para llevar a cabo lo anterior, se le conoce como "Mantenimiento Industrial Preventivo".

Si consideramos el mantenimiento industrial desde el punto de vista de la pintura, encontraremos que anualmente se gastan en México, muchos millones de pesos en la compra de recubrimientos que protejan la maquinaria y equipo de las instalaciones fabriles, contra la acción de la corrosión y deterioro causada por agentes químicos, atmósferas corrosivas, ambientes salinos y simplemente exposición a la intemperie en condiciones normales. Todo técnico bien capacitado, está perfectamente consciente de la importancia que tiene el establecer un programa adecuado de mantenimiento preventivo para todo el equipo y maquinaria de una fábrica y de la necesidad de estar actualizado con respecto a los diversos tipos de pintura disponibles en el mercado, sus usos, ventajas y características. También es importante considerar que la pintura en la industria se utiliza para el pintado y señalamiento de las instalaciones fabriles, lo cual es muy importante desde el punto de vista higiene y seguridad, ya que está perfectamente demostrado que una Planta bien pintada y señalada, disminuye considerablemente el índice de accidentes de trabajo.

En la elaboración de este trabajo, se tratará de profundizar en algunos de los aspectos más importantes de lo que se considera como básico, para programar y llevar a cabo un

buen mantenimiento de las instalaciones de la industria,  
utilizando las pinturas y procedimientos adecuados a cada  
caso.

## R E S U M E N

Inicialmente, se hará una clasificación de los distintos tipos de superficies que se encuentran en la mayoría de las instalaciones industriales, mostrando sus principales propiedades que permitan identificar correctamente cada tipo de superficie.

Considerando que aún cuando cada industria tiene en sí sus ambientes específicos, se puede llevar a cabo una evaluación que de forma general, agrupe las principales condiciones ambientales que comúnmente se encuentran en una fábrica.

Se observará que si se estudia la naturaleza de los distintos tipos de ataque ambiental, es posible hacer una clasificación de los mismos, por supuesto en algunos tipos de --- ataque por ser tan evidentes, no necesitan ninguna explicación, pero otros al ser más complejos, requieran ser brevemente explicados.

Uno de los puntos más importantes en un trabajo de mantenimiento, es la preparación adecuada de las superficies por pintar por lo que se describen los métodos y recomendaciones más adecuadas para cada superficie.

Cuando ya se ha identificado el tipo de ataque ambiental al que estará expuesta la superficie y se ha establecido el tipo de limpieza más adecuado, el paso siguiente es seleccionar la pintura que satisface al máximo las necesidades planteadas.

Se presentan someramente los principales tipos de pintura que se encuentran en el mercado nacional, haciendo notar sus ventajas y desventajas, así con esta información, es más sencillo elegir el recubrimiento que por sus características sea el óptimo. Probablemente se encuentre que son varios los tipos de pintura que se podría utilizar y en este caso es necesario establecer alternativas mostrando el orden que guarda cada una en la obtención de los resultados deseados.

En la actualidad, existe una gran variedad de métodos para pintar y por lo tanto, es muy conveniente hacer un pequeño estudio antes de decidirse por uno en especial, sobre todo cuando se va a realizar un trabajo de gran magnitud -- con un cierto grado de complejidad.

Una selección errónea, puede significar una gran pérdida económica o un fracaso definitivo, principalmente cuando se trabaja con pintura de tipo especializado.

Al hacer el estudio de selección, se puede determinar si un trabajo puede realizarse dentro de las especificaciones fijadas de: Tiempo, personal y presupuesto.



Finalmente, utilizando la información acumulada, se estudian situaciones problema desde el punto de vista pintura para el mantenimiento industrial y se presentan posibles soluciones, haciendo detalle del procedimiento seguido y estableciendo precedentes para poder presentar más adelante, las conclusiones de este trabajo.

## GENERALIDADES

Existen varias definiciones de lo que es una pintura, pero una bastante sencilla es: "Pintura es un determinado recubrimiento desarrollado con la finalidad de proteger o decorar una cierta superficie".

Desde la más remota antigüedad el hombre ha empleado la pintura como medio de expresión artística y como medio de protección. Las pinturas rupestres de las cuevas de Altamira en España son un ejemplo de lo primero, y los acabados de los antiguos sarcófagos egipcios es una muestra de lo segundo.

A través de los siglos la fabricación de pinturas ha evolucionado de un arte gremial que empleaba unas cuantas docenas de materiales, a la moderna industria de pinturas donde se ocupan cientos de compuestos químicos, materiales y equipos. Hace unos años se hablaba solamente de pinturas de "cal", de temple, pinturas de saseña y pinturas de "aceite", ahora se habla de más tipos de pinturas de los expresados como: alquidálicas, hule clorado, epóxicas, poliuretano, etc.

Actualmente se formulan pinturas con extremada precisión con el objeto de obtener acabados adecuados para cualquier tipo de condiciones, siendo las pinturas industriales las que más se diversifican constantemente.

Podemos decir que una pintura está compuesta de dos partes principales:

- a) Parte pigmentaria
- b) El vehículo

Para fines de clasificación, los pigmentos los dividimos en dos grandes grupos:

- 1.- Pigmentos de bajo índice de refracción
- 2.- Pigmentos de alto índice de refracción

El vehículo se considera compuesto de las siguientes partes:

- a) Una sustancia formadora de película
- b) Disolventes
- c) Agentes modificantes

Cada uno de los componentes de una pintura antes mencionadas se explicaran con más detalle en el capítulo IV, así como los diferentes tipos de pinturas que hay en el mercado nacional según su composición química.

## I.- CLASIFICACION DE LOS DISTINTOS TIPOS DE SUPERFICIE QUE SE ENCUENTRAN EN LAS INSTALACIONES INDUSTRIALES.

Al utilizar el término superficie en este trabajo, me referiré a la parte específica que se piensa recubrir con pintura.

Es necesario elaborar una clasificación, de tal forma que permita agrupar a las superficies en forma genérica -- desde el punto de vista pintura.

La importancia de clasificar e identificar las superficies es básicamente disponer de cierta información que permita posteriormente seleccionar la limpieza o tratamientos adecuados, sin que esto signifique destrucción o deterioro y que sin embargo, sí garantice su efectividad.

El tener evaluada completamente la superficie nos ayudará en la selección de la pintura.

### CLASIFICACION DE LAS SUPERFICIES.

Podemos clasificar a las superficies de la siguiente forma:

- a).- Superficies Metálicas
- b).- Superficies tipo Pétreo
- c).- Superficies de Madera
- d).- Superficies Plásticas

a).- Superficies Metálicas.

Son aquellas que como su nombre lo indica, están formadas por compuestos metálicos. Pueden encontrarse con mucha frecuencia en la industria, en forma de placas, estructuras, piezas de fundición, maquinaria, etc.

Los principales tipos son: Fierro, acero de varias calidades, latón, bronce, cromo, plomo, lámina galvanizada, aluminio, cobre, etc.

b).- Superficies de tipo Pétreo.

Se consideran aquellas de origen natural o sintético que presenten una apariencia similar a las piedras.

Generalmente se utilizan para la construcción de los inmuebles que contendrán a las industrias y también para cimentaciones de maquinaria o algunos otros usos.

Podemos considerar: Piedra natural, concreto, ladrillo, tabique ( en sus distintas variedades: refractario vidriado, etc. ), yeso, hormigón, asbesto, cemento, etc.

c).- Superficies de Madera.

Son siempre de origen natural y aunque se encuentran a veces en forma de aglutinados, estos se fabrican con pedazos o serrín de madera natural.

Hay algunos aglutinados hechos con cartón o resinas sintéticas como el fibrasel, que aunque no son básicamente hechos con madera, debido a su comportamiento, se puede incluirlos en esta clasificación.

Las superficies de madera son por lo general poco comunes en las instalaciones industriales y solo para casos muy específicos ( torres de enfriamiento, etc. ) se usan maderas muy especiales.

Es importante considerar la porosidad y la dureza de una madera, ya que influyen en su preparación y acabado.

#### d).- Superficies Plásticas.

Debido a razones principalmente de costos, escasez y resistencia se ha venido desarrollando un gran número de compuestos que permitan fabricar elementos que antes eran hechos con algunos de los materiales ya mencionados.

Con mayor frecuencia se observa en la industria, el desplazamiento del metal y la madera por los plásticos.

Podemos mencionar como superficies de este tipo, aquellos que están formados con: Poliestireno, nylon, poliuretanos, bakelita, polipropileno, poliéster, fibra de vidrio, acetato de celulosa, polietileno, etc.

Es muy conveniente hablar un poco sobre algunas de las propiedades de las superficies que de alguna forma afectan el comportamiento de la pintura al ser aplicada sobre ellas.

## PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS SUPERFICIES

**POROSIDAD.-** El grado de porosidad de una superficie afecta principalmente al rendimiento de un recubrimiento ya que en una superficie muy porosa, la capa de pintura tendrá que rellenar los huecos existentes aumentando en esta forma la cantidad necesaria para poder lograr una película en el exterior de un grosor determinado. También modifica el grado de adherencia entre el sustrato y la película de pintura debido a que la película deberá tener una cierta penetración para lograr " agarre " con la superficie, esto se comprende fácilmente si observamos lo difícil que es lograr tener buena adherencia al pintar vidrio o superficies metálicas cromadas. Lógicamente la porosidad de una superficie será un factor determinante al seleccionar el tipo de pintura y el proceso de pintado.

**FLEXIBILIDAD O RIGIDEZ.-** Esta propiedad limita el número de pinturas utilizables para un trabajo, ya que como se podrá suponer, si se aplica un acabado rígido sobre una superficie flexible, es muy probable que la película se estrellé o quiebre.

II.- EVALUACION DE LAS DIFERENTES CONDICIONES AMBIENTALES QUE COMUNMENTE SE LOCALIZAN EN LAS DIVERSAS AREAS DE UNA PLANTA.

En este capítulo describiré las diferentes condiciones ambientales que prevalecen en una planta industrial y que directamente afectan a las pinturas o recubrimientos aplicados sobre las diferentes superficies.

Así y en una forma arbitraria pero cómoda para nuestro propósito, se dividirán estas condiciones clasificándolas en la siguiente forma:

A.- ATAQUE MECANICO

B.- ATAQUE NATURAL

C.- ATAQUE QUIMICO

A.- ATAQUE MECANICO.- Como su nombre lo indica, es aquel que produce el deterioro de la superficie por acciones de tipo mecánico, por ejemplo:

- 1.- Erosión causada por roce o arrastre de materiales.
- 2.- Erosión por tránsito interno ocasionada por pisadas o paso de vehículos.
- 3.- Deterioro por golpes.
- 4.- Deterioro por vibraciones.
- 5.- Deterioro por uso o manejo.



B.- ATAQUE NATURAL.- Se considera aquel que es provocado o causado por las condiciones climatológicas propias del proceso o de la región donde esté ubicada la Planta.

Lluvias.- La precipitación pluvial llega a atacar a algunos recubrimientos produciendo desprendimientos o lavado de la pintura de las superficies. Este factor debe considerarse para llevar a cabo trabajos de pintura, ya que si una pintura está formulada para resistir a la lluvia y se aplica adecuadamente, cumplirá el objetivo para la que fue desarrollada.

Temperaturas y sus variaciones.- Cuando en una superficie se presentan cambios violentos de temperatura, regularmente estos producen elongaciones o contracciones de la misma, que pueden llegar a provocar cuarteaduras o desprendimientos de la capa de pintura. También una temperatura muy elevada afecta al recubrimiento reblandeciéndolo, endureciéndolo y llegando inclusive a quemarlo; el grado de contenido de materia inorgánica en la pintura es muy importante a la resistencia a las altas temperaturas. Otra propiedad que se ve seriamente afectada es la retención de color y por lo general al incrementarse la temperatura se provocan cambios de tonalidades siendo los colores claros y limpios los más sensibles.

Acción de los rayos del sol.- La exposición de una pintura a la luz solar, presenta además de los problemas ocasionados por la temperatura y sus variaciones, el ataque de la luz ultravioleta que al alterar la estructura molecular del recubrimiento, ocasiona pérdida de brillo, caleo, etc.

Vientos.- Está comprobado que el viento causa erosión sobre las superficies ( erosión eoliana ) y aunque también es un ataque de tipo mecánico es necesario mencionarlo ya que en

algunos lugares por su intensidad es necesario tomarlo en cuenta.

Humedad.- El agua en fase vapor que está contenida en el ambiente se le denomina como "humedad", y se puede valorar por medio del psicometro en términos de % humedad relativa.

La humedad ataca tanto a la capa de pintura como a la superficie donde está aplicada. Así cuando no se utiliza un recubrimiento adecuado, se observará que la humedad reblandece y destruye a la pintura y al pasar a través de ésta, comienza a atacar a la superficie. Por ejemplo a la madera la "hinchará" y deformará, a las superficies de acero las oxidará y en algunas de tipo pétreo, provocará reblandecimiento y afloración de sales (salitre).

Hongos y Plagas.- Principalmente en ambientes húmedos y faltos de luz, se forman hongos que se alimentan de la materia orgánica que contienen algunas pinturas y consecuentemente destruyen estos recubrimientos. Se presentan en forma de manchas oscuras de difícil remoción. Hay otros tipos de plagas como polillas, jejenes, roedores, etc., que también deterioran en forma considerable las pinturas.

C.- ATAQUE QUIMICO.- Como su nombre lo indica, es aquel causado por agentes químicos.

Disolventes (líquidos o vapores). En bastantes procesos industriales, ya sea como parte del mismo o para limpieza de equipos o áreas de trabajo, se utilizan diversos tipos de disolventes como por ejemplo: Alcoholes, gasolinas, cetonas, acetatos, etc. y en general todos ellos atacan fuertemente a la mayoría de las pinturas, haciendo necesario utilizar recubrimientos especiales.

Acidos y Alcalis.- En general cualquier ácido o base en mayor o menor escala es un factor de ataque muy importante para la protección de superficies. Es bastante común encontrar estos agentes en los procesos industriales y su acción llega a ser tan severa que en ocasiones no es posible encontrar una pintura con suficiente resistencia y es necesario la utilización de otro tipo de superficie, (plástico, vidrio, etc).

Productos Corrosivos.- Para no hacer una mención específica de todos aquellos productos químicos que atacan pinturas y superficies, en este inciso se incluirán a todas aquellas que por sus propiedades caigan dentro de esta clasificación por ejemplo: aceites, salmuera, etc.

Es muy importante valorar adecuadamente la forma en que se presentan los distintos agentes químicos que se han mencionado, pues la intensidad del ataque definitivamente presentará variaciones, por ejemplo: Si está solo o mezclado con otros, si se encuentra como vapor, salpidaduras o en un baño (inmersión), si la temperatura es alta o baja, si hay agitación, etc.

A continuación hablaré del término " corrosión ", palabra con la que se define el proceso de degradación de los materiales y el cual considero de valiosa importancia revisarlo, ya que contra este fenómeno estaremos compitiendo.

Se podrían dar varias definiciones de "corrosión" y a continuación se citan algunas:

Corrosión es el deterioro o destrucción de los metales como consecuencia de su reacción con ciertos agentes externos existentes en el medio ambiente, seguido por una regresión a un estado más estable como el de los óxidos de los metales nativos que se encuentran en la naturaleza. (Agentes externos: oxígeno, humedad, soluciones ácidas, soluciones neutras, alcalinas, etc.)

Corrosión es la destrucción de los metales por acción química entre el metal y los agentes externos que constituyen el medio ambiente que los rodea.

Una de las definiciones más acertadas es: "CORROSION" es el ataque destructivo de un metal por una reacción química o electroquímica con los agentes externos que constituyen su medio ambiente.

Los materiales no metálicos no están incluidos en las anteriores definiciones, ya que sus procesos de deterioro no involucran reacciones químicas o electroquímicas, sino su deterioro es por causas físicas que se podrían definir como: erosión, uso, etc.

En ciertas ocasiones, un ataque químico acompaña a un deterioro físico que se puede describir bajo los términos, corrosión-erosión, corrosión-uso, etc.

Los plásticos pueden hincharse o quebrarse, la madera rajarse o pudrirse, el granito puede desgastarse, etc. pero el término corrosión se presenta estrictamente para ataques químicos de metales.

CORROSION.- Sobre " corrosión", se encuentran tratados y libros específicos que cubren en forma exhaustiva el tema, pero por su complejidad y debido a que el presente trabajo se refiere solamente en forma general a los agentes de ataque de las distintas superficies, se tratará en una forma muy breve este punto, con el fin de no salir del curso planeado para la exposición y procurando ser lo más breve y conciso posible.

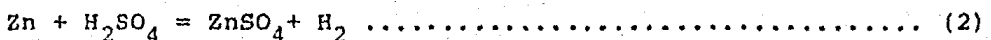
#### QUIMICA Y ELECTROQUIMICA DE LA CORROSION.

La corrosión como una reacción química.- Para poder comprender el fenómeno corrosivo como el resultado de una reacción química, es necesario disponer de algunos principios elementales de química, los cuales se enunciarán brevemente a continuación.

#### CORROSION EN ACIDOS.

Es de todos conocido que una de las formas de obtener hidrógeno en el laboratorio es colocar un pedazo de zinc metálico dentro de un vaso conteniendo un ácido diluido, tal como el clorhídrico o el sulfúrico.

