

UNIVERSIDAD ESTATAL DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

PINTURA ANTICORROSIVA A PARTIR DE LOS RESIDUOS DEL

PROCESO FABRIL

TESINA

PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTADO POR:

CHÁVEZ RODRÍGUEZ ELIZABETH MARISOL

CAMPOS QUINTO GISELLE YADIRA



GUAYAQUIL-

ECUADOR

2011

LA RESPONSABILIDAD DEL CONTENIDO

COMPLETO

PRESENTADO EN ESTE INFORME TECNICO,

CORRESPONDE EXCLUSIVAMENTE A LAS

AUTORAS:

MARISOL CHAVEZ

GISELLE CAMPOS

RESUMEN

La empresa donde se hizo este estudio se dedica a la fabricación de pinturas, quedando mensualmente, un remanente importante de material inorgánico, cuyo almacenamiento provoca no sólo inconvenientes de espacio sino también a nivel de seguridad e higiene por inhalación de este material pulverulento por parte de los empleados. Ante ésta situación, actualmente la empresa dispone de estos residuos a través de un Gestor Industrial lo que mensualmente le representa un gasto a la compañía.

Siendo ésta la causa por la que se llevó a cabo éste proyecto que consiste en desarrollar un recubrimiento tipo Esmalte Anticorrosivo, empleando los residuos que genera el proceso normal de manufactura. Este residuo está constituido mayoritariamente por Carbonato de calcio (CaCO_3), Silicato de Magnesio $\text{Mg}_3(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2$, Caolin Calcinado ($\text{Al}_2\text{SiO}_5(\text{OH})_4$). Este material reciclado no es el estrictamente utilizado en la formulación de

éste tipo de recubrimiento, pero se optimizó la formulación de una pintura anticorrosiva para uso industrial estándar y así poder utilizarlo como extendedor.

Se desarrollaron dos formulaciones con el mismo contenido de carga, pero de color diferente (gris y negro respectivamente). Se obtuvo un producto con características de calidad similar al producto STD de la compañía, en dos coloraciones distintas pero de bajo costo, ya que éste producto se ubicará en un nicho de mercado.

La innovación en este recubrimiento desarrollado surge al formular con un residuo industrial, una pintura con parámetros aceptables de mercado, debiendo para ello optimizar las formulaciones estándares. Las características del producto novedoso obtenido lo hacen comparable con los comercializados habitualmente en el mercado nacional.

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	9
OBJETIVOS.....	10
OBJETIVO GENERAL.....	10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
JUSTIFICACIÓN.....	11
 CAPITULO I	
1.-CARACTERIZACION DE LA MATERIA PRIMA.....	12
1.1. DEFINICIÓN DE PINTURA ANTICORROSIVA.....	12
1.2. CORROSIÓN, GENERALIDADES.....	13

1.3. UTILIZACIÓN DE LA PINTURA PARA EVITAR LA CORROSIÓN.....	14
1.4 COMPONENTES PRINCIPALES DE UNA PINTURA.....	14
1.4.1. PIGMENTOS.....	15
1.4.2. PROPIEDADES DE LOS PIGMENTOS.....	18
1.4.3. PIGMENTOS INHIBIDORES DE LA CORROSIÓN METÁLICA.....	23
1.4.4. RAZONES PARA DISPERSAR LOS PIGMENTOS.....	27
1.4.5. TEORÍA DEL PROCESO DE LA DISPERSIÓN.....	28
1.5. RESINAS.....	29
1.6. SOLVENTES.....	31
1.7. ADITIVOS.....	32
1.7.1. CLASIFICACIÓN DE LOS ADITIVOS.....	32
1.7.2. ESTABILIZACIÓN DE LOS PIGMENTOS EN SISTEMAS CON DISOLVENTES.....	33

CAPITULO II

2.-PROCESO DE FABRICACION DE PINTURA.....	36
2.1. ETAPAS DE FABRICACIÓN.....	36
2.1.1. PRE-DISPERSIÓN O MEZCLA.....	36
2.1.2. DISPERSIÓN O MOLIENDA.....	42
2.1.3. COMPLETADO O DILUCIÓN.....	45
2.1.4. AJUSTE DE COLOR.....	47
2.1.5. CONTROL.....	48
2.1.6. FILTRADO.....	48
2.1.7. ENVASADO.....	51
2.2. DIAGRAMA DEL PROCESO GENERAL.....	53
2.2.1. DIAGRAMA DE FLUJO DE ANTICORROSIVO GRIS.....	55
2.2.2. DIAGRAMA DE FLUJO DE ANTICORROSIVO NEGRO.....	56
2.2.3. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA RECUPERACION DE POLVOS PARA LA NUEVA FÓRMULA.....	57
2.2.4. CUANTIFICACIÓN DEL AHORRO GENERADO.....	57

CAPITULO III

3.-COSTOS DE FABRICACION.....	59
3.1. RECETAS.....	63
3.2. CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN.....	65
3.3. CÁLCULO DEL COSTO DE LA CARGA FABRIL.....	66
3.4. GASTOS ADMINISTRATIVOS.....	67
3.5. GASTOS DE VENTAS.....	67
3.6. GASTOS DE PLANTA.....	68
3.7. NÓMINA.....	69
3.8. INCIDENCIA DE LOS GASTOS.....	70