Al depositarse el zinc en la solución ácida, el zinc se ataca rápidamente desprendiéndose el hidrógeno, tal y como se indica en las reacciones 1 y 2.



Otros metales también son corroídos o disueltos por medio de ácidos liberando hidrógeno.



Las reacciones 3 y 4 muestran que el fierro y aluminio también son corroídos por el ácido clorhídrico.

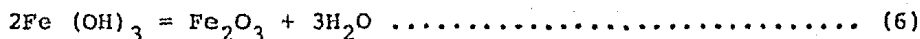
#### CORROSION EN SOLUCIONES NEUTRAS Y ALCALINAS.

La corrosión de los metales también puede presentarse en agua limpia, agua de mar, soluciones salinas y soluciones alcalinas o básicas. En la mayoría de estos sistemas, la corrosión solamente ocurre cuando éstas contienen oxígeno disuelto. Las soluciones acuosas disuelven rápidamente el oxígeno al aire, siendo éste, la fuente de oxígeno requerida en los procesos corrosivos. La corrosión más familiar de este tipo, es la oxidación del fierro cuando se expone a una atmósfera húmeda o bien en agua.



Esta reacción muestra que el fierro se combina con el agua y el oxígeno para darnos la sustancia insoluble de color café rojizo que es el hidróxido férrico.

Durante la oxidación en la atmósfera, existe la oportunidad de que el producto de la reacción se seque, por lo que el hidróxido férrico se deshidrata y forma el óxido café rojizo que es tan familiar.



Reacciones similares se presentan cuando el zinc se expone al agua o al aire húmedo.



El óxido de zinc resultante es el depósito blanco que se observa en los equipos galvanizados.

#### CORROSION EN OTROS SISTEMAS.

Los metales también pueden ser atacados en soluciones que no contengan oxígeno o ácidos. Las soluciones típicas para este proceso son aquellas soluciones denominadas oxidantes que contienen sales férricas y compuestos cúpricos en lo que la corrosión se presenta de acuerdo con las siguientes reacciones.



Es pertinente notar que en la reacción 9, el cloruro férrico cambia a cloruro ferroso, a medida que el zinc se corroe.

En la reacción 10, el zinc reacciona con el sulfato de cobre para formar la sal soluble de sulfato de zinc obteniéndose además, un depósito esponjoso de cobre metálico sobre la superficie del zinc. Por esta razón, las reacciones similares a ésta, reciben el nombre de reacciones de sustitución metálica.

#### PRODUCTOS DE LA CORROSION.

El término productos de la corrosión se refiere a las sustancias obtenidas durante las reacciones de corrosión y estas pueden ser solubles como en el caso del cloruro de zinc y del sulfato de zinc o insolubles como en el caso del óxido de hierro e hidróxido de hierro.

La presencia de los productos de la corrosión, es una de las formas por las cuales se detecta ésta, por ejemplo, el óxido. Sin embargo, es conveniente notar que los productos insolubles de la corrosión, no siempre son visibles, por ejemplo al exponer una pieza del aluminio al aire, se forma una película de óxido casi invisible porque es extraordinariamente delgada, siendo esta, la razón del uso extensivo del aluminio en la construcción de ventanas, cancelas y molduras automotrices.

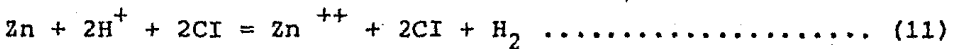
#### ELECTROQUIMICA DE LA CORROSION.

Reacciones electroquímicas.- Una reacción electroquímica se define como una reacción química en la cual existe una transferencia de electrones, es decir, es una reacción química que comprende el fenómeno de oxidación y reducción.



Como la corrosión metálica es casi siempre un proceso electroquímico, es muy importante comprender la naturaleza básica de las reacciones electroquímicas.

La definición anterior de reacción electroquímica puede ser mejor comprendida observando en detalle una reacción típica de corrosión, así por ejemplo, la reacción del zinc con el ácido clorhídrico, queda mejor expresada recordando que el ácido clorhídrico y el cloruro de zinc están ionizadas en soluciones acuosas, por lo que podemos escribir:



Cuando la reacción se escribe en esta forma, es obvio que el ión-cloruro no participa en forma directa en la reacción puesto que el ión-cloruro aparece en ambos miembros de la ecuación y no es alterado por la reacción de corrosión, es decir, la valencia del ión-cloruro permanece sin cambio.

De acuerdo a lo anterior, la ecuación II se puede escribir en forma simplificada como:



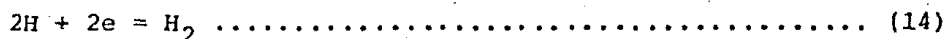
Esta última ecuación indica que la corrosión del zinc en ácido clorhídrico, consiste simplemente en la reacción entre el zinc y los iones hidrógeno que producen iones-zinc y gas hidrógeno.

Durante esta reacción, el zinc es oxidado a iones zinc, es decir, la valencia del zinc se incrementa y simultáneamente los iones hidrógeno son reducidos a gas hidrógeno disminuyendo su valencia.

Por 1<sup>o</sup> anterior, la reacción 12, puede ser simplificada aún más, al dividirla en una reacción de oxidación y una reacción de reducción.

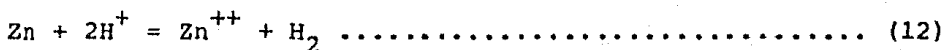


Oxidación (reacción anódica)



Reducción (reacción catódica)

cuya suma nos dá:



Una reacción de oxidación tal como la ecuación 13, significa un incremento en el estado de oxidación o valencia con producción de electrones y en forma similar, la reacción de reducción, representa a una disminución en el estado de oxidación o valencia y el consumo de electrones, tal y como se ve en la ecuación 14.

La suma de las reacciones 13 y 14 nos dan la reacción total (reacción No. 12).

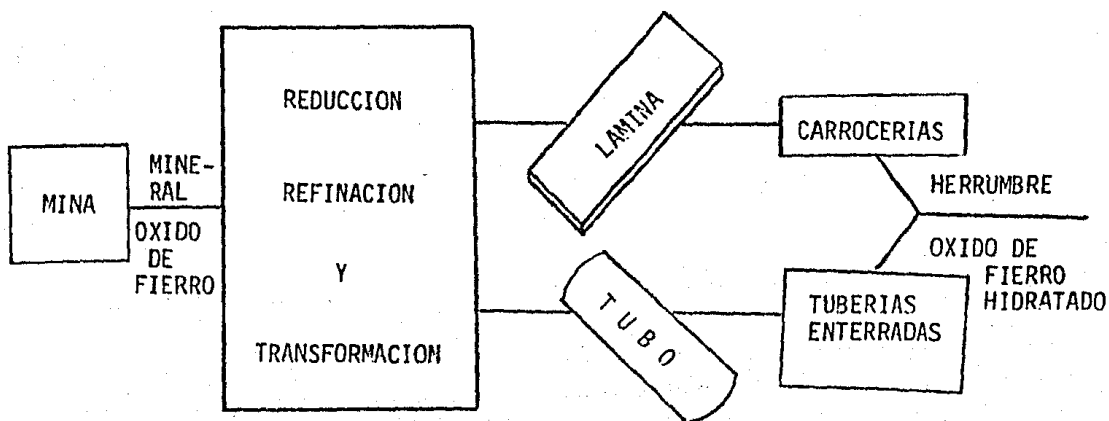
En términos de corrosión, una reacción de oxidación, recibe el nombre de reacción anódica, mientras que a la reacción de reducción se le denomina reacción catódica.

Todo proceso de corrosión necesita por lo menos una reacción de oxidación y una reacción de reducción, por lo que podemos resumir que las reacciones de la corrosión son electroquímicas en naturaleza y debido a esto es posible dividir el proceso de la corrosión, en reacciones anódicas y reacciones catódicas que permiten simplificar la presentación de la mayoría de los procesos.

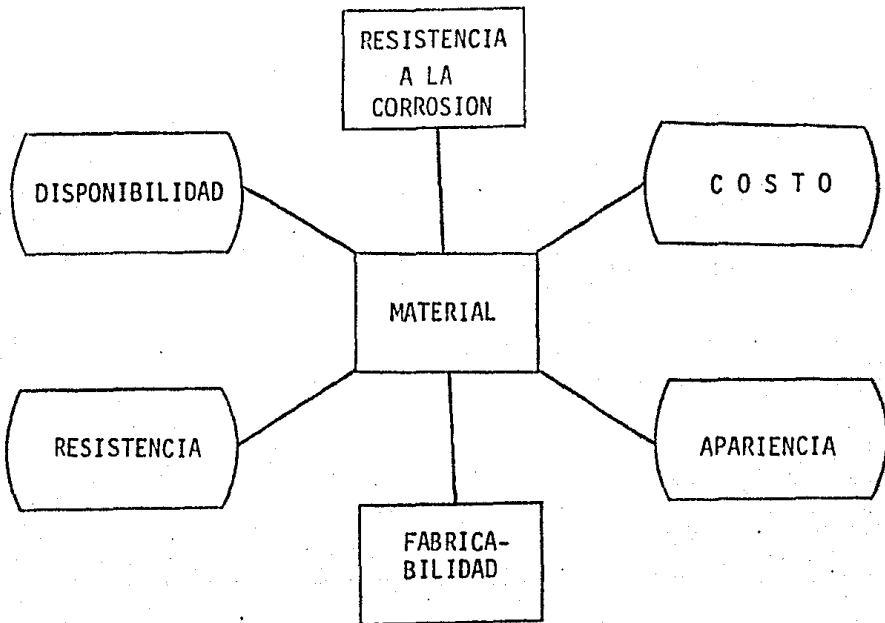
Cuando el acero se corroe se expande dos o tres veces en volumen, y por este motivo al formarse ampollas llenas de escamas de óxido, la película de pintura se bota en las áreas corroídas. Esto sucede cuando por deficiencias en la limpieza o filtración de humedad se forma oxidación por debajo de una capa de pintura que en apariencia está en buenas condiciones, pero que en realidad está enmascarando un proceso de corrosión.

Los grandes costos por concepto de la corrosión es un problema serio, porque definitivamente contribuye a la disminución y agotamiento de los recursos naturales. Por ejemplo, el acero se elabora a partir de minerales de fierro que requieren de consumo de energéticos para su proceso de metalurgia extractiva, y cuando las estructuras fabricadas a partir de este acero se corroen, se regresa a la naturaleza una cantidad de energía que se pierde para el aprovechamiento del ser humano.

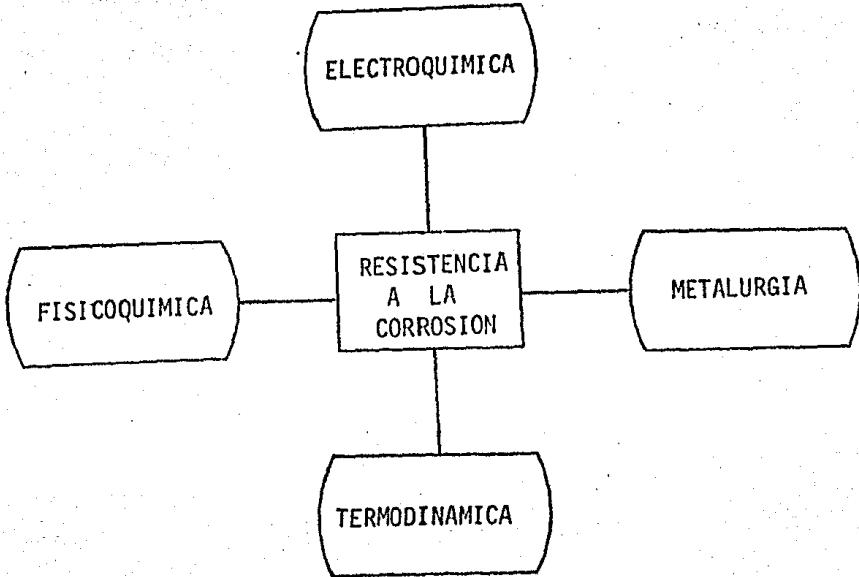
Los puntos de vista enunciados en el párrafo anterior, se pueden esquematizar en forma breve con el siguiente diagrama:



La selección de un material depende de muchos factores que incluyen su comportamiento frente al fenómeno de la corrosión; de tal forma que en el esquema que se presenta al final de este párrafo se muestran algunos de los factores que determinan la forma de seleccionar un material estructural.



El estudio completo en forma adecuada de todo esto, requiere del conocimiento de varios campos y esto se puede expresar en forma breve en el diagrama que se presenta a continuación, en donde se puede ver que la termodinámica y la electroquímica son de primordial importancia para comprender y estudiar este fenómeno.



Los estudios de termodinámica y los cálculos que pueden hacerse con esta parte de la fisicoquímica, permiten determinar la dirección espontánea de una reacción química; y en el caso de la corrosión, estos cálculos termodinámicos ayudan a establecer si ésta es o no posible desde el punto de vista teórico. La electroquímica y sus ramas asociadas como son la cinética electroquímica, son absolutamente disponibles para poder comprender en forma adecuada el fenómeno de la corrosión.

Los factores metalúrgicos tienen una influencia muy pronunciada en el aspecto de la resistencia a la corrosión de los metales y en muchos casos la estructura metalográfica de las aleaciones puede controlarse de tal forma que reduzcan el ataque corrosivo.

Analizando todos los hechos expuestos hasta el momento, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- a).- En términos técnicos simplificados, la corrosión se define como la destrucción de un metal por reacción electroquímica entre éste y el medio ambiente que lo rodea.
- b).- Para efectos prácticos, es casi imposible eliminar la corrosión y el secreto efectivo radica más en su control que en su eliminación, siendo necesario tomar en cuenta el fenómeno corrosivo, desde el inicio del diseño de las instalaciones y no después de ponerlas en operación.
- c).- El ingeniero que trabaja en la solución de los problemas de corrosión necesita saber donde empezar y tener un conocimiento básico para reconocer la corrosión, cómo se produce, cómo impedir su severidad, qué herramientas son necesarias, técnicas de inspección, variables de diseño que afectan a la corrosión, selección de materiales y la forma de interpretar y aplicar la información del problema corrosivo. En la figura N° 1 se muestra una celda tipo de corrosión.

Los factores que afectan el proceso de corrosión principalmente son:

- 1.- El agua que está agitada o en movimiento es más corrosiva que la que está quieta; debido a que la agitación provoca mayor disolución de oxígeno.

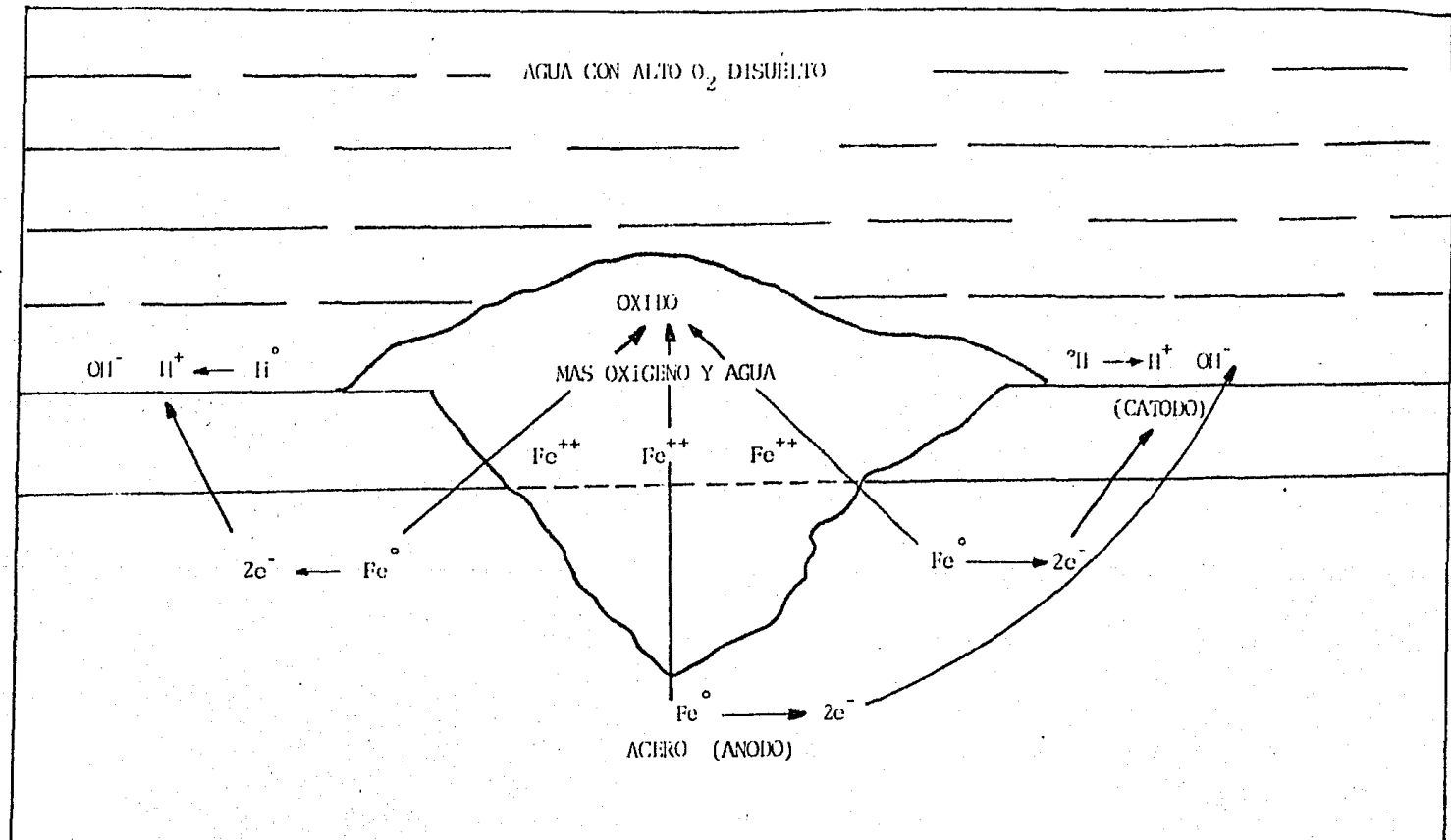


FIGURA N° 1

U.N.A.M.		F.E.S.C.	
TESIS PROFESIONAL		1984	
EUSEBIO VAZQUEZ HERRERIAS			

2.- Cuando están disueltas en el agua sales o agentes químicos, la corrosión se presenta en forma más rápida --- ( por ejemplo: agua de mar ).

3.- Cuando hay ácidos presentes en el agua, se acelera considerablemente la corrosión, esto se considera como ataque químico.

Para proteger las superficies metálicas de la corrosión, se utilizan pinturas seleccionadas para cada caso en especial y se recomienda en algunos casos reforzar esta protección utilizando " ánodos de sacrificio ", o sea una protección galvánica.

Finalmente, es conveniente enfatizar que es indispensable estudiar cada condición ambiental problema de una fábrica, formando un criterio que considere la manera en que este ambiente esté constituido o en otras palabras, observar si participan varios agentes de ataque simultaneamente, y si esta asociación produce un efecto distinto al de cada uno de los agentes que lo componen, para que en esta forma, teniendo una valoración completa se pueda empezar el estudio para la selección de la pintura protectora más adecuada al caso.



### III.- PREPARACION DE SUPERFICIES POR PINTAR.

La primera operación esencial en todo trabajo de pintura, es la preparación de la superficie.

El ingeniero de pintura y recubrimientos, considera la preparación de la superficie, como el factor más importante que afecta el comportamiento de un sistema de recubrimiento.

Una adecuada preparación de la superficie, es importante para obtener la máxima protección al mínimo costo.

Por preparación de superficie, se entiende el conjunto de procedimientos orientados a proporcionar las condiciones óptimas de limpieza a una superficie, con el fin de permitir el aprovechamiento máximo de las características de un recubrimiento.

Para ilustrar más la importancia de este capítulo, se hará la siguiente consideración.

" La peor pintura del mundo puede dar resultados más o menos satisfactorios, siempre y cuando sea aplicada sobre una superficie excelentemente preparada y la mejor pintura del mundo presentará fallas si se aplica en una superficie sucia, oxidada y con diversos contaminantes ".

Es lógico pensar que si no se limpia la mugre, óxido o algún otro contaminante antes de pintar, la pintura reaccionará de un modo distinto al esperado, ya que en realidad no se está pintando sobre metal, madera, etc., sino sobre una capa de composición dudosa que se interpone como una barrera entre la pintura y la superficie.

Prácticamente en todos los casos, el buen funcionamiento de un material independientemente de su tipo y del espesor de película que se aplique, se relaciona en forma directa con la limpieza de la superficie o en otras palabras con la cantidad de " productos de interferencia " que la pintura deba atravesar antes de lograr adherirse a la superficie.

La eliminación total de cualquier tipo de contaminante como grasa, aceite, polvo, etc., es muy importante, sin considerar si la superficie es nueva o ya ha sido pintada anteriormente. Aunque en pequeñas cantidades cualquier materia extraña puede producir defectos como aburbujamiento de la pintura, falta de adherencia, irregularidades en el secado, agrietamiento, etc.

La preparación de la superficie se puede dividir en dos pasos básicos, primero: limpieza de la superficie y segundo, tratamiento para recibir el recubrimiento.

En los posteriores párrafos se mencionarán los términos " pintura vieja " y " superficie nueva ". En realidad, al hablar de pintura vieja, se hace referencia al hecho de que la superficie ya ha sido recubierta y aún está presente en forma total o parcial la pintura aplicada. Cuando se use el

término superficie nueva, se indicará que la superficie en cuestión, nunca ha sido pintada y se encuentra recién instalada.

Está demostrado que cada tipo de superficie requiere un tratamiento específico, pero sin embargo, se pueden aplicar ciertas reglas generales que son comunes a casi todas las superficies.

REGLAS GENERALES PARA LA PREPARACION  
DE SUPERFICIES

A continuación se dá una lista de las condiciones de superficie con los métodos y herramientas a utilizar para la limpieza de las superficies.

El método debe seleccionarse de acuerdo al personal disponible, equipo disponible y lugar donde se encuentra el área a limpiar (laboratorio, bodega, sala de máquinas, etc.)

1.- Remueva toda la mugre, grasa o cualquier materia extraña. Para este propósito pueden usarse: agua, detergente, aire a presión, aspiradora, cepillo, etc.

2.- Las superficies brillantes representan un cierto grado de dificultad para que haya adherencia de la nueva capa de pintura, éste problema se evita desvastando ligeramente con una lija, fibra sintética o de acero; procurando que se haga en forma uniforme y sin dejar marcas profundas que obligarían a un resane posterior: al asentar la superficie en la forma descrita se le dá un grado de aspereza que permite que la nueva capa de pintura se "agarre" con facilidad.

3.- En caso de haber hongos, deberán quitarse perfectamente usando una solución de fosfato trisódico (25 grs. por lt.), enjuagando después con agua limpia y secando la superficie perfectamente antes de pintar.

4.- Si hubiera presencia de aceites, grasas o materiales resinosos, lo más adecuado será lavar usando disolventes, teniendo

en cuenta la toxicidad, velocidad de evaporación, poder disolvente y costo de los mismos.

5.- Pintura vieja.- Para llevar a cabo una labor de repintado y cuando la pintura antigua presenta buena adherencia, no siempre es necesario desprenderla dejando a la vista la su perficie básica.

Está comprobado que cuando ésta capa está en buenas condi ciones, representa un fondo a base de primera calidad y solamente será necesario tomar ciertas precauciones para asegurar un buen trabajo de pintura.

Inicialmente, deberá probarse si la nueva pintura es compa tible con la anterior, o sea si no la levantará, arrugará, etc. (ejemplo: el caso de aplicar una laca o una pintura con disolventes fuertes, sobre un esmalte alquidálico de secado al aire).

En el caso que la pintura vieja esté deteriorada en forma parcial o total, habrá que botarla y preparar la superficie como si se tratara de una superficie nueva.

La remoción de la capa de pintura puede ser parcial cuando las áreas afectadas son pequeñas y no representan más de un 25 a 30% de la superficie total. En este caso, primero se desprenderá la pintura suelta con una espátula o cepillo de alambre y luego con una lija se asentaría hasta que no se sientan irregularidades entre la superficie ya limpiada y la capa de pintura antigua.

Cuando la pintura antigua se encuentra en condiciones pésimas, debe desprenderse ya sea en forma manual o mecánica. Se

pueden usar removedores, soplete de fuego, pistola con vapor a presión o chorro de arena.

6.- El óxido y escala de laminación se deberán eliminar por medio de limpieza con cepillo de alambre o chorro de arena a presión. El método más recomendado es el de limpieza con chorro de arena, limpiando hasta "metal blanco", cuando se ha efectuado la limpieza es necesario aplicar el primario lo más pronto posible, para no exponer el metal desnudo a la corrosión.

Existen varios métodos de preparación de la superficie, estos dependen del tipo de recubrimiento y de las condiciones de la superficie , medio ambiente existente y costos.

Una vez que el recubrimiento adecuado ha sido seleccionado, el siguiente paso es asegurarse que el material tendrá adherencia permanente.

Algunos de los contaminantes que impiden la adherencia son:

- a). Herrumbre
- b). Costras de óxido
- c). Escamas de laminación
- d). Suciedad
- e). Productos químicos
- f). Aceites
- g). Grasas
- h). Soldaduras
- i). Pinturas anteriores

The Steel Structures Painting Council, ha definido varios grados de limpieza con disolventes, ácidos, sopleteados con abrasivos, etc., que a continuación enumeramos y posteriormente detallaremos.

- 1.- Limpieza con solventes
- 2.- Limpieza con herramientas manuales
- 3.- Limpieza con herramientas mecánicas

- 4.- Limpieza con flama
- 5.- Sopleteo con abrasivos a metal blanco
- 6.- Sopleteo con abrasivos en grado comercial
- 7.- Sopleteo con abrasivos ráfaga
- 8.- Limpieza con ácidos
- 9.- Intemperizado y sopleteado con abrasivos
- 10.- Limpieza con abrasivos cercano a metal blanco

1.- Limpieza con solventes.

Para eliminación de:

Aceite  
Grasa  
Suciedad

Equipo:

Brocha de fibra dura  
Aspersión  
Trapo limpio

Tasa de limpieza para depósitos ligeros.	M2/hr. 18.58-23.32	Pie2/hr. 200-250
--	-----------------------	---------------------

Tasa de limpieza para depósitos pesados.	4.64-9.28	60-100
--	-----------	--------



**Ventajas:**

Elimina los residuos de grasa  
Elimina los residuos de aceite  
Mejora la adherencia del recubrimiento  
Rejuvenecimientos de acabados  
No es costoso  
Previene la contaminación de abrasivos

**Limitaciones:**

No elimina el óxido  
No elimina la corrosión  
No elimina la escama de laminación  
Requiere de un secado con trapos limpios

**2.- Limpieza con herramientas manuales.**

Para eliminación de:      Oxido flojo  
                                 Escama de laminación floja  
                                 Pintura floja

Equipo:                      Cepillos de alambre  
                                 Lijas  
                                 Martillos  
                                 Navajas

**Tasa de limpieza:** El óxido y la escama de laminación, deben de clasificarse como flojos si pueden eliminarse a una velocidad de 0.186 m<sup>2</sup>/min. ( 2 pie<sup>2</sup>/min. ).

**Ventajas:** Util para retoques  
Resanes de áreas pequeñas  
Para pinturas interiores o exposiciones normales al exterior.

**Limitaciones:** Trabajo cansado  
Superficie pobre para pintar  
Costoso en proyectos grandes  
Difícil de inspeccionar  
No satisfactorio en inmersión

### 3.- Limpieza con herramientas mecánicas.

**Para eliminación de:** Escamas de laminación floja  
Óxido flojo  
Pintura floja

**Equipo:** Cepillos de alambre rotatorios de potencia.  
Pistolas de impacto  
Martillos desescamadores  
Lijadoras  
Esmeriladoras

Tasa de limpieza: El óxido y la escama de laminación, debe clasificarse como flojos, pueden ser eliminados por una máquina con cepillo de alambre eléctrico a una velocidad de  $0.180 \text{ m}^2/\text{min}$ .  
(  $2 \text{ pie}^2/\text{min}$ . ).

Ventajas: Bueno para áreas difíciles  
Mayor velocidad de limpieza, a menor costo.  
Util para retoques  
Resanes de áreas pequeñas  
Alternativa cuando no se puede emplear arena.

Limitaciones: Trabajo cansado  
Tiende a pulir la superficie  
Reduce el anclaje  
Costoso en proyectos grandes  
Proporciona solamente una superficie buena para ser pintada.  
Difícil de inspeccionar.

#### 4.- Limpieza a la flama.

Para eliminación de: Pintura vieja  
Escamas de laminación  
Óxido  
Escama de fundición

Equipo:                   Soplete de on-acetilino  
                          Tubería de aire  
                          Herramientas manuales  
                          Herramientas mecánicas

Ventajas:                Elimina pintura vieja  
                          Elimina escama floja  
                          Elimina óxido  
                          Alternativa cuando no se emplea  
                          chorro de arena.

Limitaciones:            Elimina parte de las escamas de  
                          laminación.  
  
                          Debe ser seguido por otros métodos  
                          de limpieza.  
  
                          El primario debe de aplicarse antes  
                          de que la superficie esté fría.  
  
                          Su aplicación es limitada.

#### 5.- Limpieza con chorro de arena al metal blanco.

Para eliminación de:

Escama de laminación  
Óxido  
Costras de óxido  
Pintura vieja  
Materias extrañas

Aceite

Grasa

Polvo

- Métodos:
- Núm. 1 - Chorro de arena con aire comprimido
  - 2 - Chorro de arena húmedo con aire comprimido
  - 3 - Chorro de gravilla con aire comprimido
  - 4 - Chorro de granalla por aire comprimido
  - 5 - Chorro de gravilla con rueda centrífuga
  - 6 - Chorro de granalla por rueda centrífuga

- Equipo:
- Compresor de aire
  - Mangueras de aire, conexiones y válvulas de diámetro amplio.
  - Máquina sopladora de arena
  - Manguera de soplado de arena
  - Boquilla tipo venturi
  - Válvulas neumáticas de control remoto
  - Separador de humedad
  - Boquilla de aire de alta presión
  - Abrasivo
  - Casco de seguridad para suministro de aire con purificador.
  - Operarios bien preparados
  - Instrumentos de medición

Tasa de Limpieza

<u>METODO #1</u>	<u>METODO #2</u>	<u>METODO #3</u>	<u>METODO #4</u>
11.6 mts <sup>2</sup> /hr	8.3 mts <sup>2</sup> /hr	6.5 mts <sup>2</sup> /hr	4.6 mts <sup>2</sup> /hr
125 pies <sup>2</sup> /hr	90 pies <sup>2</sup> /hr	70 pies <sup>2</sup> /hr	50 pies <sup>2</sup> /hr

Consumos de Arena

49 kgs/m <sup>2</sup>	58.6 kgs/m <sup>2</sup>	98 kgs/m <sup>2</sup>	222 kgs/m <sup>2</sup>
10 lbs/pie <sup>2</sup>	12 lbs/pie <sup>2</sup>	20 lbs/pie <sup>2</sup>	25 lbs/pie <sup>2</sup>

Ventajas:

- A). El sistema ideal de preparación de superficie.
- B). Proporciona el patrón de anclaje requerido.
- C). Elimina escamas de laminación y el 100% de contaminantes.
- D). Empleando el mismo sistema de recubrimiento sobre superficie preparada con limpieza con herramientas manuales, éste dará la mitad de la vida del recubrimiento con respecto a la preparación del metal blanco.

Limitaciones:

No se puede usar en áreas confinadas  
Requiere de una adecuada selección de la arena  
Inversiones elevadas de equipo  
Personal calificado

6.- Limpieza con chorro de arena grado comercial.

Para eliminación de: Escamas de laminación  
Oxidos  
Costras de óxido  
Pintura  
Materias extrañas  
Grasas  
Aceite  
Polvo

- Método: Núm. 1 - Chorro de arena seco con aire comprimido.
- 2 - Chorro de arena húmedo con aire -- comprimido.
- 3 - Chorro de gravilla con aire comprimido.
- 4 - Chorro de granalla con aire comprimido.
- 5 - Chorro de gravilla por rueda centrífuga.
- 6 - Chorro de granalla por rueda centrífuga.

Equipo: (Igual al empleado en método anterior).

Tasa de Limpieza

<u>METODO #1</u>	<u>METODO #2</u>	<u>METODO #3</u>	<u>METODO #4</u>
23.2 mts <sup>2</sup> /hr	18.6 mts <sup>2</sup> /hr	13 mts <sup>2</sup> /hr	9.3 mts <sup>2</sup> /hr
250 pies <sup>2</sup> /hr	200 pies <sup>2</sup> /hr	140 pies <sup>2</sup> /hr	100 pies <sup>2</sup> /hr

Consumo de Arena

19.5 kgs/m <sup>2</sup>	29.2 kgs/m <sup>2</sup>	39 kgs/m <sup>2</sup>	58.4 kgs/m <sup>2</sup>
4 lbs/pie <sup>2</sup>	6 lbs/pie <sup>2</sup>	8 lbs/pie <sup>2</sup>	

Ventajas:

- A). Es el mínimo grado aceptable de preparación de superficie.
- B). Proporciona el patrón de anclaje requerido.

Limitaciones:

Solo el 67% de los contaminantes y escala de laminación son removidos.

No se puede emplear en áreas confinadas.



Requiere de una selección adecuada del área  
Inversiones elevadas de equipo  
Áreas amplias de trabajo  
Personal calificado

7.- Limpieza con chorro de arena tipo ráfaga.

Para eliminación de: Escama de laminación floja  
Óxido flojo  
Pintura floja  
Aceite  
Grasa y suciedad

- Métodos: Núm. 1 - Chorro de arena seco con aire comprimido.  
2 - Chorro de arena húmedo con aire comprimido.  
3 - Chorro de gravilla con aire --- comprimido.  
4 - Chorro de granalla con aire --- comprimido.  
5 - Chorro de gravilla por rueda centrífuga.  
6 - Chorro de granalla por rueda centrífuga.

Equipo: (Igual al empleado en el método anterior).