3.9.	CONSOLIDADO	DE	COSTOS	DE
FABRICACIÓN.....				70
3.10.	ESTRUCTURA	DE	COSTO	POR
COLOR.....				71

CAPITULO IV

4.-CONTROL	DE	
CALIDAD.....		73

4.1.	DETERMINACIÓN	DE	ESPECIFICACIONES
TÉCNICAS.....			73

4.1.1.	DETERMINACIÓN	DE	LA	FINEZA	O	AUSENCIA	DE
GRUMOS.....							73

4.1.2.	DETERMINACIÓN	DE	LA	VISCOSIDAD
.....				74

4.1.3.	DETERMINACIÓN	DE	LA
DENSIDAD.....76
4.1.4.	DETERMINACIÓN	DEL	TIEMPO
DE	SECADO.....77
4.1.5.	DETERMINACIÓN	DE	LA
ADHERENCIA	EN	SUSTRATOS	METÁLICOS.....
.....79
4.1.6.	DETERMINACIÓN	DE	LA
FLEXIBILIDAD	DEL	RECUBRIMIENTO.....80
4.2.	ESPECIFICACIONES	TÉCNICAS	PARA
PINTURAS	ANTICORROSIVAS.....82
4.2.1.	ESPECIFICACIONES	TÉCNICAS	DE
ANTICORROSIVO	GRIS.....84
4.2.2.	ESPECIFICACIONES	TÉCNICAS	DE
ANTICORROSIVO	NEGRO.....87
4.3.	OPTIMIZACIÓN	DE	COSTO
EN	FÓRMULAS.....89

4.4.	ANÁLISIS	Y	DISCUSIÓN	DE
RESULTADOS.....				91

CAPITULO V

5.-CONCLUSIONES	Y
------------------------	----------

RECOMENDACIONES.....	95
-----------------------------	-----------

5.1.

CONCLUSIONES.....	95
--------------------------	-----------

5.2.

RECOMENDACIONES.....	95
-----------------------------	-----------

BIBLIOGRAFÍA.....	
--------------------------	--

ANEXOS.....

INDICE DE TABLAS

TABLA I. FASES DE DISPERSION DE PIGMENTOS.....	28
TABLA II. DOSIFICACIÓN DE LOS ADITIVOS HUMECTANTES Y/O DISPERSANTES.....	34
TABLA III. REQUISITO DE LOS IMPRIMANTES ANTICORROSIVOS CON VEHÍCULO ALQUIDICO.....	83

INDICE DE FIGURAS

Fig.1. Imagen de una superficie afectada por la corrosión.....	13
Fig.2. Pigmentos granulados para pinturas.....	15
Fig.3. Materia Prima que conforman la estructura poliéster de una resina alquídica...	30
Fig.4. Cowles.....	37
Fig.5. Cuchilla dientes de sierra.....	39
Fig.6. Filtros.....	50

Fig.7. Grupo de Filtrado.....	51
Fig.8. Equipo de envasado automático.....	53
Fig.9. Diagrama del proceso de fabricación de pintura de base solvente.....	53
Fig.10. Subprocesos en la fabricación de pintura.....	54
Fig.11. Diagrama de flujo de fabricación de Anticorrosivo Negro.....	56
Fig.12. Diagrama de flujo de recuperación de polvos durante el proceso fabril.....	57
Fig.13.	
Grindómetro.....	73
Fig.14. Copa Ford	
#4.....	75
Fig.15. Brookfield K-	
2.....	75
Fig.16.	
Picnómetro.....	76
Fig.17. Medidor de	
secado.....	79

Fig.18. Kit para medir

adherencia.....80

Fig.19. Mandril

cónico.....81

INTRODUCCION

Para la realización del presente trabajo se hizo un estudio en una fábrica de pintura en la que se detectó que existe una amplia oportunidad de disminuir los costos que actualmente se destinan al pago de Gestores de Residuos para la disposición final de los polvos recolectados por los

extractores colocados en la Planta de producción de pinturas tanto de Base agua como de Base solvente, siendo ésta la razón que nos llevó al desarrollo de este tema:

“PINTURA ANTICORROSIVA A PARTIR DE LOS RESIDUOS DEL PROCESO FABRIL”

El reciclado de estos residuos sólidos reduciría el uso de materia prima nueva en más del 15% del consumo trimestral, con lo cual la planta produciría un ahorro en Materia Prima de US\$ 26.000 al año aproximadamente.

OBJETIVOS

Objetivo General.

- UTILIZAR LOS PARTICULADOS RECUPERADOS POR UN EXTRACTOR DE POLVOS EN LA FABRICACION DE PINTURA ANTICORROSIVA.

Objetivos Específicos.

- DISMINUIR LOS RESIDUOS SOLIDOS GENERADOS EN EL PROCESO DE MANUFACTURA.
- ELIMINAR EL GASTO GENERADO POR EL PAGO A GESTORES DE RESIDUOS PARA LA DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS ACUMULADOS EN LOS EXTRACTORES DE POLVO DE LA PLANTA.

JUSTIFICACION

La fábrica de pintura donde hicimos nuestro estudio tiene una producción semanal de 62500 galones de Pintura, en los últimos dos años la producción se ha visto incrementada debido a la demanda de sus clientes locales y a la exportación que realizan para sus filiales de Centroamérica, por tal razón la acumulación de residuos particulados en los extractores de polvo también se ha visto incrementada con el consecuente aumento en los gastos por disposición final de estos residuos.

Los residuos de particulados acumulados en los extractores son de aproximadamente 8-9 toneladas (8000 – 9000 kilos) por mes. El Gestor Ambiental con el que trabaja esta empresa le cobra en promedio \$0.05 ctvs. por kilo de desecho, por lo que mensualmente gastan en este trámite \$450 , lo que al año le representa a la empresa un gasto de \$5400 dólares.

Adicionalmente se ha establecido que el uso de estos residuos en la fabricación de pintura anticorrosiva le representa a la empresa un ahorro trimestral del 15% en materia prima nueva, lo que llevado a dólares equivale a \$26000 anuales aproximadamente.

CAPITULO I

1.-CARACTERIZACION DE LA MATERIA PRIMA

1.1. DEFINICIÓN DE PINTURA ANTICORROSIVA.

La pintura anticorrosiva es una base o primera capa de imprimación de [pintura](#) que se ha de dar a una superficie, que se aplica directamente a los cuerpos de [acero](#), y otros metales. Para ello puede usarse un proceso de inmersión o de aspersion, (dependiendo del funcionamiento de la planta de trabajo y de la geometría de la estructura). Éste tiene el propósito principal de inhibir la [oxidación](#) del material, y secundariamente el de proporcionar una superficie que ofrezca las condiciones propicias para ser pintada con otros acabados, esmaltes y lustres coloridos.

La pintura anticorrosiva generalmente se presenta de color rojo “ladrillo” o naranja rojizo, aunque también se encuentran en color gris y en negro. El color rojizo, (encontrado comúnmente en vigas, por ejemplo) toma su [pigmentación](#) del [óxido de hierro](#) que es empleado como componente en su elaboración. En algunos lugares, a esta película anticorrosiva, se la ha

llamado 'minio' cuando su función es, principalmente la de evitar la degradación del hierro.

Las pinturas anticorrosivas son reconocidas como el método más conveniente, desde un punto de vista técnico-económico, para controlar el deterioro por corrosión del hierro y del acero expuesto en ambientes de alta agresividad tales como suelos, medios acuosos y atmósfera.

Establecida la naturaleza electroquímica de la mayoría de los procesos de corrosión, la tecnología de las pinturas anticorrosivas se orienta en el sentido de formular productos destinados ya sea a controlar el desarrollo de las reacciones electrónicas o bien aislar la superficie metálica mediante

la aplicación de películas de muy baja permeabilidad.

De este modo, las pinturas ricas en zinc y aquellas modificadas con extendedores y/o pigmentos inhibidores de la corrosión metálica, presentan una mayor eficiencia con relación a otros tipos de recubrimientos.

1.2. CORROSIÓN, GENERALIDADES



Figura 1. Imagen de una superficie afectada por la corrosión.

El fenómeno de la corrosión es un proceso electroquímico en el cual el acero se transforma en óxido de hierro bajo la acción imprescindible de la humedad y el oxígeno.

Sobre la superficie del acero se presentan diferencias de potencial debido a la existencia de zonas anódicas y catódicas producidas por la falta de

homogeneidad en su composición al existir otros elementos químicos como el carbono, azufre, etc. que dan lugar a la formación de pilas locales. El hierro actúa como ánodo y el resto de los elementos como cátodos.

En presencia de agua se produce la solución del hierro en el ánodo pasando a ión ferroso con liberación de electrones que al dirigirse al cátodo reaccionan con el agua y oxígeno presentes, dando lugar a iones hidroxilos. A su vez éstos se trasladan al ánodo reaccionando con los iones ferrosos, ya producidos, formándose hidróxido ferroso, que al hidratarse por la acción del agua da lugar a la formación de la herrumbre.

La velocidad a la que se producen estas reacciones depende, además de la composición específica del acero y su pureza, de la cantidad de humedad y la acción de otros elementos presentes en la atmósfera, como anhídrido sulfuroso, amoníaco, cloruros, etc. que la aceleran.

1.3. UTILIZACIÓN DE LA PINTURA PARA EVITAR LA CORROSIÓN

Si la corrosión como acabamos de ver, se produce por la acción combinada de la humedad y el oxígeno atmosféricos al actuar sobre la pila electroquímica formada sobre la superficie del metal, un procedimiento que la evitaría podría ser la formación de una barrera impermeable en

contacto con el acero que impida el paso de aquellos. Al no existir reacción química, no habría lugar a la oxidación.

Esa reacción de barrera la ejerce la capa de pintura cuando se escoge el tipo adecuado. Debe tenerse en cuenta que ante la diversidad de medios en los que puede encontrarse la superficie metálica a proteger, no existe una pintura universal. La resistencia a la degradación de una película de pintura está determinada por su composición y la acción destructiva del medio en que se encuentra, por lo que éste deberá ser estudiado con detalle antes de proceder a la elección del sistema más adecuado.

Un factor importantísimo para la buena capacidad protectora de una pintura es el espesor de capa depositado. Cuanto mayor sea, la humedad y el oxígeno encontrarán más dificultades para su penetración, con lo que disminuirá el peligro de oxidación.

La película de pintura es siempre permeable en mayor o menor grado, según la composición de su ligante, concentración de pigmento y naturaleza de éste. Por ello debe buscarse el equilibrio idóneo entre calidad de pintura y espesor de capa depositado a fin de obtener un buen balance entre protección y precio del sistema.