Ventajas: Solo elimina escama de laminación floja  
Oxido flojo  
Pintura floja  
Aceite  
Grasa  
Suciedad

Este sistema de limpieza se le emplea por ser el más económico de las especificaciones de limpieza con -- chorro de arena.

Solo se le recomienda para exposiciones no corrosivas.

Limitaciones: No se puede emplear en áreas confinadas, requiere de una selección adecuada de arena.

Inversiones elevadas de equipo  
Areas amplias de trabajo  
Personal calificado

#### 8.- Limpieza por medio químico ( Acido ).

Para limpieza de:

Escamas de laminación

Oxido

Costras de óxido

**Métodos:** Inmersión en soluciones frías o calientes de ácido sulfúrico, clorhídrico o fosfórico.

**Equipo:** Equipo de laboratorio, tales como:

Balanza analítica

Potenciómetro

Reactivos analíticos

Recipientes adecuados.

**Ventajas:** Util para áreas pequeñas

Muy empleado en línea blanca

Elimina escama de laminación

**Limitaciones:** No se le emplea en el campo

Es muy riesgoso su manejo

Requiere de personal capacitado

De patrón de anclaje reducido

El tamaño de la pieza a limpiar es

limitada.

9.- Alteración debida a los agentes atmosféricos seguido de limpieza por medio de sopleteo.

Este método de limpieza es empleado para quitar escamas de laminación, haciéndolas caer mediante el desarrollo del óxido.

Posteriormente este óxido es eliminado por limpieza con chorro de arena.

Factores negativos son la mala apariencia que prevalece durante el período de exposición a la intemperie y el óxido denso que tenga que quitarse.

10.- Limpieza con chorro de arena cercano a metal blanco.

Para eliminación de: Escamas de laminación  
Óxido  
Costras de óxido  
Pintura vieja  
Materias extrañas

- Métodos: Núm. 1 - Chorro de arena seco con aire comprimido.  
2 - Chorro de arena húmedo con aire comprimido.  
3 - Chorro de gravilla con aire comprimido.  
4 - Chorro de granalla con aire comprimido.

- 5 - Chorro de gravilla por rueda centrífuga.
- 6 - Chorro de granalla por rueda centrífuga.

Tasa de Limpieza

<u>METODO #1</u>	<u>METODO #2</u>	<u>METODO #3</u>	<u>METODO #4</u>
13.9 mts <sup>2</sup> /hr	9.9 mts <sup>2</sup> /hr	7.4 mts <sup>2</sup> /hr	5.4 mts <sup>2</sup> /hr
150 pies <sup>2</sup> /hr	107 pies <sup>2</sup> /hr	80 pies <sup>2</sup> /hr	58 pies <sup>2</sup> /hr

Consumo de Arena

39.1 kgs/m <sup>2</sup>	18.9 kgs/m <sup>2</sup>	18.2 kgs/m <sup>2</sup>	97.8 kgs/m <sup>2</sup>
8 lbs/pie <sup>2</sup>	10 lbs/pie <sup>2</sup>	16 lbs/pie <sup>2</sup>	20 lbs/pie <sup>2</sup>

**Ventajas:** El 95% de la superficie queda libre de la escama de laminación, productos de la corrosión, pintura y materias extrañas.

Se emplea cuando el recubrimiento protector va a ser expuesto a condiciones de mucha humedad, atmósfera química, exposición marina.

Limitaciones: El color de la superficie limpia, puede ser afectada por el tipo de abrasivo empleado.

El 5% de la superficie, contiene algunos de los contaminantes, no se puede emplear en áreas confinadas.

Inversiones elevadas de equipo, áreas amplias de trabajo, personal calificado.

Cuando limpiar con chorro de arena superficies previamente pintadas.

- a).- Inspección visual de la superficie
- b).- Efectuar prueba de la navaja
- c).- Raspar profundamente la pintura vieja

CONDICIONES DE LA SUPERFICIE

75% Intacta

PREPARACION

Retóquese con Primario las áreas desnudas.

Menos del 75%  
intacta.

Limpieza con chorro de arena  
el área completa.

Quebradiza corroída

Limpieza con chorro de arena  
el área total.

### PREPARACION DE SUPERFICIES DE MADERA

Para remover la capa de pintura antigua, lo más recomendable es utilizar lija, pudiendo ser al principio de grano grueso y después para asentar de un grano más fino. También se puede usar un removedor con excelentes resultados, pero se deberá tener mucho cuidado de no " hinchar " la madera al limpiar los residuos; de cualquier manera, es muy conveniente al final, asentar la superficie usando lija fina.

Cuando ya está limpia la superficie se aplicará una mano muy delgada de sellador y una vez que haya secado, se rellenarán los huecos o rayaduras profundas, utilizando un rellenedor especial para dicho propósito.

Cuando se trate de superficies nuevas, se deberá asentar con una lija, después sellar todas las vetas resinosas y nudos, ya que de lo contrario se presentarán problemas con el acabado.



## PREPARACION DE SUPERFICIES DE TIPO PETREO

Los principales factores que se deben controlar, son el grado de humedad y la alcalinidad que éstas presentan.

- a) Ladrillo.- Cuando es nuevo, generalmente se presenta el problema de eflorescencia de sales, se presenta en forma de una capa de aspecto blanquecino que se deposita sobre la superficie, se deberá limpiar utilizando un cepillo de alambre y lavando posteriormente con una solución de ácido muriático diluido, enjuagando posteriormente con agua limpia.

En caso de repintado, se seguirán las recomendaciones generales y se resanará antes de pintar. Es muy importante dejar secar bien para evitar problemas posteriores.

- b) Concreto.- Si es nuevo se deberá dejar durante un periodo de noventa días antes de pintar, con el fin de neutralizar la alcalinidad y mejorar la adherencia.

En el caso de concreto muy liso, es recomendable aplicar solución de ácido muriático a un 10% aproximadamente ( para preparar la solución no se debe-

### PREPARACION DE SUPERFICIES DE TIPO PETREO

Los principales factores que se deben controlar, son el grado de humedad y la alcalinidad que éstas presentan.

- a) Ladrillo.- Cuando es nuevo, generalmente se presenta el problema de eflorcencia de sales, se presenta en forma de una capa de aspecto blanquecino que se deposita sobre la superficie, se deberá limpiar utilizando un cepillo de alambre y lavando posteriormente con una solución de ácido muriático diluido, enjuagando posteriormente con agua limpia.

En caso de repintado, se seguirán las recomendaciones generales y se resanará antes de pintar. Es muy importante dejar secar bien para evitar problemas posteriores.

- b) Concreto.- Si es nuevo se deberá dejar durante un periodo de noventa días antes de pintar, con el fin de neutralizar la alcalinidad y mejorar la adherencia.

En el caso de concreto muy liso, es recomendable aplicar solución de ácido muriático a un 10% aproximadamente ( para preparar la solución no se debe-

rán usar recipientes metálicos ). Para repintado, seguir las recomendaciones generales y asegurarse de lavar y dejar secar perfectamente antes de pintar.

- c) Yeso.- Si la superficie es nueva, es indispensable dejarla secar perfectamente antes de pintar, después se limpiará el polvo con un trapo y quedará lista.

Para repintar, se removerá la pintura floja utilizando una lija fina, después se lavará con agua y se dejará secar, en caso de que haya sido necesario resanar y cuando esté ya seco el resane, se deberá aplicar sobre él una mano de sellador.

#### RECOMENDACIONES.

Es muy importante hacer notar que después de haber limpiado la superficie, se deberá pintar a la brevedad posible, ya que entre mayor tiempo se espere más probabilidades hay que la superficie se contamine o se ensucie nuevamente.

En el caso de la limpieza con chorro de arena, es bastante crítico el tiempo para pintar la superficie, ya que el metal una vez preparado, se oxida con una facilidad y rapidéz increíble.

Hay que especificar exactamente qué es lo que se desea lograr y cuál va a ser el método que se va a emplear.

Inclusive, en caso de ser posible prepare una pequeña área dándole el grado de limpieza que usted desea obtener y úselo como estandar o patrón, para que los operarios puedan igualar el grado deseado en el resto del trabajo.

#### IV. SELECCION DE LAS PINTURAS MAS APROPIADAS EN CADA CASO.

Existen varios tipos de pintura en el mercado, por lo que es necesario hacer una clasificación informal de éstas de acuerdo a sus propiedades y características principales, para con esto, realizar la selección que resulte adecuada a las necesidades de cada caso particular donde se requiera pintar.

##### CLASIFICACION DE PINTURAS.

Las pinturas podemos clasificarlas, de muy diversas maneras, atendiendo a varios factores:

1.- Según el medio ambiente donde se emplean:

- a) Interior
- b) Exterior

2.- Según las condiciones de secado en:

- a) De secado al aire, o sean aquellas que puedan secar en un lapso razonable a una temperatura de 25°C.
- b) Secado forzado, las cuales pueden secar completamente a una temperatura máxima de 100°C.

- c) De horneado, las cuales secan a más de 100°C.

3.- Según la manera en la cual endurecen:

- a) Secado por oxidación
- b) Secado por termopolimerización
- c) Secado por evaporación
- d) Secado por agente curador (catalizador)  
etc.

4.- Según el medio de aplicación en:

- a) Con brocha
- b) Con aerógrafo
- c) Por inmersión, etc.

5.- Según el uso general a que se destinen en:

- a) Industriales
- b) Para usos domésticos
- c) Para usos misceláneos

6.- Según su composición en:

- a) Alquidálicas
- b) Vinílicas
- c) Acrílicas
- d) De hule clorado
- e) Epóxicas, etc.

Así podríamos seguir mencionando multitud de factores que dan lugar a clasificaciones de pintura adecuados a dichos factores.

Para la finalidad de este trabajo, se hará una clasificación de acuerdo a la naturaleza de su composición, pero antes es necesario tener una idea más precisa de lo que es una pintura.

Existen varias definiciones de lo que es una pintura como la siguiente:

Pintura es una dispersión de pigmento en: A) Un vehículo y solvente, B) un vehículo emulsionado, de tal forma que se pueda aplicar por varios métodos como: brocha, pistola, etc. y que después de evaporarse los solventes o la porción volátil, formen una película coloreada continua por oxidación, evaporación, catalización o alguna otra forma de secado, y que decora y protege una superficie.

También se puede definir de una forma sencilla como: Pintura es un determinado recubrimiento hecho con la finalidad de proteger y decorar una cierta superficie.

## COMPOSICION DE LAS PINTURAS

Basicamente puede decirse que una pintura está compuesta de dos partes principales:

- a) PARTE PIGMENTARIA Y CARGAS
- b) EL VEHICULO

**PIGMENTOS Y CARGAS.-** Pigmento es aquella parte de la pintura que se encarga de proporcionar color y poder cubriente (bioxido de titanio, amarillo de cromo, negro de humo, etc.). Se usa el término CARGA para denominar a los pigmentos de bajo índice de refracción (se toma como base el del aceite de linaza que es 1.5 y generalmente los valores de estos pigmentos oscilan alrededor de esta cifra) que no proporcionan gran influencia en el color y cubrimiento pero que son materiales indispensables para balancear adecuadamente la pigmentación de una pintura (arcilla, talcos, carbonatos, etc.).

**VEHICULO.-** Está constituido por una sustancia formadora de película, disolventes y agentes modificadores.

**Formador de Película.-** El formador de película, puede ser un aceite, una resina, un polimero, etc.; como su nombre lo indica su principal función es la de formar una película sólida y continua al secar. El formador de película imparte muchas de las propiedades de una pintura como: dureza, durabilidad, tiempo de secado, etc. (aceites, resinas alquidálicas, emulsiones de latex, etc.).



Disolventes.- Este componente del vehículo, actúa principalmente como modificador de la viscosidad.

Entonces, el papel fundamental del disolvente es de dar al formador de película la consistencia requerida para poder ser aplicado sobre las superficies. Una vez extendido el formador de película, el disolvente debe evaporarse abandonando la película en forma tal que deje un acomodamiento de las moléculas de la película adecuado para las características que se requiere.

Por supuesto, todo esto debe hacerse al menor costo posible.

Por lo tanto hay tres condiciones fundamentales que se tienen que tomar en cuenta.

Primera Condición.- El disolvente o el sistema de disolvente (mezcla de solventes) tiene que disolver o dispersar el formador de película y llevarlo a consistencia de fácil aplicación.

Segunda Condición.- El disolvente o el sistema de disolvente, tiene que evaporarse a una velocidad conveniente para el acomodamiento de las moléculas de la película, dando tiempo a la debida nivelación.

Tercera Condición.- El disolvente o el sistema de disolvente, debe ser lo más barato posible.

Cada requisito depende de muchas características de los disolventes y no de uno solo, por ello es difícil encontrar un solvente ideal que cumpla con todos los requisitos él solo, por

eso en la industria se habla casi siempre de un sistema de disolventes.

Concepto de Disolvente Activo, Cosolvente y Diluyente.-

Se dice que un solvente es un DISOLVENTE ACTIVO con respecto a una RESINA dada cuando por sí solo, sin ayuda de ningún otro disolvente es capaz de disolver esa resina. Desde luego, si se cambia la resina por otra, ese disolvente puede no ser o sí ser activo.

La disolución de una resina en un disolvente, corresponde a una solución coloidal y puesto que no llega a la saturación, mientras la resina tenga cualquier cantidad de disolvente activo podemos seguir hablando de una solución o de que el disolvente sigue disolviendo la resina.

Se dice que un disolvente es un COSOLVENTE o solvente latente para una resina dada, cuando por sí solo no disuelve a la resina pero que cuando se emplea junto con un disolvente activo también actúa como solvente activo o aumenta la actividad del solvente activo.

DILUYENTE es aquel disolvente que por sí solo no disuelve la resina, pero que se añade al sistema de disolvente porque ayuda a obtener la consistencia deseada y a regular la velocidad de evaporación a MENOR COSTO.

Se hace hincapié en que se califica un disolvente como activo, cosolvente o diluyente con respecto a una resina dada porque si se cambia la resina, el que para la primera es activo puede ser cosolvente o diluyente para la segunda y viceversa.

**Agentes Modificantes.**- Bajo este nombre se agrupan una larga lista de substancias con las más diversas propiedades y efectos sobre la película seca y húmeda y sobre la pintura en estado líquido. Algunos ejemplos de agentes modificantes son los siguientes:

1.- Lecitina de soya en esmaltes de secado al aire. Contribuye a dar una mejor brochabilidad a la pintura.

2.- Secantes nafténicos.- Contribuyen a disminuir el tiempo de secado y a proporcionar una película de mejores propiedades.

3.- Agentes Antinata. Permiten almacenar la pintura por tiempo relativamente largo sin presentar una oxidación superficial.

4.- Agentes tixotrópicos. Proporcianan una falsa viscosidad a la pintura, permitiendo un largo período de almacenaje sin asentamientos fuertes.

5.- Agentes tensoactivos. Modifican el ángulo de contacto entre pigmentos y vehículo, permitiendo moliendas más efectivas y más económicas.

6.- Dispersantes. Tienen como objeto evitar que las partículas dispersas vuelvan a formar agregados o floculen. Etc.

Es necesario hacer notar que cuando se utiliza la pintura con un cierto grado de tecnología, se encuentra que la mayoría de los casos, no se habla de un solo recubrimiento, sino que se emplean "SISTEMAS". Un sistema generalmente está constituido

por una mano llamada primario y otra siguiente denominada acabado.

La finalidad del "primario" o "fondo" es servir de protección anticorrosiva y ofrecer al acabado una superficie sobre la que pueda adherirse fácilmente. Los primarios son generalmente formulados con un alto contenido de pigmentos anticorrosivos (Óxido de fierro, Óxido de plomo, cromato de zinc, etc.) su apariencia es mate y ligeramente satinada y la película que forman no es dura y se lija con facilidad.

El "acabado" protege al primario formando una película elástica y dura, de apariencia agradable y gran resistencia a los agentes como agua, luz, cambios de temperatura, etc.

Hay sistemas muy especiales que son de varios componentes, por ejemplo: (primario, enlace y acabado, etc.), que se usan para trabajos muy específicos.

Lo anterior se puede resumir como sigue:

- PRIMARIO: Adherencia al sustrato, inhibir corrosión
- ENLACE: Aumentar la resistencia física, impermeabilidad a iones, humedad y oxígeno.
- ACABADO: Dar color, apariencia decorativa, resistencia al ambiente externo (químico o intemperie).

## CLASIFICACION DE LOS PRINCIPALES TIPOS DE PINTURA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.

La clasificación se hará de acuerdo a su naturaleza química, presentando sus principales propiedades, sus usos más comunes y recomendaciones. En esta forma se sentará un criterio para poder seleccionar en un momento dado, la pintura más adecuada para cada trabajo.

### PINTURAS ALQUIDALICAS.

Las llamadas resinas alquidálicas, se conocen también con los nombres de resinas ALCIDICAS, ALQUIDICAS, ALKIDALICAS, -- ALQUID, etc., siendo todos estos términos derivaciones fonéticas del término ALCID con el que KIENLE designó este tipo de compuestos. El nombre proviene de las palabras ALCOHOL y ACID, de las cuales KIELE tomó las sílabas AL del alcohol y CID del ácido.

Químicamente las resinas alquidálicas son el producto de la esterificación de un polialcohol con un poliácido; ejemplo el triglicerido de la glicerina y el anhídrido ftálico.