1.4 COMPONENTES PRINCIPALES DE UNA PINTURA.

Las pinturas anticorrosivas tienen como función fundamental controlar el fenómeno de corrosión para prolongar la vida útil del sustrato. Una propiedad esencial es la adhesión al metal, la cual es función del material formador de película, su naturaleza depende de la función intermedia o de terminación seleccionada según las exigencias del medio ambiente.

Las principales características de las pinturas anticorrosivas son el bajo brillo para facilitar la adhesión de la capa posterior, la reducida permeabilidad para controlar el proceso de corrosión y evitar

simultáneamente la formación de ampollas; óptima adhesión al sustrato de base y finalmente una elevada eficiencia del pigmento inhibidor de la corrosión, particularmente los solubles ya que requieren el medio electrolítico para desarrollar su mecanismo de acción.

Básicamente, se compone de los siguientes elementos:

- Pigmentos
- Ligantes o Resinas
- Disolventes
- Aditivos.

1.4.1. PIGMENTOS



Figura 2. Pigmentos granulados para pinturas.

Su función consiste primordialmente en conferir color y opacidad a la capa de pintura. Son generalmente sustancias sólidas en forma de polvo de muy fina granulometría que por un procedimiento adecuado de molturación, en presencia del ligante, se desagregan en partículas elementales para obtener el máximo rendimiento colorístico.

Podemos clasificarlos en:

Pigmentos cubrientes.-

Son los más ampliamente utilizados. Confieren opacidad al film de pintura por el efecto combinado de su índice de refracción respecto al ligante, granulometría y fenómenos de reflexión y difracción de la luz que incide sobre la capa de pintura. El color depende de su naturaleza química. Los más utilizados son:

Blancos: Bióxido de Titanio, Óxido de Zinc.

Negros: Negros de humo, Óxidos de hierro.

Amarillos: Óxidos de hierro, Amarillos de Cromo, Amarillos Azo, Amarillos de Diarilida e Isoindolinona, Bismuto-Vanadato.

Rojos: Óxidos de Hierro, Rojos de Molibdeno, Rojos Monoazoicos, Rojos BON, Quinacridónicos, DPP, Perileno.

Verdes: Óxidos de Cromo, Verdes de Ftalocianina.

Azules: Azul de Prusia, Azul de Ftalocianina, Azul de Indantreno.

Violetas: Violeta de Dioxacina, Violeta de Quinacridona.

Pigmentos anticorrosivos.-

Utilizados en las imprimaciones o primeras capas en contacto directo con el acero, evitan o inhiben la corrosión mediante la pasivación anódica o catódica de la corriente electroquímica producida sobre la superficie metálica, o bien ejercen una protección catódica actuando como ánodo de sacrificio del hierro.

Entre los pasivantes destacan por su mayor utilización: Cromato de Zinc, Fosfatos de Zinc modificados o no, Tetraoxicromato de Zinc, etc. La pasivación de la pila electroquímica se produce por la formación de compuestos férricos en el ánodo o por la creación de compuestos insolubles en el cátodo.

Al grupo de los pigmentos anticorrosivos que se sacrifican por un carácter electroquímico menos noble que el hierro pertenece el Zinc, destacando sobre cualquier otro pigmento metálico.

Pigmentos extendedores o cargas.-

No poseen opacidad y apenas influyen en el color de las pinturas por su bajo índice de refracción. Generalmente se utilizan en las imprimaciones y capas de fondo para conseguir películas mates o satinadas, ejercer un papel de relleno en la estructura del film, a fin de obtener determinadas propiedades mecánicas por su granulometría y forma de partícula, o bien conseguir un óptimo empaquetamiento que mejore la protección anticorrosiva del sistema. En ocasiones, su empleo viene determinado por la necesidad de conseguir un costo razonable del producto, aunque esto en los esmaltes y pinturas de acabado supone un detrimento de la calidad.

Los más utilizados son:

Barita y Sulfato de Bario

Carbonato Cálcico

Talco

Mica

Caolín

Sílice y Silicatos

Arenas de Cuarzo.

Pigmentos especiales.-

Algunos pigmentos utilizados en la Industria de Pinturas que no pueden clasificarse entre los anteriores por su especificidad, serian:

Pigmentos metálicos: Como las pastas de aluminio utilizadas en los esmaltes metalizados, marteles, pinturas anticorrosivas, etc. Oxido de hierro micáceo.

Pigmentos nacarantes: Por su estructura cristalina, producen fenómenos de interferencia óptica similares al nacar, dando esmaltes de espectacular efecto al teñirlos con pigmentos colorantes transparentes: Mica recubierta con Dióxido de Titanio.

Pigmentos intumescentes: Utilizados en las pinturas del mismo nombre, tienen la propiedad de hinchar las películas de pintura bajo la acción de la llama proporcionando una capa espumosa protectora del sustrato, como el Polifosfato amónico.

Pigmentos tóxicos: Utilizados en las pinturas marinas para evitar la formación de colonias incrustantes en los cascos de los buques: Óxidos de Cobre.

1.4.2. PROPIEDADES DE LOS PIGMENTOS

Básicamente, las principales propiedades que dependen de la naturaleza química del pigmento son la resistencia al medio, el color y la diferencia de color y el poder cubritivo.

Resistencia a los diferentes medios agresivos.

Los grupos funcionales característicos del pigmento son los responsables de conferirle ésta propiedad, es decir la resistencia al calor, solventes, álcalis, ácidos, etc.; el fenómeno estérico también debe ser considerado.

Poder cubritivo, opacidad y relación de contraste.

Para desarrollar el concepto de **refracción** resulta conveniente establecer que el rayo que accede a la superficie se lo llama incidente y al desviado, refractado. El ángulo de incidencia y el de refracción se los mide con respecto a la normal; el rayo incidente, el refractado y la normal están en un mismo plano.

El índice de refracción de la segunda sustancia con respecto a la primera es el cociente entre el seno del ángulo de incidencia y el seno del ángulo de refracción.

El índice de refracción depende de la longitud de onda irradiada. La luz en general se subdivide en dos componentes separados; presentan en consecuencia dos índices de refracción distintos. Generalmente se emplean el promedio de ambos.

La luz refractada en el material parcialmente es absorbida y la remanente es reflejada generalmente antes de alcanzar el sustrato. Esta última emerge por refracción en la interfase material/aire y contiene la información que se percibe como visibilidad del sustrato; ésta propiedad se define como **poder cubritivo**.

Por otro lado, la **opacidad** es la propiedad de la película que controla el acceso de la luz a la superficie del sustrato, es decir que se refiere a la capacidad de ocultación del material de base. Se emplean diversos métodos para determinar la opacidad en una película de pintura (por ejemplo, la escala de contraste).

En muchos casos como medida de la opacidad de la película se define la **Relación de Contraste CR**. Esta expresa la capacidad de ocultar los diferentes rasgos del material de base; se la define cuantitativamente como la relación entre la reflectancia del área más oscura con respecto a la más blanca. Se selecciona el tono amarillo ($b^*=+100$) porque es el que mejor se corresponde con la sensibilidad del ojo humano. Una CR igual a 1.0 se corresponde con un poder cubritivo completo.

En los casos que la mayor parte de la luz es absorbida por la película antes de alcanzar el sustrato, ésta es oscura y oculta satisfactoriamente la base. En consecuencia, el poder cubritivo se debe fundamentalmente a la elevada absorción de la luz que luego la disipa en forma de calor.

Por otro lado, las películas en que la mayor parte de la luz refractada se refleja en su interior y es re-refractada al medio sin alcanzar el sustrato se comportan como blancas o claras y ocultan también satisfactoriamente la base. En estos casos, el poder cubritivo se produce fundamentalmente por dispersión, es decir por un mecanismo de refracciones y reflexiones múltiples.

Como se mencionara, la absorción y dispersión de la luz producen el efecto de la opacidad. Las películas con reducida absorción y dispersión permiten que en gran medida la luz incida sobre el sustrato y consecuentemente tienen bajo poder cubritivo y opacidad (transparentes).

Una partícula de pigmento transparente de gran tamaño, desde un punto de vista óptico, se comporta como un prisma similar a un vidrio. Los objetos se los observa distorsionados ya que el rayo de luz se refracta; además se desplaza a velocidades diferentes en el aire y en el propio seno de la partícula.

Las partículas de pigmentos grandes dispuestas en una película de pintura, con alta absorción y/o dispersión de la luz refractada, tienen elevado poder cubritivo y opacidad. Partículas de pigmento de la misma naturaleza química, ubicadas en la misma película y similar PVC pero con un tamaño menor, repite la absorción y la reflexión reiteradamente en una mayor cantidad de veces con el consiguiente incremento del poder cubritivo y opacidad.

La mayor diferencia entre los índices de refracción del pigmento y del material formador de película conduce a películas con más alto poder cubritivo (más significativa es la desviación de los rayos y más elevada es la cantidad de luz dispersada).

La ecuación de Fresnel permite calcular el poder cubritivo relativo F% de un sistema disperso con la siguiente expresión:

$$F\% = 100 (IR_p - IR_m)^2 / (IR_p + IR_m)^2$$

donde IR_p y IR_m son respectivamente los índices de refracción del pigmento y el ligante (en general, en este último caso, oscilan alrededor de 1,50). Así por ejemplo, la ecuación de Fresnel indica una reflectividad de 8,75 % para el dióxido de titanio (variedad rutilo, $IR=2,76$) y 0,08 % para el carbonato de calcio ($IR=1,59$).

La **difracción** es un fenómeno menos conocido que también influye sobre la dispersión de la luz y que en consecuencia incide sobre el poder cubritivo. La difracción es la dispersión de la luz en un espectro cuando atraviesa una abertura o un espacio con un ancho del mismo orden de magnitud que la longitud de onda de la luz.

La luz monocromática, cuando toca el borde de un obstáculo opaco, genera bandas claras y oscuras cerca de sus bordes. La difracción es así un caso especial de interferencia. En consecuencia, una partícula de pigmento como obstáculo puede causar desvío de los rayos de luz que pasan a una distancia igual o menor a la mitad del tamaño de la partícula. Por lo tanto, dos partículas separadas como máximo un diámetro tienen campos de difracción superpuestos que se neutralizan uno con el otro.

Por lo tanto, la distancia entre las partículas es importante para lograr elevada dispersión de la luz. Para la luz blanca con una longitud de onda promedio de 500 nanómetros, el mejor diámetro de la partícula está en el orden de los 0,25 micrómetros o ligeramente inferior. La concentración de pigmento en volumen (PVC) tiene en consecuencia fuerte influencia sobre la difracción de la luz y el poder cubritivo.