Son resinas de aceite modificado que secan rápidamente y son mucho más duras que las de otros aceites ordinarios, son usados en un gran volumen en la actualidad y en una cantidad mayor a cualquier otro tipo de vehículo de pinturas.

Estas pinturas secan tanto por evaporación de disolventes como por la oxidación de aceite. Entre más aceite tenga la fórmula, más tardará la pintura en secar, más bajo será el brillo y mejor la elasticidad de la película seca.

Los alquidales son populares porque tienen las siguientes cinco propiedades sobresalientes:

- a).- Buen secado
- b).- Buena durabilidad en exposiciones al exterior
- c).- Buena retención de color
- d).- Facilidad de aplicación
- e).- Precio moderado

Los alquidales son usados para hacer esmaltes de secamiento rápido, para usarse tanto en interiores como en exteriores de las plantas industriales.

Los recubrimientos alquidálicos se recomiendan para recubrir superficies de fierro, madera y pétreas; en interiores y exteriores cuidando unicamente seguir las instrucciones en cuanto a preparación de superficie.

Tienen una vida útil bastante larga cuando se exponen solamente a ambientes normales y en climas templados de baja humedad.

Comunmente son los mas usados para pintar tuberías, herrería, tanques, rejas, maquinaria, etc.

Los alquidales no deberán aplicarse directamente sobre concreto o cualquier otra superficie alcalina, excepto cuando se haya aplicado primero un primario o sellador resistente a los alcalis. Si no se dispone de un primario de este tipo, se deberá dar un tratamiento a la superficie para neutralizar la alcalinidad.

No se recomienda utilizarlos en atmósferas altamente corrosivas, bajo la acción de agentes químicos, disolventes, aceites o temperaturas altas.

#### PINTURAS EPOXICAS CATALIZADAS.-

Son pinturas de dos componentes que se producen al adicionar un catalizador a un primario o esmalte a base de resina epóxica.

El catalizador reacciona químicamente con la resina para producir una película tan dura y resistente que podría compararse con la de algunos esmaltes secados al horno.

Una vez hecha la mezcla, deberá usarse a la brevedad posible, ya que tiene una "vida útil" efímera y podría gelarse en horas, dependiendo de la formulación. Es muy importante limpiar perfectamente el equipo utilizado inmediatamente al terminar, porque si se dejan residuos, ésta al secar endurecerá haciendo casi imposible la limpieza e inutilizando el equipo.

Las pinturas epóxicas cuando han sido curadas adecuadamente, tienen un extraordinario carácter adhesivo, excelente resistencia a los disolventes, así como a los agentes químicos, principalmente a los álcalis; sin embargo, la resistencia a los ácidos es buena. Por otra parte, las películas que se obtienen son duras aunque flexibles.

Las resinas epoxi demuestran una alta resistencia al impacto. Por todo lo anterior, este tipo de pinturas son usadas ampliamente en las plantas industriales.

Al aplicarlas al exterior, sufren un pequeño "caleo" pero ello no afecta en lo más mínimo su poderosa resistencia y larga duración.

#### PINTURAS EPOXICAS DE SECAMIENTO AL AIRE.

Son pinturas elaboradas por combinación de aceite y resina, siendo en este caso la resina el epoxi.

Para la elaboración de estas pinturas, se utilizan los ésteres de resina epoxi, los cuales tienen una gran semejanza con las resinas alquidálicas ordinarias, no sólo en sus propiedades como vehículo, sino aún en sus características de curado por oxidación.

No tienen ni la dureza, ni la resistencia a agentes químicos de las pinturas epóxicas catalizadas, pero pueden ser recomendadas para proteger superficies sujetas a la acción ocasional de agentes químicos como por ejemplo: salpicaduras, vapores, etc.

Se pueden considerar como pinturas de resistencia intermedia entre la que proporcionan las epóxicas catalizadas y las alquidálicas.

Su apariencia y su manejo es igual a la de la pintura común y tiene la gran ventaja de que al no necesitar un catalizador, no hay problemas de "vida útil" y además de precio moderado.

#### PINTURAS ASFALTICAS.-



El asfalto natural, ha sido usado a través de la historia, como un material protector. Actualmente este material incluye asfalto natural y petróleo.

Los recubrimientos asfálticos son ampliamente usados para la protección de concreto, acero y madera. Son por lo regular de muy bajo costo y tienen muy buena resistencia al agua. Sin embargo, son termoplásticas y tienden a fluir a temperaturas medias, siendo este uno de sus principales inconvenientes. También es necesario hacer notar que este tipo de resinas se degradan rápidamente por la acción del sol y como resultado se presenta estrellamiento de la película.

Afortunadamente se ha encontrado que la adición al asfalto de pigmento de aluminio en forma de hojuelas, reduce considerablemente la tendencia a fluir y el estrellamiento; esto es debido a que el aluminio refleja el calor de los rayos del sol. Consecuentemente este tipo de pinturas asfálticas, es altamente recomendada para techos, porque llegan a disminuir la temperatura en el interior de los edificios, hasta en 8°C aproximadamente.

Otro modo de mejorar la calidad de estos recubrimientos, es adicionando resina epoxi al asfalto.

#### PINTURAS DE LATEX EMULSIONADAS.-

Son pinturas formuladas a base de resinas de latex, las cuales son materiales sintéticos, que según su composición varían en dureza, flexibilidad, desarrollo y retención de brillo, etc.

Tipos comunes de latex son: estireno-butadieno, polivinilacetato, acrílicos y vinilacril acetatos.

Son pinturas que utilizan como disolvente solamente agua y por ello han alcanzado una gran popularidad. El mecanismo de secado de estas pinturas, es por la coalescencia de partículas de latex cuando el agua se ha evaporado de la película.

El uso de las pinturas de latex, se ha aumentado considerablemente, desplazando parcialmente a las de aceite y alquidánicas porque tienen las siguientes ventajas sobre éstas:

- a).- Facilidad de aplicación
- b).- Retención de color
- c).- No impregnan con olor a disolventes
- d).- Rápido secado
- e).- Se pueden recubrir casi de inmediato
- f).- Riesgo mínimo de incendio
- g).- Facilidad de limpieza
- h).- Más bajo costo

Hay selladores a base de latex acrílico que permiten usar este tipo de pinturas sobre acero sin que se presenten problemas posteriores de corrosión.

Se debe tener precaución de no aplicar las pinturas emulsionadas a temperaturas menores de 10°C y cuando están aún en el envase, no se deben exponer a frios intensos.

Actualmente estos acabados están siendo mejorados y tienden a sustituir a otras pinturas debido a dos factores decisivos:

Las pinturas que contienen disolventes, al secar los liberan en la atmósfera provocando alta contaminación.

La mayoría de los disolventes son derivados del petróleo y tienen a escasear e incrementar continuamente su costo.

#### PINTURAS DE HULE CLORADO.-

Los vehículos de este tipo, producen películas que son especialmente resistentes a los ácidos y álcalis, y tienen una excepcional resistencia al agua. Son usadas en: Plantas de productos químicos, Planta de tratamiento de agua, fábricas de cerveza, albercas o cualquier lugar donde la resistencia al agua y ácidos o álcalis es requerida.

Los recubrimientos de hule clorado, secan exclusivamente por evaporación de disolventes. La película resultante es sensible al ataque de disolventes y sin importar qué tan vieja sea ésta, podrá disolverse por ataque de los mismos.

Las pinturas de hule clorado tienen una resistencia pobre a la acción de aceites, grasas de tipo animal, vegetal, también a ésteres, cetonas y disolventes aromáticos.

No se recomiendan para lugares en donde haya temperaturas prolongadas superiores a 70°C. Son bastante durables en exteriores pero se calean más que las pinturas alquidálicas.

## PINTURAS DE ACEITE.-

El volumen de pintura en las que se utiliza actualmente el aceite, es bajo. Muchos aceites son usados para la manufactura de resinas alquidálicas.

A continuación, se nombran algunos de los aceites más usados en la industria de pinturas, los cuales se usan como normadores directos o como plastificantes de las pinturas.

Aceite de linaza: Es relativamente lento de secado, pero también es un excelente humectante.

Aceite de linaza crudo: Es el aceite tal cual se extrae de la semilla.

Aceite de linaza cocido: Tiene un calentamiento ligero que lo deja en una viscosidad un poco más alta y mejorará su tiempo de secado. Actualmente se usa muy poco.

Aceite de linaza doble cocido: Es aceite de linaza calentado hasta alcanzar una determinada viscosidad. El aceite de linaza doble cocido, puede disminuir la resistencia a la humedad en la resina.

Aceite de tung: Seca rápidamente y tiene gran resistencia al agua y la intemperie, resistiendo más que la mayoría de los otros aceites.

Aceite de pescado: Comparativamente barato y bueno por sus propiedades humectantes. Su principal desventaja, es el amarillamiento, tiene pobre flexibilidad y durabilidad y ba-

ja resistencia a la intemperie. Las pinturas que contienen aceite de pescado son generalmente de calidad inferior.

Aceite de oiticica: Es muy similar al aceite de tung y se usa como sustituto del mismo.

Aceite de ricino: En su estado natural no seca, pero se obtienen propiedades satisfactorias cuando se deshidrata con calor para formar el aceite de ricino deshidratado.

Aceite de soya: La película hecha con este tipo de aceite tiene buena flexibilidad y una excelente resistencia al amarillamiento. El aceite de soya se considera como semi-secante y es de menor poder de secamiento que el de linaza y el de tung.

Aceite de cártamo: No se amarillea, seca lentamente, pero más rápido que el de soya.

#### PINTURAS OLEORESINOSAS.-

Están compuestas por vehículos formados primeramente de aceite, pero modificados con varias resinas y generalmente las características predominantes son las del aceite.

Son más duras que las pinturas de aceite, secan más rápido, poseen un brillo mayor y son más durables.

#### PINTURAS FENOLICAS.-

Están hechas con resinas fenólicas modificadas con aceite en cantidades variables. Las películas hechas con estos vehículos, secan por evaporación de disolventes y por oxidación de aceites.

Tienen buena resistencia al agua y los agentes químicos, pero se suavizan por la acción de disolventes fuertes. Las resinas fenólicas se decoloran con el tiempo y la película de pintura se vuelve muy dura. Una película de pintura fenólica envejecida es muy difícil de recubrir, porque presentará problemas de adherencia al acabado nuevo.

La adherencia puede mejorarse un poco si la superficie vieja se lija adecuadamente.

#### PINTURAS DE URETANOS.-

Se han desarrollado nuevos tipos de polímeros que presentan características similares o superiores a los epóxicos. Hay varios tipos:

##### a).- URETANOS MODIFICADOS CON ACEITES SECANTES Y RESINAS ALQUIDALICAS.

Son aquellos que proporcionan películas con propiedades muy similares a las de la resina usada para modificar. Secan por evaporación de disolventes y oxidación del aceite. Se presentan en un solo envase y puede decirse que dan un acabado muy similar al de los ésteres epóxicos, pero con la diferencia

de que forman películas más duras y con excelente resistencia a la abrasión.

b).- URETANOS QUE CURAN CON HUMEDAD.

Son aquellos que no han sido modificados. Tienen excelente flexibilidad y resisten bien al agua y a los agentes químicos. Su resistencia a la abrasión es sobresaliente. Curan por evaporación de disolventes y la reacción con la humedad en el aire, es necesario tener una humedad relativa entre 30 y 90%. Se presentan en un solo envase, pueden ser transparentes o pigmentados pero una vez abierto el envase, tienen una vida útil efímera.

c).- URETANOS QUE SECAN POR LA ACCION DE UN CATALIZADOR.

Son en funcionamiento muy similares a las pinturas epóxicas, pero tienen una resistencia muy superior a toda clase de agentes químicos.

Presentan una película (después de curado) con alto brillo y excelente dureza y pueden hacerse formulaciones para lograr un acabado "texturizado".

Están reconocidas como uno de los llamados "super acabados" y por su alta resistencia y versatilidad, se utilizan para proteger equipos costosos y delicados expuestos a atmósferas severas.

Se pueden aplicar sobre una gran variedad de superficies y lo único que limita su uso en forma más amplia es su relativo alto costo.

#### PINTURAS VINILICAS.-

Las pinturas de este tipo, están hechas con copolímeros plastificados de cloruro de vinilo y acetato de vinilo disueltos en disolventes muy fuertes como ésteres y cetonas. Secan rápidamente por evaporación de disolventes y se recomienda aplicarlas por el método de pulverización.

Debido a su secamiento rápido y a la característica de las resinas vinílicas de poca humectación, se requiere preparar la superficie con chorro de arena para obtener buenos resultados.

Las pinturas vinílicas son termoplásticas y no deberán usarse en superficies que estarán expuestas a temperaturas mayores de 70°C. Además, como secan por evaporación, no deberán exponerse a disolventes fuertes porque se verían afectadas. Dan un acabado de bajo brillo, excelente flexibilidad y resistente a la acción del agua, los agentes químicos y la intemperie.

#### PRIMARIOS RICOS EN ZINC.-

Por sus propiedades tan especiales se utiliza en superficies que se les quiere dar alto grado de protección anticorrosiva.



Están formulados con polvo de zinc dispersado en varios vehículos. Como el zinc tiene un potencial de disolución mayor al del acero, cuando ambos metales están expuestos en una misma celda electrolítica, el zinc se disolverá siempre antes que el acero y en esta forma protege catódicamente al acero, igual que si hubiera recibido un baño caliente de galvanizado. El zinc se convierte en el ánodo y el acero en el cátodo en la reacción electroquímica de la corrosión. Para que pueda realizarse esta protección catódica, debe haber contacto entre las partículas de zinc y el sustrato de acero. Por lo tanto, el contenido de zinc en el primario debe ser de 85% a 95%, y el acero debe estar perfectamente limpio para que funcione el sistema de protección.

La limpieza del acero siempre deberá hacerse con chorro de arena a "metal blanco".

Generalmente se encuentran en el mercado dos tipos de primarios de zinc.

Orgánico.- Se usan vehículos de hule clorado, poliestireno, epoxi-catalizado o vehículos con suficiente resistencia y que además no reaccionen con el zinc.

Inorgánico.- Se usan vehículos de silicato como: silicatos de sodio o etil-silicatos.

Se han tratado brevemente los principales tipos de pinturas para mantenimiento industrial disponibles en el mercado, mencionando rápidamente las características sobresalientes de cada uno de ellos.

La industria de pinturas, está constantemente trabajando y desarrollando acabados que sin duda volverán obsoletos algunos de los recubrimientos mencionados, pero es obligación de todo técnico experto, el mantener actualizado e ir incorporando nuevos productos y técnicas en los trabajos que vaya realizando.

#### SELECCION DE LA PINTURA ADECUADA.-

Para poder llevar a cabo la selección, es necesario primeramente, definir clara y precisamente el tipo de protección y acabado que se desea obtener, el tiempo en que se debe realizar el trabajo, el presupuesto disponible y tener la seguridad de conseguir con oportunidad el recubrimiento elegido.

Para establecer el tipo de protección y acabado que se desea obtener, es necesario seguir este procedimiento.

- 1.- Inspeccionar y evaluar la superficie por pintar.  
(es nueva, se va a repintar, de qué material está hecha, etc.). Cap. I
- 2.- Establecer las condiciones ambientales a las que estará expuesta. (humedad, temperatura, agentes químicos, abrasión, etc.). Cap. II
- 3.- Se planteará a continuación, el tiempo de vida que se espera obtener del recubrimiento que se usará para proteger a la superficie.

4.- También se considerará el tiempo que hay disponible para realizar el trabajo.

Estudiando los cuatro puntos anteriores, se está ya en posibilidad de intentar una selección preliminar.

Así se podrá decir que por ejemplo: se necesitará un recubrimiento para aplicarse sobre superficie de acero nueva, que estará expuesta a condiciones ambientales normales, pero que debido al movimiento de la fábrica, solamente podrá estar fuera de servicio veinticuatro horas y se espera que tenga una duración mínima de un año.

Comparando la información anterior con las propiedades de los recubrimientos existentes, seguramente se encontrará que tres o más de ellos pueden ser utilizados, ya que darán la protección requerida, secarán en un tiempo conveniente y funcionarán bien sobre la superficie que se va a pintar.

El siguiente paso será reducir al mínimo posible, las alternativas de recubrimientos a usar y se deberán considerar los siguientes conceptos.

1.- Cantidad de dinero disponible para el trabajo.-

Se debe considerar no solamente el costo del recubrimiento por litro, sino también el rendimiento por unidad de superficie. En caso de que se requiera de algún equipo especial para la aplicación, es necesario también estimar el costo de la compra o renta del equipo. Si la aplicación requiere de personal

con cierto grado de calificación lógicamente el costo de mano de obra será mayor.

2.- Disponibilidad del producto.-

Es de suma importancia asegurarse que el recubrimiento seleccionado puede conseguirse sin problemas y que el suministro oportuno esté garantizado durante el tiempo que durará el trabajo.

3.- Toxicidad.-

Se puede presentar el caso que dos recubrimientos tengan el mismo número de ventajas para ser escogido, pero uno de ellos tiene componentes que presentan un riesgo mayor para su manejo. (alto nivel explosivo, vapores nocivos, disolventes demasiado fuertes, etc.)