En general, se observa un aumento del poder cubritivo hasta valores de 20/25% de PVC y luego puede decrecer ligeramente debido a la disminución de las distancias entre las partículas; finalmente para PVC superiores al crítico crece nuevamente debido a la presencia de interfases aire/pigmento.

Los pigmentos funcionales confieren elevada opacidad ya que exhiben en general alta absorción, dispersión y difracción de la luz incidente. Los inorgánicos generalmente exhiben mayor poder cubriente que los orgánicos de similar color debido a los mayores índices de refracción que presentan para cada longitud de onda.

Color y retención del color.

Esta característica es el resultado de un efecto fisiológico debido a la interacción de la luz, en el interior de un sistema, con sus componentes (en el caso de un pigmento, éste y el aire intersticial). El color está determinado por la absorción y reflexión selectiva de las diferentes longitudes de onda que conforman la luz blanca.

Un pigmento rojo aparece como rojo porque refleja la longitud de onda de la luz visible correspondiente a ese color y absorbe las restantes longitudes de onda; los negros absorben casi todas las longitudes de onda mientras que los blancos las reflejan casi totalmente.

La diferente capacidad de absorción y reflexión de la luz incidente se debe a la disposición de los electrones en la molécula, su nivel energético y la frecuencia de vibración. La absorción de la luz refractada excita los electrones de un nivel energético inferior a otro superior; posteriormente, cuando el electrón retorna al correspondiente nivel disipa la energía absorbida.

Se conocen diferentes sistemas desarrollados para facilitar el estudio sobre este tema. Así, por ejemplo, el sistema CIE (Comission Internationale de L'Eclairage) normaliza dos componentes de la experiencia visual para el estudio de la colorimetría: la fuente de iluminación y las condiciones de iluminación y el recorrido de los rayos luminosos.

El sistema define tres iluminaciones tipo designadas como fuentes A, B y C. La fuente A representa una luz artificial; la fuente B corresponde a la luz solar del mediodía y la fuente C interpreta la luz de un día totalmente nublado. Cada fuente de iluminación tiene una determinada distribución de intensidad relativa de luz; la elección de la fuente de iluminación contempla la condición de exposición de la superficie en estudio.

El ángulo de incidencia se define a 45° y el recorrido de los rayos reflejados como normal a la superficie de color; generalmente se indica como $45^\circ/0^\circ$ (iluminación a 45° , medición a 0°). El sistema contempla los valores

numéricos L^* , a^* y b^* como coordenadas de un espacio de color; se obtiene un diagrama tridimensional.

Las direcciones positiva y negativa de los ejes perpendiculares a^* y b^* describen respectivamente el rango del rojo al verde y del amarillo al azul; este atributo psicológico se lo define como matiz, tinte o tono. Los cuadrantes individuales contienen los colores marrón anaranjado, verde amarillento, azul verdoso y violeta. La saturación interpreta el color en un plano $a^* b^*$.

Finalmente, el eje L^* , perpendicular al plano $a^* b^*$, indica la luminosidad; esta permite clasificar un color como equivalente a un gris que evoluciona del blanco al negro o viceversa. Para establecer la diferencia de color,

generalmente se define en forma inicial un patrón, luego se clasifican visualmente las muestras y finalmente, para aquellas aprobadas, se seleccionan los límites superior e inferior para cada coordenada, es decir ΔL^* , Δa^* y Δb^* . Un criterio de tolerancia aceptable consiste en que esos límites superior e inferior pueden determinarse calculando tres veces el desvío estándar.

1.4.3 PIGMENTOS INHIBIDORES DE LA CORROSIÓN METÁLICA

La corrosión es el ataque destructivo de un metal por reacción química o electroquímica. Los daños causados por acción física no se denominan corrosión sino erosión, abrasión o desgaste. La corrosión química consiste en el ataque del metal en medios no electrolíticos, tales como gases a temperaturas en que la condensación sobre la superficie no tiene lugar

(hornos, máquinas de combustión interna, turbinas a gas, etc.) o líquidos que no conducen la corriente eléctrica (solventes orgánicos mezclados con bromo, alcohol metílico con iodo, etc.). No resulta la forma de corrosión más frecuente.

La corrosión electroquímica incluye la corrosión en la atmósfera, en suelos y en aguas; los medios que producen este tipo de corrosión se caracterizan por su conductividad iónica. La reacción de oxidación del hierro y del acero es generalmente de naturaleza electroquímica y muy compleja, manifestándose no solamente en sustratos metálicos desnudos sino también en aquéllos aparentemente protegidos por recubrimientos.

Los pigmentos inhibidores de la corrosión más difundidos hasta el presente se pueden clasificar según su mecanismo de acción en pigmentos solubles, formadores de complejos, básicos y metálicos. Los pigmentos solubles liberan iones que actúan como inhibidores, inicialmente oxidan el metal de base para formar luego compuestos estables que pasivan la reacción anódica.

Los pigmentos formadores de complejos estables reaccionan con los iones ferrosos provenientes de la disolución del metal y con los iones férricos generados por la acción del oxígeno a partir de los primeros; estos productos polarizan el área anódica de la pila de corrosión.

Los pigmentos básicos incrementan la concentración de iones hidroxilo en el agua presente en la interfase sustrato / película que ingresa por permeación a través de la película; si bien los valores de pH registrados experimentalmente son inferiores a 8, generan un medio adecuado para controlar la oxidación del sustrato.