4.- Garantía.-

Una vez seleccionado el tipo de recubrimiento a usarse, es común encontrarse con que hay varios proveedores que pueden proporcionarlo. En estos casos, otro factor importante es el tipo de garantía que se puede esperar de cada uno de ellos. Es muy triste encontrar que después de haber tomado todas las precauciones necesarias para seleccionar un recubrimiento, a la mitad del trabajo se encuentran problemas con el proveedor como por ejemplo: la pintura no es de la misma cali-

dad a la de la muestra inicial, su volumen de fabricación no le permite entregar, a tiempo, el precio contratado no lo puede sostener, etc.

Finalmente, si se consideran los factores anteriores, se tendría la seguridad de que la elección hecha, está respaldada por un concienzudo estudio y no como sucede muchas veces por una apresurada decisión sin bases ni justificantes.

Es necesario insistir en la importancia de la selección adecuada del recubrimiento, porque de ellas depende que la inversión a realizar, sirva para el propósito que se generó "Proteger del medio ambiente, la maquinaria e instalaciones fabriles".

A continuación se dan dos tablas comparativas, una de propiedades generales y otra de resistencias químicas y físicas de diferentes tipos de pinturas.

SELECCION DE RECUBRIMIENTOS  
TIPO DE RECUBRIMIENTOS.

VARIABLE	ALQUIDAL	VINIL	HULE CLORADO	EPOXI	POLIURETANO	INORG. DE ZINC	ACRILICO	FENOLICO
Intemperismo	8	10	7	9	10	10	10	9
Flexibilidad	4	8	8	3	3	3	8	2
Abrasión	6	7	7	9	10	10	7	5
Calor	7	7	5	9	8	10	7	10
Agua	8	10	10	10	9	10	9	10
Sales	8	10	10	10	10	10	9	10
Solventes	4	5	3	8	8	10	4	10
Alcalis	4	9	9	10	9		8	2
Acidos	5	10	9	9	9		9	10

- 10 Excelente Resistencia
- 9-8 Buena Resistencia
- 7-6 Regular Resistencia
- 5-1 Pobre Resistencia

U.N.A.M.

F.E.S.C.

TESIS PROFESIONAL

1984

EUSEBIO VAZQUEZ HERRERIAS.

COMPARACION DE RECUBRIMIENTOS PROTECTORES

	ALQUIDALES	VINIL	HULE CLORADO	EPOXI	POLIURET.	INORG.2N.	ACRILICO	SILICON	FENOLICO
RESINA O POLIMERO	Resina alquídica corta, mediana ó larga.	Copolímeros PVC/PVA	Hule Clorado	Epóxica	Uretano	Silicatos Alcalinos ú Orgánicos.	Acrílica	Poliorgano Siloxano	Fenólica
MATERIALES BASICOS	Poliálcohol Políácido acete secante.	Acetato de vinilo y cloruro de vinilo	Hule natural y cloro	Bisfenol y - epíclorhidrina, poliamina ó poliamida.	Isocianato y Polialcohol	Silicatos Zinc.	Acido acrílico y poli alcohol.	Siloxano - Polímero - orgánico.	Fenol y - Aldehído
TIPO DE SECADO	Evaporación y auto-oxidación.	Evaporación del disolvente.	Evaporación del disolvente.	Evaporación y reacción química.	Evaporación y reacción química.	Reacción química y evaporación	Evaporación del disolvente.	Evaporación del disolvente y horneó	Evaporación del disolvente y - horneó.
VENTAJAS	Resiste intemperismo rural. Buena adherencia y brillo. Fácil de aplicar.	Excelente resistencia a: Ácidos, agua y - - prod. químicos. Secado rápido.	Buena resistencia quím. a: Ácidos, agua. Secado rápido.	Excelente resistencia química a: Alcalis, disolventes, agua. - Excelente adherencia y resistencia a - abrasión.	Buena resistencia química. (álcalis y disolventes) retención brillo y calor.	Excelente resistencia a: disolventes, agua, - abrasión. Da protección catódica.	Excelente retención del brillo y color. Resistencia a álcalis. Poco caleo.	Excelente resistencia al calor seco, a la intemperie y a la electricidad	Excelente resistencia a: alimentos, agua, disolventes Muy duro.
LIMITACIONES	Poca resistencia química - (álcalis y solventes) Regular resistencia al agua y calor.	Adherencia crítica. Poca resistencia a: disolventes y cetónicos y a la temp.	Poca resistencia a disolventes y a la temperatura.	Dos comps. - Caleo, resistencia limitada a ácidos. No cura en - frío (5°C.)	Adherencia muy crítica. Poco - grosor por capa. Burbujeo.	Adherencia crítica. No resiste productos alcalinos ó ácidos.	Poca resistencia a disolventes.	Poca adherencia. Poco - grosor de película.	Poca resistencia a álcalis. - Difficil de aplicar.
USOS	Doméstico ó zonas de corrosión.	Industrial. Inmersión.	Industrial. Piscinas. Línea de tráfico.	Industrial. Interior de tanques.	Industrial decorativo.	Marino Industrial primario permanente. Interior de tanques de disolv.	Industrial decorativo	Chimenes Calderas	Interior de tanques.

## V.- METODOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA APLICACION DE PINTURAS.

Cuando se lleva a cabo un trabajo de mantenimiento y se tiene ya elegida la pintura que se usará, el siguiente paso será determinar qué equipo es el más apropiado para lograr una óptima aplicación.

La forma más sencilla de hacer la selección, consiste en definir los requisitos a cumplir, considerando varios factores, como por ejemplo: Características de la pintura, localización de la superficie, acabado que se requiera, disponibilidad de aire comprimido y energía eléctrica, tiempo en que se debe hacer el trabajo, personal disponible, etc.

Teniendo un cuadro claro de las necesidades del trabajo, entonces ya se puede tratar de elegir el equipo para pintar más adecuado, pero esto no es posible si por principio de cuentas no se tienen suficientes conocimientos con respecto a los principales equipos que existen, sus características, ventajas y limitaciones.

A continuación se hará una descripción de los equipos más utilizados en mantenimiento industrial, cubriendo cada uno de ellos someramente pero con amplitud suficiente para sentar un criterio que permita disponer de elementos para hacer una selección atinada.



**BROCHA.-** Es uno de los métodos para pintar más antiguos que se conocen, pero a pesar de su antigüedad sigue utilizándose con bastante frecuencia debido a lo siguiente:

- a). Bajo costo
- b). Permite pintar áreas en sitios críticos sin contaminar o salpicar.
- c). Cuando se trata de una superficie con poros, se puede lograr una película continua, ya que con una presión de la brocha, las cerdas penetran en los huecos, evitando dejar lugares sin pintar, que luego serían futuros puntos de corrosión.
- d). Su manejo es sencillo y no requiere de gran técnica en el operario.
- e). Están disponibles en tipos y calidades diferentes, aunque aparentemente al nombrar simplemente " una brocha " parece que se ha definido dicho objeto. Hay ciertos aspectos que un experto debe tomar en consideración.

Las brochas se fabrican básicamente en dos tipos:

**A).- BROCHAS DE CERDA NATURAL.-**

Están hechas con pelo de animal, siendo la principal la de pelo de cerdo. Este tipo de brochas siempre se han recomendado para aplicar pintura de aceite, barnices, lacas y otros acabados, por que las fibras naturales son bastante resistentes a los disolventes fuertes.

## B).- BROCHAS DE CERDA SINTETICA.-

Generalmente están hechas de nylon. Las brochas con cerdas sintéticas son adecuadas para aplicar tanto pinturas emulsionadas (solubles en agua), como pinturas a base de aceite. La cerda de nylon absorbe menos agua que las cerdas naturales, resiste también a la mayoría de los disolventes fuertes, y además son más fáciles de lavar que las cerdas naturales.

La calidad de la brocha es un factor decisivo en la facilidad para pintar y en la calidad final del trabajo. Una buena brocha se impregna de más pintura, evita escurrimientos, salpicaduras y al depositar la pintura más suavemente sobre la superficie, evita las marcas de las cerdas sobre el acabado.

Para tener la seguridad que se está usando una buena brocha, ésta deberá tener las siguientes características:

1.- Cerdas de puntas separadas.- Esto permite cargar más pintura y aplicarla más suavemente. Las brochas corrientes normalmente no tienen las puntas de las cerdas separadas.

2.- Cerdas desvanecidas.- En esta forma ayuda en la aplicación, ya que facilita la salida de la pintura acumulada en la brocha hacia la superficie que se está pintando. Es muy conveniente que la base sea más gruesa que la punta, así la brocha tendrá fino el extremo para lograr un trabajo fino y exacto.

3.- Cantidad de cerdas.- Es importante que la brocha esté bien llena de cerdas. Presione las cerdas de la brocha contra la palma de la mano y vea que se sienta abundante y elástica. Si el divisor de la montura de las cerdas en el mango es demasiado grande, se sentirán pocas cerdas y habrá un gran hueco en el centro de la brocha, las brochas con este problema deberán desecharse.

4.- Largo de la cerda.- Debe ser variable. Al pasar la mano sobre las cerdas, las más cortas deben pararse primero y las largas después; esto indica la variedad del largo de las cerdas. Una brocha con cerdas de largo variable, carga mejor la pintura y facilita la salida de ésta más suavemente.

5.- Asiento.- Un asiento fuerte de las cerdas es importante para mejor retención de las cerdas y larga vida de la brocha. Las cerdas deben estar fuertemente pegadas en el asiento; los clavos deben fijar solo la férula al mango.

6.- Tamaño y forma.- Al escoger el ancho de la brocha, debe tomarse en cuenta el tamaño del área que se va a pintar. A continuación se presenta una orientación para seleccionar una brocha:

<u>MEDIDA</u>	<u>U S O</u>
25 a 38 mm. ( de 1 a 1.5 pulg. )	Son brochas adecuadas para retocar o pintar esquinas difíciles de alcanzar.
51 a 76 mm ( de 2 a 3 pulg. )	Resultan adecuadas para trabajos en ventanas, marcos o molduras.
89 a 102 mm. ( de 3.5 a 4 pulg. )	Se recomiendan para superficies planas y áreas grandes como: Paredes, pisos, techos, tanques, etc.
115 a 152 mm. ( de 4.5 a 6 pulg. )	Son las indicadas para grandes superficies como: Muros, bardas, etc.

Las principales desventajas de las brochas son:

- a). Trabajos muy lentos
- b). Acabados poco tersos
- c). Cansan rápido al operario en trabajos grandes
- d). No se pueden usar con pinturas de secamiento rápido
- e). Es necesario tener la fuente de abastecimiento de pintura a poca distancia.

B).- RODILLO.- Es otra herramienta poco costosa y sencilla que se utiliza para pintar. Consiste básicamente en un tubo ( armazón ) que puede ser de plástico, cartón comprimido o metal, que está forrado de una tela especial de

pelillos de longitud variable. También tiene un mango que sujeta al tubo, permitiéndole girar longitudinalmente sobre su eje. Ver figura No. 2

El complemento es una charola que sirve para contener la pintura que se va a aplicar y con la que se cargará el rodillo.

Se recomienda pintar con rodillos superficies planas y uniformes, ya que una vez que el rodillo se ha cargado de pintura introduciéndolo en la charola, se pasará sobre la superficie debiendo tener contacto uniforme y haciéndolo girar poco a poco.

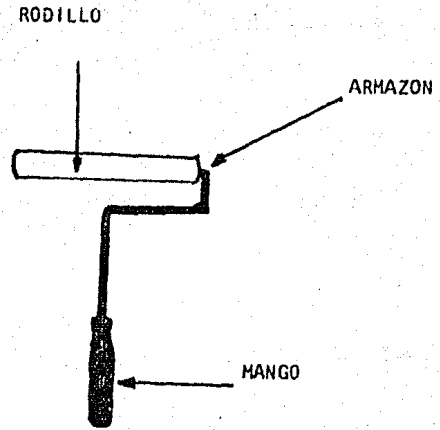
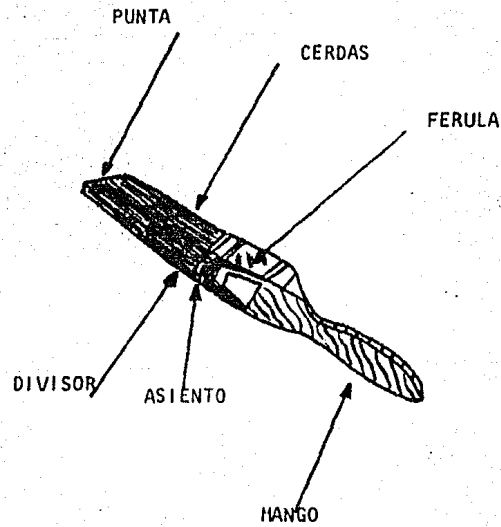
La superficie pintada tendrá un acabado muy uniforme y se avanzará con mucha mayor rapidez que con una brocha. Se puede aplicar varios tipos de pintura con este método ( emulsionadas en agua, esmaltes, etc. ), pero si son pinturas a base de disolventes, se deberá cuidar que no ataquen el material de que está hecho el armazón.

Cuando el rodillo se ha gastado, se reemplaza por otro y se sigue pintando sin ningún problema.

Regularmente se fabrican los rodillos con fibras naturales o sintéticas, siendo las primeras de lana y las segundas de rayón. Hay dos largos de pelo:

Pelo estándar.- De 6.3 a 9.5 milímetros, que se usa para trabajar en condiciones normales.

FIGURA N° 2



U. N. A. M.	F. E. S. C.
TESIS PROFESIONAL	1984
EUSEBIO VAZQUEZ HERRERIAS.	

Pelo grande.- De 19 a 31.7 mm. para superficies ásperas o con pequeños relieves; es muy apropiado para pintar cercas de alambre.

En mantenimiento industrial se usan con frecuencia para pintura de tanques, edificios, bardas, barcos, etc.

C).- PISTOLA PULVERIZADORA.- Es un aparato que sirve para atomizar la pintura que se va a aplicar y representa el método usado con más frecuencia en el mantenimiento industrial.

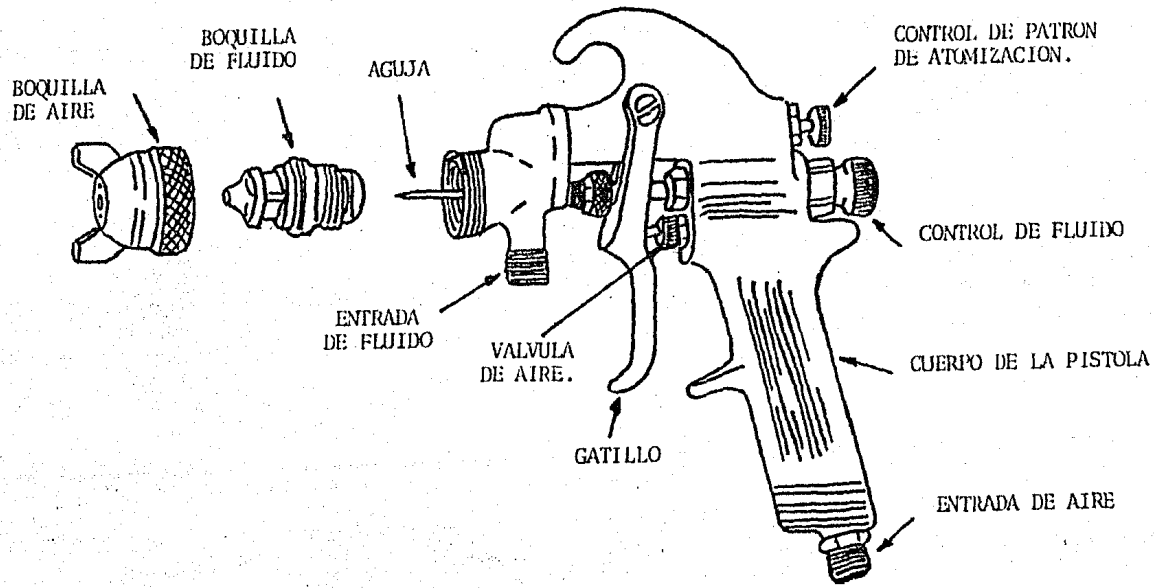
Existen varios sistemas y variaciones dentro de los mismos, pero solo haremos referencia a aquellos que son prácticos en el mantenimiento industrial.

a). PULVERIZACION POR SISTEMA "CONVENCIONAL", O SEA CON AIRE.

Consiste en utilizar aire a presión ( 3 a 5 kgs/cm<sup>2</sup> aproximadamente ) para que al mezclarse con la pintura provoque un choque que hará que se formen pequeñas partículas de pintura. Para llevar a cabo lo anterior, se necesita primeramente una "pistola" que está constituida como se muestra en la figura No. 3

Por este medio se pueden aplicar casi todo tipo de recubrimientos, habiendo variaciones en el tipo de agujas y boquillas, dependiendo de la constancia, tenacidad, abrasividad, etc. de la pintura.

FIGURA N° 3



U.N.A.M.		F.E.S.C.	
TESIS PROFESIONAL		1984	
EUSEBIO VAZQUEZ HERRERIAS			



La pistola de sistema convencional puede ser alimentada de pintura por medio de succión o presión.