Los pigmentos metálicos, particularmente el zinc de partícula esférica y laminar, actúan como ánodo frente al hierro y el acero de base que se comportan como cátodo. Las pinturas ricas en zinc y modificadas con extendedores y/o pigmentos inhibidores están incrementando su presencia en el mercado dado sus características menos contaminantes que otras formulaciones anticorrosivas.

Pigmentos anticorrosivos derivados de los aniones fosfato y fosfito.

La importancia de los pigmentos que tienen fosfatos en su composición se ha incrementado sensiblemente en los últimos años por las razones arriba mencionadas.

Muchas investigaciones se llevaron a cabo y se desarrollan actualmente para mejorar su eficiencia inhibidora, ya sea combinando varios tipos de fosfatos, adicionando otros pigmentos tales como óxido de zinc o borato de zinc, micronizando las partículas para incrementar su reactividad, etc. Entre los pigmentos derivados del fosfato, los más importantes son el fosfato de zinc, trifosfatos de aluminio, fosfatos de calcio y magnesio, fosfato de bario, fosfato de zinc y aluminio y molibdofosfato básico de zinc.

Los fosfatos en general tienen un mecanismo de acción inhibidora del tipo anódico y catódico como así también por un ligero efecto barrera; la bibliografía indica que la superficie de acero está pasivada por una fina capa de óxidos de diferente composición y estabilidad según el medio de exposición. La discontinuidad de esta capa es reparada por los iones fosfato hidrolizados por la presencia de pequeños niveles de humedad; la zona dañada se repasa por precipitación de fosfatos complejos de hierro y otros cationes presentes en el sistema (aluminio, calcio, bario, magnesio, zinc, etc. según el tipo de pigmento incluido en la formulación).

El mecanismo descrito fue discutido por la reducida solubilidad que en general presentan los fosfatos en agua, la cual accede fundamentalmente a la interfase sustrato / fondo anticorrosivo por permeabilidad a través de las diferentes capas del sistema protector; para mejorar la eficiencia se ha

reducido el tamaño medio de la partícula con el fin de incrementar el área específica de disolución.

La baja solubilidad de los fosfatos y el mínimo o nulo grado de hidrólisis alcanzado durante la primera etapa de exposición en servicio, ya que la película no está aún saturada de agua proveniente del medio, hace necesario que los fosfatos se combinen con otros pigmentos inhibidores alcalinos tales como el óxido de zinc u otros de naturaleza orgánica para la protección inicial.

Dado que la eficiencia inhibidora conjuga simultáneamente tanto la resistencia a la corrosión como a la formación de ampollas, resulta oportuno mencionar que la citada baja solubilidad no obstante es

beneficiosa, ya que no promueve los fenómenos osmóticos como los hacen los cromatos.

La elevada inercia química de los fosfatos permite su inclusión en composiciones con materiales formadores de película de alta acidez y por lo tanto de significativa reactividad. Esto último hace posible su empleo en formulaciones en pinturas base solvente y en aquellas reducibles con agua.

Óxido de zinc.

Este material particulado tiene en general una elevada pureza, la cual se encuentra aproximadamente alrededor del 99%. Se lo elabora a través de un proceso directo empleando generalmente sulfuro de zinc y el indirecto

partiendo de zinc metálico, en ambos casos a alta temperatura en presencia de oxígeno del aire.

Usualmente se los clasifica, en calidad decreciente, como “sello blanco”, “sello verde” y “sello rojo”, según su pureza. El tamaño de la partícula y su distribución es muy variable; en lo referente a la forma, esta puede ser nodular, acicular y laminar. Presenta un índice de refracción de 2,01 y una densidad de 5,6 g.cm⁻³.

Su empleo está prácticamente circunscripto a pinturas anti incrustantes tipo matriz soluble con óxido cuproso rojo como tóxico principal y el de zinc como refuerzo ya que se observa una acción sinérgica (relación 10/1 en peso) y a algunos fondos anticorrosivos; también, aunque en forma más

limitada, se lo incluye aún en formulaciones acuosas por su ligera actividad fúngica. Este pigmento, debido a su alta alcalinidad, es reactivo con ligantes de alta acidez (pinturas oleo-resinosas por ejemplo), generando jabones que endurecen fuertemente la película pero que también la fragilizan en forma muy sensible; los citados jabones le confieren a su vez alta resistencia a la humedad y particularmente a la abrasión. El óxido de zinc absorbe la radiación UV que se refracta en la interfase película / aire, resultando en consecuencia un muy buen protector de la degradación del material formador de película cuando esta se encuentra expuesta en exteriores.

Otros pigmentos anticorrosivos.

La investigación de pigmentos ecológicos ha conducido al desarrollo de pigmentos inhibidores de la corrosión, de carácter oxidante como los derivados del anión cromato. Entre ellos resulta posible mencionar

molibdatos, wolframatos, zirconatos y también vanadatos simples o dobles de cationes diversos (calcio, zinc, bario, estroncio, etc.).

Sin embargo, la capacidad protectora de estos pigmentos es insuficiente tanto desde un punto de vista electroquímico como químico dado que no forman una continua y adherente capa de óxidos sobre la superficie del sustrato debido a su reducido potencial de oxidación ni tampoco forman productos insolubles a pH alcalinos que inhiban de alguna manera también la reacción catódica; esta limitación ha conducido a que su empleo sea en forma conjunta con pigmentos basados en el anión fosfato. Tienen en general un elevado precio relativo.