El pintado por sifón o succión como también así se le llama, toma su nombre del principio del vacío, usado para sustraer la pintura desde un recipiente; este método de pintado es excelente para usarse cuando se van a aplicar pequeñas cantidades de pintura. Es a menudo el sistema más económico a usarse, porque representa el menor costo inicial; además es el sistema de más fácil mantenimiento.

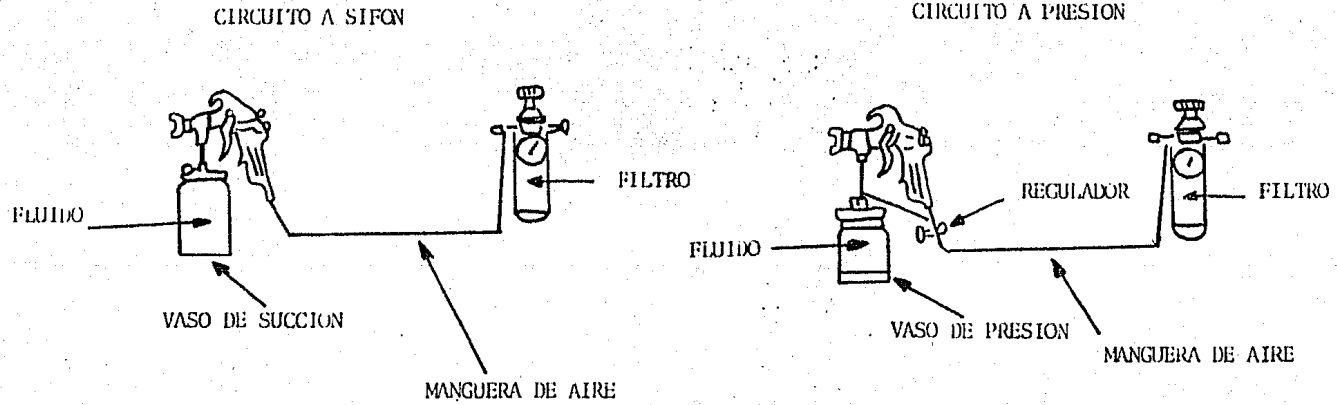
Las limitaciones son:

a) La pintura debe ser relativamente delgada. Cuando el aire fluye por la punta de la boquilla de fluido resulta un vacío parcial; la presión atmosférica empujando sobre la superficie de la pintura del recipiente origina la afluencia de la pintura hacia arriba por el tubo y la hace salir a través de la boquilla. Entre más delgada esté la pintura, menos fuerzas se requiere para moverla.

b) El recipiente de la pintura o copa de sifón, debe ser conectada directamente a la pistola, lo que significa que el operador queda limitado en las posiciones que él pueda usar, más el hecho de que debe cargar el peso de la pintura y la del recipiente en su mano.

Para trabajar a presión, se puede usar también un vaso, pero en este caso, el aire de la pistola entra al recipiente y fuerza a la pintura por el conducto hacia la pistola. Ver figura No. 4

FIGURA N° 4



U.N.A.M.	F.E.S.C.
TESIS PROFESIONAL	1984
EUSEBIO VAZQUEZ HERRERIAS	

La alimentación por presión ofrece las siguientes ventajas:

- 1.- Se pueden manejar materiales más pesados
- 2.- Se abastecerá mayor cantidad de fluido
- 3.- Los operadores podrán aplicar en cualquier posición
- 4.- Menor fatiga para el operador

Por lo anterior, cuando se necesita manejar volúmenes de pintura mas grandes, se puede trabajar a presión usando un tanque especial que trabaja igual a un vaso. Ver figura No.5 o una bomba de pistón que sea de baja relación ( máx. 5: 1 ) Ver figura No. 5

Las pistolas alimentadas a presión y las alimentadas a succión tienen diferencias y una manera muy fácil de distinguirlas es la siguiente:

En las pistolas alimentadas a succión, la aguja sobresale de la boquilla y en las de presión no.

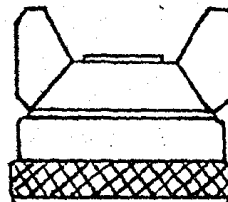
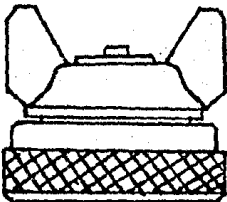
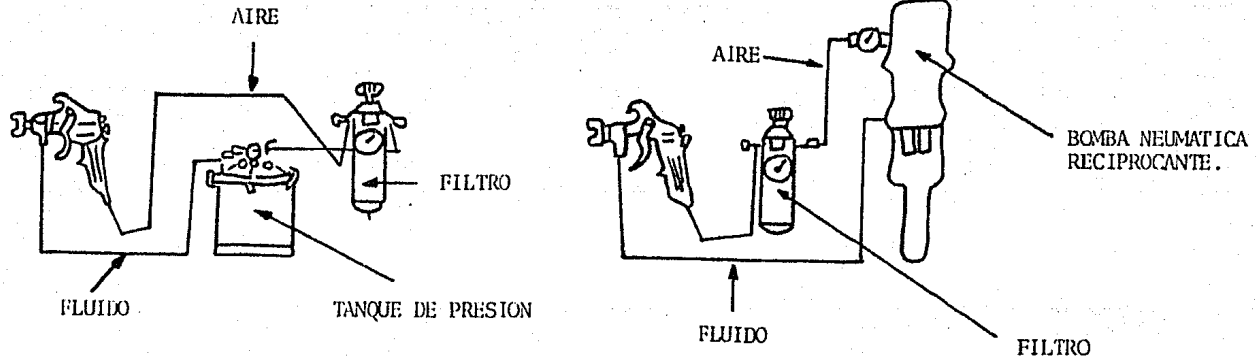


FIGURA N° 5



U.N.A.M.	F.E.S.C.
TESIS PROFESIONAL	1984
EUSEBIO VAZQUEZ HERRERIAS	

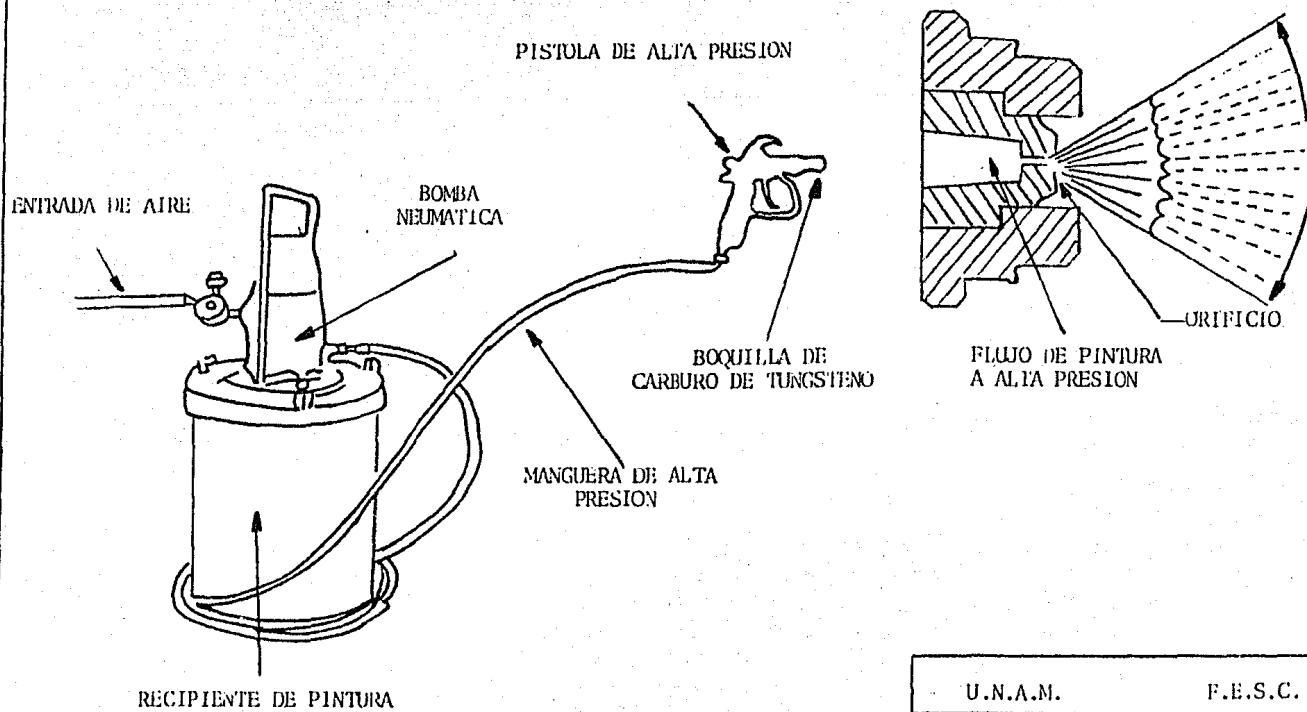
Otra forma de pulverizar pintura consiste en el sistema hidráulico o " airless ". Basicamente trabaja como el chiflón de una manguera de jardín, o sea que un líquido a alta presión al pasar a través de un orificio de diámetro muchas veces menor al de la manguera, aumenta notablemente su velocidad y se rompe el flujo formando un vacío. En el caso de pintura, la manguera normalmente es de 1/4" de diámetro y el orificio de la boquilla de solo unas milésimas de pulgada.

La presión a que se trabaja es de alrededor de 2,500 lb/pulg.2., y por lo tanto, la manguera, boquilla y conexiones son especiales para trabajar a ese rango de presión. Ver figura No. 6

El incremento de presión en la pintura se logra utilizando bombas de pistón, de relación desde 10:1 hasta 40:1, dependiendo del tipo de pintura.

La ventaja de pintar por medio de pulverización, es que se puede avanzar el trabajo con mucha rapidéz, siendo aún más notorio con el tipo hidráulico, ya que se pueden dar espesores más altos en una sola aplicación. La razón es obvia ya que mientras que con el sistema convencional se forma un abanico con partículas de aire y pintura, con el hidráulico se forma unicamente con pintura; el aire de la muestra del sistema convencional " rebota " en la superficie y forma una neblina que lleva una buena parte de pintura. En cambio con el sistema hidráulico, la mayoría de las partículas de pintura se depositan sobre la superficie y solamente una pequeña parte " rebota " debido a la velocidad que lleva.

FIGURA N° 6



U.N.A.M.	F.E.S.C.
TESIS PROFESIONAL	1984
EUSEBIO VAZQUEZ HERRERIAS	

Además, como la presión es mayor, el sistema hidráulico permite manejar la pintura a viscosidades mayores que en el sistema convencional lo que representa un rendimiento mayor.

Viscosidad.- Puede definirse en una forma sencilla --- " como la resistencia que opone un líquido para fluir ". Para medirla se utilizan viscosímetros y los más comunes en la industria de las pinturas son las llamadas " copas " ( Ford, Bhan, etc. ) son recipientes con una medida exacta que tiene en su base un orificio de diámetro muy preciso y que se relaciona a una escala numérica. Para efectuar una lectura de viscosidad, se debe llenar completamente la copa tapando completamente el orificio y luego cronometrar el tiempo que tarda en vaciarse y así se hablará de una viscosidad de tantos segundos en una copa Ford #4 ( o del tipo que se esté usando ).

Es muy importante hacer notar que la viscosidad se ve afectada por la temperatura, ya que a mayor temperatura, la viscosidad baja, y a menor aumenta. Por eso, se ha establecido tomar como patrón, una temperatura de 25°C para checar viscosidad.

Se habla de viscosidad porque de esta propiedad, depende principalmente el que una pintura se pueda aplicar con facilidad. Hay viscosidades recomendadas para manejar la pintura en los diferentes equipos descritos anteriormente.

Generalmente, el fabricante suministra la pintura a una viscosidad superior a la recomendada para pintar y entonces el operario deberá adicionar el disolvente apropiado para re

ducir la viscosidad de la pintura hasta la recomendada para su aplicación.

Espesor de la película de pintura.- La capa de pintura depositada sobre una superficie, puede tener diferentes grosores, pero solo uno será el más recomendable para permitir que el recubrimiento trabaje en forma optima y se obtenga el máximo de protección.

Por las razones anteriores, es necesario especificar el grosor de película que se deberá aplicar en cada trabajo.

Hay dos tipos de grosores, el " húmedo " y el de película " seca ". Las dos se pueden medir con los aparatos apropiados y se puede considerar que el grosor húmedo da una idea del trabajo que se está realizando, pero el grosor seco indica definitivamente cómo quedó éste.

Debe entenderse que no siempre un grosor alto, indica que se ha hecho un buen trabajo, sino que hay que comparar las especificaciones del fabricante para ver si es lo correcto.



VI. EJEMPLOS DE PROBLEMAS RESUELTOS UTILIZANDO LA INFORMACION ANTERIOR.

Ahora pondremos en práctica la información desarrollada hasta el momento; para ello se escogieron dos áreas críticas (referente a la protección por medio de pinturas) dentro del proceso de transformación de celulosa, de una de las principales industrias del país.

Las razones para escogerlas son básicamente la presencia de atmósferas corrosivas, así como también, condiciones de humedad y temperatura, que sumadas al escaso tiempo disponible para realizar los trabajos de mantenimiento, presentan una problemática de gran interés para resolverla adecuadamente, seleccionando los métodos y materiales que cumpliendo presupuestos razonables, preserven y protejan las instalaciones dentro de estas áreas críticas.

## TECHOS DE CONCRETO EN LA SALA DE EXTRUSION DE CELOFAN

Descripción.- Esta sala contiene una máquina de extrusión para formar una película de celulosa transparente y delgada de usos múltiples, conocido como celofán. La máquina contiene dieciséis tanques con distintos compuestos químicos en los que se va formando y tratando la película de celofán, después se encuentra un tren de rodillos con temperatura, seguidos por una zona de enfriamiento y finalmente la zona de embobinado de la película de celofán.

La temperatura de la sala varía entre 30°C y 40°C y la humedad es muy elevada, hay presencia de vapores de agua con arrastre de  $H_2SO_4$  sobre el primer tanque y va decreciendo la cantidad a medida que avanza el proceso, encontrando que sobre el último tanque ya casi no hay vapores que suban al techo.

A través del proceso, las soluciones y temperaturas que tienen los tanques son variables, tal como se menciona a continuación:

- Tanque #1 contiene solución de  $H_2SO_4$  (155 g/l) a  $46^\circ C \pm 5^\circ C$
- Tanque #2 contiene una solución más diluida de  $H_2SO_4$  a  $52^\circ C$
- Tanque #3 contiene una solución más diluida de  $H_2SO_4$
- Tanque #4 contiene agua tibia para lavado.
- Tanque #5 contiene agua tibia para lavado.
- Tanque #6 contiene agua tibia para lavado.
- Tanque #7 contiene agua tibia para lavado.

Tanque #8 contiene solución de NaOH (2.6 g/l) a 87°C

Tanque #9 contiene agua tibia para lavado.

Tanque #10 contiene agua tibia para lavado.

Tanque #11 contiene solución de NaOCl (0.6 g/l).

Tanque #12 contiene agua tibia para lavado.

Tanque #13 contiene agua tibia para lavado.

Tanque #14 contiene agua tibia para lavado.

Tanque #15 contiene agua tibia para lavado.

Tanque #16 contiene agua con "apresto" o "plastificante".

En los plafones del techo que se encuentran sobre los -- tres primeros tanques, hay condensación muy grande de vapores ácidos y en el resto va decreciendo hasta ser nula al final de la línea.

Antecedentes.- El techo se ha pintado de color blanco utilizando en un principio una pintura vinílica emulsionada en solución acuosa, pero en el transcurso de seis meses se destruye totalmente.

En los primeros tanques donde la atmósfera es más destructiva, se ha probado también con una pintura epóxica catalizada de calidad media, pero también ha sido atacada a los ocho meses de haber sido aplicada.

Otro factor de consideración es la dificultad para hacer una buena limpieza en el techo, principalmente sobre los primeros tanques ya que regularmente no se puede parar el equipo y cuando hay paros, son de ocho horas máximo.

Preparación de Superficie.- Considerando la información del capítulo No. 1 encontramos que la superficie se puede clasificar como de tipo "petreo" y haciendo referencia al capítulo No. 3 se observa que no se trata de una "superficie nueva" y como la "pintura vieja" ya está muy floja, el método que se recomienda usar es el siguiente:

- 1.- Limpiar con cepillo de alambre y/o espátula para eliminar la pintura suelta y la mugre o moho que se haya acumulado.
- 2.- Cepillar si es necesario utilizando agua con detergente (10 g/l) hasta dejar limpia la superficie.
- 3.- Enjuagar con agua limpia y secar con tela absorbente, por ejemplo algodón.
- 4.- Antes de pintar y debido a la excesiva humedad del ambiente, se deberá ir secando parcialmente áreas de 1 m<sup>2</sup>. aproximadamente y aplicar inmediatamente la pintura.

Recomendación de la Pintura Adecuada.- Revisando el capítulo No. 2 encontramos que el tipo de ataque del medio ambiente será la combinación de varios factores: humedad, temperatura y ataque químico.

Considerando el tipo de ataque y los resultados obtenidos anteriormente con la pintura vinílica emulsionada y con la pintura epóxica y consultando el capítulo No. 4, se seleccionó como recomendación número uno, la pintura de composición a base de hule clorado, ya que sus características de resistencia, color disponible, aplicación y costo es la más adecuada.

Por lo que la recomendación será lo siguiente:

Aplicar pintura a base de hule clorado color blanco de calidad óptima, asegurando dar un espesor de película seca de tres milésimas de pulgada. Este espesor se logra aplicando dos manos dejando secar entre una y otra dos horas y media siguiendo las instrucciones anteriores se obtiene un rendimiento aproximado de 4 m<sup>2</sup>. por litro.

Evaluación del Recubrimiento Aplicado.- Se llevó a cabo por medio de visitas periódicas de inspección, valorando el estado de retención de propiedades de la película de pintura como: apariencia, color, estabilidad, etc.

**Primera Inspección:**

**Tiempo:** Dos meses después de pintado.

**Resultado:** Pintura en perfectas condiciones.

**Segunda Inspección:**

**Tiempo:** Cinco meses después de pintado.

**Resultado:** Pintura en perfectas condiciones con excepción de pequeñas formaciones de hongos sobre la película, que se pueden limpiar fácilmente con trapo.

**Tercera Inspección:**

**Tiempo:** Siete meses después de pintado.

**Resultado:** Igual al de la segunda inspección.

**Cuarta Inspección:**

**Tiempo:** Catorce meses después de pintado.

**Resultado:** Pintura en buenas condiciones, estando presente también la formación de hongos, sin notar aumento o sea, igual que la segunda inspección.

**Quinta Inspección:**

**Tiempo:** Diecisiete meses después de pintado.

**Resultado:** Pintura en buen estado, con excepción de pequeñas resquebrajaduras en un área no mayor a un 5% del total. Se recomienda eliminar con cepillo de alambre la pintura desprendida y resanar pintando en la misma forma que la primera vez.

**Sexta Inspección:**

**Tiempo:** Veinticuatro meses después de pintado.

**Resultado:** Pintura con presentación de fallas, deteriorada parcialmente en un 40% aproximadamente del área total, mostrando resquebrajaduras y formación de hongos. Se estima que la pintura ya no es confiable y se recomienda un trabajo general de mantenimiento a toda el área del techo.

Se considera que el tiempo de vida del recubrimiento en buenas condiciones, representa un ciclo satisfactorio y se deberá iniciar un nuevo ciclo de protección haciendo un trabajo de resane general, quitando la "pintura vieja" hasta donde sea posible, por medio de la acción de cepillo de alambre y limpiando después perfectamente y aplicando nuevamente dos manos de pintura a base de hule clorado calidad óptima, igual que cuando se hizo el trabajo por primera vez.

Conclusiones.- Se hará una tabla comparativa entre las pinturas usadas con anterioridad y la pintura de hule clorado usada durante el ciclo de prueba, considerando duración, costo de pintura y costo de mano de obra. La comparación se hará en forma relativa y como el procedimiento para aplicar la pintura fue el mismo para los tres casos (brocha de pelo) el costo de mano de obra se considera igual.

Tipo de pintura:	Vinilica Emulsionada	Epóxica	Hule clorado
Vida útil:	6 meses	8 meses	24 meses
Costo pintura:	0.6 X	0.8 X	X
Costo mano de obra:	Y	Y	Y

Ahora se estimará cuál sería el costo para una protección de veinticuatro meses en cada uno de los tres casos:

Pintura Vinilica Emulsionada:

$$C_1 = (0.6X + Y) 4$$

Pintura Epóxica:

$$C_2 = (.08X + Y) 3$$

Pintura de Hule Clorado:

$$C_3 = X + Y$$

Para hacer más ilustrativo el cálculo, se fijará un valor numérico al costo de la pintura de hule clorado (X) y al costo de la mano de obra (Y). Es conveniente aclarar que generalmente en un trabajo de pintura, el material empleado representa solamente aproximadamente un 20% del valor total del trabajo, 50% la mano de obra y el resto 30% la utilidad; estamos considerando que casi siempre el trabajo de pintura de mantenimiento, en áreas grandes y difíciles, se hace a través de contratistas. Ya que de otra manera, sería necesario disponer de una cuadrilla de pintores expertos, que se justificaría siempre y cuando las instalaciones por pintar fueran de tal magnitud que, mantuvieran ocupados a tiempo completo al grupo de pintores.

Dando valores de  $X = 200.00$  y  $Y = 500.00$  :

$$C_1 = (0.6 \times 200 + 500) 4 = 2480.00$$

$$C_2 = (0.8 \times 200 + 500) 3 = 1980.00$$

$$C_3 = (200 + 500) = 700.00$$



Si consideramos a  $C_3 = 100\%$ , la relación con los otros costos será de:

$$C_1 = 354.28\%$$

$$C_2 = 282.85\%$$

$$C_3 = 100.00\%$$

Lo que significa que para dar un mismo período de protección al área de techos de la máquina de extrusión de celofán, el costo utilizando pintura vinílica emulsionada será 3.54 veces mayor que si se usara pintura de hule clorado y utilizando pintura epóxica catalizada calidad mediana, sería 2.82 veces más costosa comparada también con la pintura utilizada.

A las consideraciones anteriores, hay que agregar el costo del tiempo de paro en el proceso y las molestias durante los trabajos de repintado.

#### MAQUINA DE COAGULACION DE FILAMENTO DE VISCOS A.

Descripción.- Es una máquina diseñada para pasar viscosa por un baño de solución de  $H_2SO_4$  al 10% con el fin de promover la formación de un filamento, que se va almacenando en unas bobinas denominadas "godets". El cuerpo de la máquina y los tanques del medio ácido, son de acero recubiertos con plomo. Los soportes del riel o "brackets" son de aluminio. Algunas tapas y guías son de resina epóxica o poliéster reforzadas con fibra de vidrio.

La temperatura ambiente fluctua entre  $15^\circ C$  y  $25^\circ C$  la atmósfera presenta poca humedad y hay vapores de  $H_2SO_4$  que produce corrosión en las áreas de acero expuestas.

Antecedentes.- Se ha usado para pintar la máquina de coagulación, una pintura epóxica catalizada de calidad mediana y solo se ha logrado una protección por un período máximo de tres meses. Los problemas principales son: el hecho de que solamente se dispone de un paro de ocho horas para dar mantenimiento a la máquina (mecánico, pintura, etc.) y que debido a que en la superficie de plomo se forma una película de sulfato de plomo que causa problemas de adherencia y además es muy difícil de limpiar.

Preparación de la superficie.- Considerando el tiempo tan escaso para el mantenimiento de la máquina, se decidió probar tres tipos distintos de limpieza, habiendo variaciones en el tiempo que cada una requiere.

Para este propósito, se dividió la máquina en tres secciones llevando a cabo los siguientes procedimientos:

Primera Sección.- (Primeras nueve godets)

Aplicación de removedor, espátula y chorro de agua hasta dejar el metal perfectamente limpio.

Tiempo promedio por godet: 30 minutos.

Segunda Sección.- (Sigüientes 39 godets)

Limpieza con espátula, tratando de remover la pintura vieja y la suciedad al máximo.

Tiempo promedio por godet: 20 minutos.

Tercera Sección.- (Ultimos 9 godets).

Limpieza superficial, quitando solamente aquello que se pudiera remover rapidamente y sin mucho esfuerzo, llegando incluso a dejar dos godets casi sin limpiar.

Tiempo promedio por godet: 10 minutos.

Después de efectuadas las limpiezas descritas, se lavo la máquina con un chorro de agua limpia y se sopleteó con aire a presión para dejar una superficie seca.

Selección de la pintura adecuada.- Se determinó que el tipo de ataque (Capítulo N° 2) es definitivamente químico, debido a la acción directa de la solución de ácido sulfúrico sobre la superficie.

Por otra parte, se tomó en consideración que la superficie de plomo es una superficie que presenta grandes problemas de adherencia a las pinturas comunes y solo determinado tipo, tienen buen agarre.

Tomando en cuenta los tres siguientes factores:

- 1.- Tiempo limitado para la operación.
- 2.- Ataque químico excesivo.
- 3.- Dificultad para buena adherencia.

Se seleccionó una de las pinturas que actualmente presenta la máxima resistencia a los agentes químicos, el esmalte catalizado de poliuretano en un color verde maquinaria.

Para poder lograr buena adherencia se escogió un primario catalizado de poliuretano, que aparte de ofrecer una capa firme para el acabado, puede aplicarse a grosores altos (más de 10 milésimas) y en esta forma lograr una superficie más uniforme.

Para la aplicación se preparó el primario mezclándose con su catalizador y después de dejar secar por espacio de una hora, se aplicó el esmalte de poliuretano mezclándose con su catalizador.

El espesor promedio que se aplicó fue de cuatro milésimas de pulgado (espesor medio en húmedo).

Evaluación del Recubrimiento Aplicado.- Al igual que en el caso anterior, se llevó a cabo por medio de visitas periódicas de inspección, valorando el estado de retención de propiedades de la película de pintura.

#### 1ra. Inspección.-

Tiempo: 14 horas después de pintada la máquina.

Resultado: La película de pintura ya estaba totalmente curada y presentaba un aspecto uniforme y resistente, lo cual se pudo comprobar ya que algunos obreros estaban llevando a cabo reparaciones sobre la máquina, pisando la pintura sin que esta llegara a deteriorarse.

#### 2da. Inspección.-

Tiempo: 30 días después de pintada la máquina.

Resultado: Se notó un amarillamiento muy marcado en la película de acabado debido a la acción de la materia prima (viscosa) usada en el proceso. La adherencia y dureza estaban en perfecto estado.

3ra. Inspección.-

Tiempo: 4 meses después de pintada la máquina.

Resultado: La pintura tiene perfecta adherencia y dureza, pero se observa que persiste el amarillamiento y se han hecho pequeñas formaciones de tectas producto de las mismas sales del baño, que son de difícil remoción.

4ta. Inspección.-

Tiempo: 5 meses después de pintada la máquina.

Resultado: La apariencia de la pintura es la misma de la inspección anterior.

5ta. Inspección.-

Tiempo: 12 meses después de pintada la máquina.

Resultado: La película de pintura siguió en perfectas condiciones y se trató de encontrar si se notaban diferencias a lo largo de la máquina, considerando que, había tenido tres tipos diferentes de limpieza, pero no se pudo encontrar ninguna diferencia.

6ta. Inspección.-

Tiempo: 16 meses después de pintada la máquina.

Resultado: Definitivamente no se aprecia diferencia entre los tres sistemas de limpieza usados en la preparación de la máquina. La película presenta una adherencia total y buena apariencia en toda la máquina.

7ma. Inspección.-

Tiempo: 24 meses después de pintada la máquina.

Resultado: Buena apariencia, sin desprendimiento ni cuarteaduras.

Es muy importante mencionar que al pintar la máquina, se usó la pintura catalizada de poliuretano solo por un lado y por el otro, se pintó simultáneamente utilizando la pintura de resina epóxica catalizada calidad mediana. En esta forma se pudo establecer un comportamiento paralelo de las dos pinturas durante el período de prueba, obteniéndose los siguientes resultados.

<u>Inspección</u>	<u>Tiempo Transcurrido</u>	<u>Pintura de Poliuretano</u>	<u>Pintura Epóxica</u>
1ra.	14 horas	En perfectas condiciones	Se deterioró con las pisadas de los operarios.
2da.	30 días	En perfectas condiciones	En perfectas condiciones.
3ra.	4 meses	En perfectas condiciones	Presenta descascaramientos en un área el 10% del total.
4ta.	5 meses	En perfectas condiciones	Igual a la inspección anterior.
5ta.	12 meses	En perfectas condiciones	Severo ataque con resquebrajaduras y desprendimiento. Falla parcial, se recomienda volver a dar mantenimiento.
6ta.	16 meses	En perfectas condiciones	Falla total.
7ma.	24 meses	En buenas condiciones	- - - -

Conclusiones.- Se hará una tabla comparativa entre la pintura epóxica catalizada calidad mediana y el sistema de poliuretano catalizado calidad óptima, considerando duración, costos de pintura y mano de obra. La comparación se hará en forma relativa y como el procedimiento para pintar fue el mismo (brocha de pelo) el costo de mano de obra, se considerará igual.

Tipo de Pintura:	Epóxica	Poliuretano
Vida Útil:	12 meses	24 meses
Costo Pintura:	0.5 X	X
Costo Mano de Obra:	Y	Y

Estimando el costo para una protección de veinticuatro meses usando cada uno de los dos tipos, tenemos:

Pintura Epóxica:

$$C_1 = (0.5X + Y) 2$$

Pintura de Poliuretano:

$$C_2 = (X + Y)$$

Ahora fijaremos un valor numérico a los costos de pintura y mano de obra siguiendo el mismo razonamiento de la prueba anterior.

Dando valores de  $X = 200.00$  y  $Y = 500.00$

$$C_1 (0.5 \times 200 + 500) 2 = 1,200.00$$

$$C_2 200 + 500 = 700.00$$

Considerando  $C_2 = 100\%$  la relación con  $C_1$  será:

$$C_1 = 171.42\%$$

$$C_2 = 100.00\%$$

lo que presenta que para dar un mismo período de protección a la máquina de coagulación de filamento de viscosa, el costo utilizando la pintura epóxica catalizada de calidad mediana es 1.71 veces mayor, que utilizando la pintura de poliuretano catalizado calidad óptima.

Cabe hacer notar que aún en la inspección N° 7, la pintura de poliuretano todavía no falla y por eso en caso de que su período de vida útil se alargara, la relación anterior iría aumentando haciendo más rentable el uso de este material.



## C O N C L U S I O N E S

De acuerdo a lo visto anteriormente, sugerimos que el técnico que se va a hacer cargo de un trabajo de mantenimiento de pintura en una instalación industrial, tenga en cuenta las siguientes consideraciones:

El costo inicial de una pintura no puede servir de estimación para decidir si es la adecuada para realizar nuestro trabajo de mantenimiento o si ésta es cara o no; sino que es necesario tomar en cuenta las siguientes características.

- a) Duración de la pintura en buen estado sin presentar fallas que ameriten un repintado.
- b) Rendimiento por unidad de superficie considerando un grosor promedio de película seca.
- c) Grado de dificultad en el uso y manejo de la pintura y tipo de preparación de superficie, que se requiere para su funcionamiento óptimo.

Así puede ser que una pintura en apariencia económica, resulte más cara a largo plazo debido a la frecuencia con que se requiere dar mantenimiento y una pintura de alto costo inicial, justifique su uso al ofrecer una protección durante un período más prolongado.

Otra sugerencia importante es el prestar atención a la diferencia existente entre un "mantenimiento correctivo" y un "mantenimiento preventivo".

El "mantenimiento correctivo" se puede considerar, como aquella acción que es resultado normalmente de una falla imprevista y que tiene que llevarse a cabo para reparar un daño que no se esperaba o simplemente pasó desapercibido hasta que por su gravedad, se hizo notar.

El "mantenimiento preventivo" es aquel conjunto de procedimientos y trabajos, que se llevan a cabo para evitar daños futuros y garantizar que el funcionamiento de una instalación, no se verá interrumpido por una falla repentina.

Logicamente en el primer caso, los costos son muy elevados porque la urgencia por reparar el daño, forzará a trabajar aceptando las soluciones más inmediatas, sin dar tiempo a reparar en su costo, además es probable que algunas partes o piezas ya no tengan salvación y tengan que ser sustituidas por otras nuevas. También, hay que sumar a lo anterior, el costo que representa la interrupción de un proceso industrial en forma repentina.

En el caso del "mantenimiento preventivo", las situaciones anteriores no se presentan y todo el trabajo se realizará siguiendo un programa determinado y cumpliendo presupuestos elaborados con tiempo suficiente para analizar costos y alternativas. Por supuesto el proceso industrial no se verá afectado, puesto que los paros para efectuar el mantenimiento, habrán sido programados con anticipación.

En lo referente a las pinturas, el mantenimiento preventivo puede controlarse estableciendo un programa con los siguientes datos:

- a) Descripción del área o maquinaria.
- b) Tipo de pintura específica que se deberá usar.
- c) Procedimiento para realizar el trabajo.
- d) Fecha en que se terminó de aplicar la pintura y persona que supervisó la correcta realización del mismo.
- e) Fechas periódicas de inspección y forma en que se deberán llevar a cabo.
- f) Fallas que se presenten en la pintura, serán indicativo de reparación general.

En esta forma se tendrá siempre actualizado el estado de la película protectora de pintura y se podrá garantizar una buena protección a la superficie recubierta.

B I B L I O G R A F I A

ALBERTO BLANCO MATAS Y LUIS YVES VILLEGAS CH.

Tecnología de Pinturas y Recubrimientos Orgánicos

Tomo 1 y 2.

Editorial Química, S.A. - México 1966.

ASOCIACION NACIONAL DE FABRICANTES DE PINTURAS Y TINTAS, A.C.

Pinturerías

PAYNE H. FLEMING

Organic Coating Technology

CLIVE H. HARE

Corrosión and Preparation of Metallic Surfaces for  
Painting.

Federation Series on Coatings Technology 1978.

CIA. SHERWIN WILLIAMS, S.A. DE C.V.

Manual de Mantenimiento.

BINKS MANUFACTURING CO.

Manual de Productos Equipment Division  
Chicago U.S.A. - 1968