Las regulaciones ecológicas también han conducido al desarrollo de otros pigmentos alternativos a los derivados del cromato: pigmentos intercambiadores de cationes. Su acción consiste en el reemplazo del catión calcio, el cual está químicamente soportado sobre zeolitas o compuestos silíceos amorfos, por iones hidrógeno. De esta manera el valor del pH en la interfase sustrato metálico / película de pintura se mantiene en el rango alcalino, en el que la cinética del proceso de corrosión es muy baja o nula.

Sustentado en lo arriba mencionado, en muchas formulaciones anticorrosivas se opta al control de la corrosión solo por inhibición por resistencia (efecto barrera) empleando pigmentos laminares adecuadamente dispersados; un ejemplo representativo y el de mayor uso actualmente en la industria de la pintura es el óxido de hierro micáceo; las

características más importantes de este pigmento se describen entre los extendedores.

1.4.4 RAZONES PARA DISPERSAR LOS PIGMENTOS.

El tamaño de la mayoría de los pigmentos, particularmente aquellos usados para proporcionar opacidad a las pinturas, es pequeño en relación al espesor de la película del recubrimiento. El Bióxido de Titanio con un tamaño de partícula individual de más o menos 0.2 micras puede usarse en una película de 50 micras de espesor, sin embargo la mayoría de pigmentos que están en forma de polvo contienen agregados o aglomerados que son de un diámetro muchísimas veces mayor al tamaño de partícula individual.

Estos agregados pueden crearse por compactación durante el manejo, por cementación debido a la acción de las sales solubles al perder humedad, coalescencia por fusión durante la calcinación u otras causas desconocidas.

Si un pigmento simplemente se agita dentro de un vehículo, las fuerzas aplicadas puede ser que no sean suficientes para romper los agregados y el acabado resultante aparecerá más granoso y bajo de brillo de lo que se esperaba. Algunas otras deficiencias menos obvias pueden ser, bajo poder cubriente, bajo poder tintóreo, suspensión deficiente o trazos de color en las pinturas entintadas.

1.4.5. TEORÍA DEL PROCESO DE LA DISPERSIÓN

La parte inicial y de mayor costo en tiempo y mano de obra es la dispersión de los pigmentos. Un pigmento puede diferir en uno o más pasos del

proceso de la dispersión. Para que el pigmento se disperse correctamente deben ocurrir los siguientes pasos:

TABLA I. Fases de dispersión de pigmentos

FASE	INDICADO POR
a) Humectación inicial	Tiempo de pre-mezcla
b) Rompimiento de agregados y aglomerados	Finura, Brillo, Poder tintóreo
c) Floculación	Suspensión, consistencia, brillo, cubrimiento, separación de color al frotar la pintura

HUMECTACIÓN INICIAL:

Es prácticamente imposible dispersar un material en un líquido que no humedecerá la superficie del material. La mayoría de los pigmentos usuales

se humedecen bastante bien por los vehículos y se diferencian apreciablemente entre sí únicamente por sus velocidades de humectación.

ROMPIMIENTO DE LOS AGREGADOS Y LOS AGLOMERADOS:

Los diferentes tipos y grados de los pigmentos difieren considerablemente en la tenacidad de los agregados y de los aglomerados que contienen. Los terrones de cualquier pigmento se dicen que se rompen en forma escalonada a medida que las fuerzas de corte y de impacto sobre las partículas aumentan.

FLOCULACIÓN:

La magnitud en la cual se agrupan las partículas de un pigmento en masas suaves o flóculos, después de la dispersión, es básicamente una función de la naturaleza de la superficie del pigmento y de la polaridad del vehículo.

La floculación puede tener efectos indeseables en el cubrimiento y en el brillo, pero tener efectos deseables en lo que respecta a la suspensión de la pintura terminada, ya que no se cuelga al aplicar sobre una superficie vertical.

1.5 RESINAS.

También llamado vehículo fijo, aglutinante o más vulgarmente resina. Es el componente básico de la pintura a la que confiere la posibilidad de formar

película una vez curada por el procedimiento específico de cada tipo. De él dependen las propiedades mecánicas y químicas de la pintura, y por tanto su capacidad protectora.

Técnicamente son polímeros de peso molecular bajo o medio que por acción del oxígeno del aire, de otro componente químico, del calor, etc. aumentan su grado de polimerización hasta transformarse en sólidos más o menos plásticos e insolubles.

Para el caso de las pinturas anticorrosivas se utiliza resinas de tipo alquídicas.

RESINAS ALQUÍDICAS

Un material polimérico derivado de la reacción de polioles y poliácidos es técnicamente una resina alquídica o simplemente un “alquid”; sin embargo, el término se aplica exclusivamente a productos modificados con ácidos grasos naturales o sintéticos mientras que los materiales no modificados se denominan comúnmente poliésteres.

La reacción involucra la combinación de los grupos carboxilo de los poliácidos y de los hidroxilos de los polioles; la modificación de la cadena poliéster se desarrolla a través de reacciones de esterificación de los hidroxilo remanentes de la cadena poliéster y los carboxilo de los ácidos grasos.

Un alquid puro es un polímero formado únicamente por la reacción de poliesterificación del anhídrido ftálico como diácido y glicerina y/o pentaeritritol como polioles y ácidos grasos secantes, semisecantes o no secantes, en diferentes proporciones entre sí, como modificadores primarios del poliéster, Figura 3.

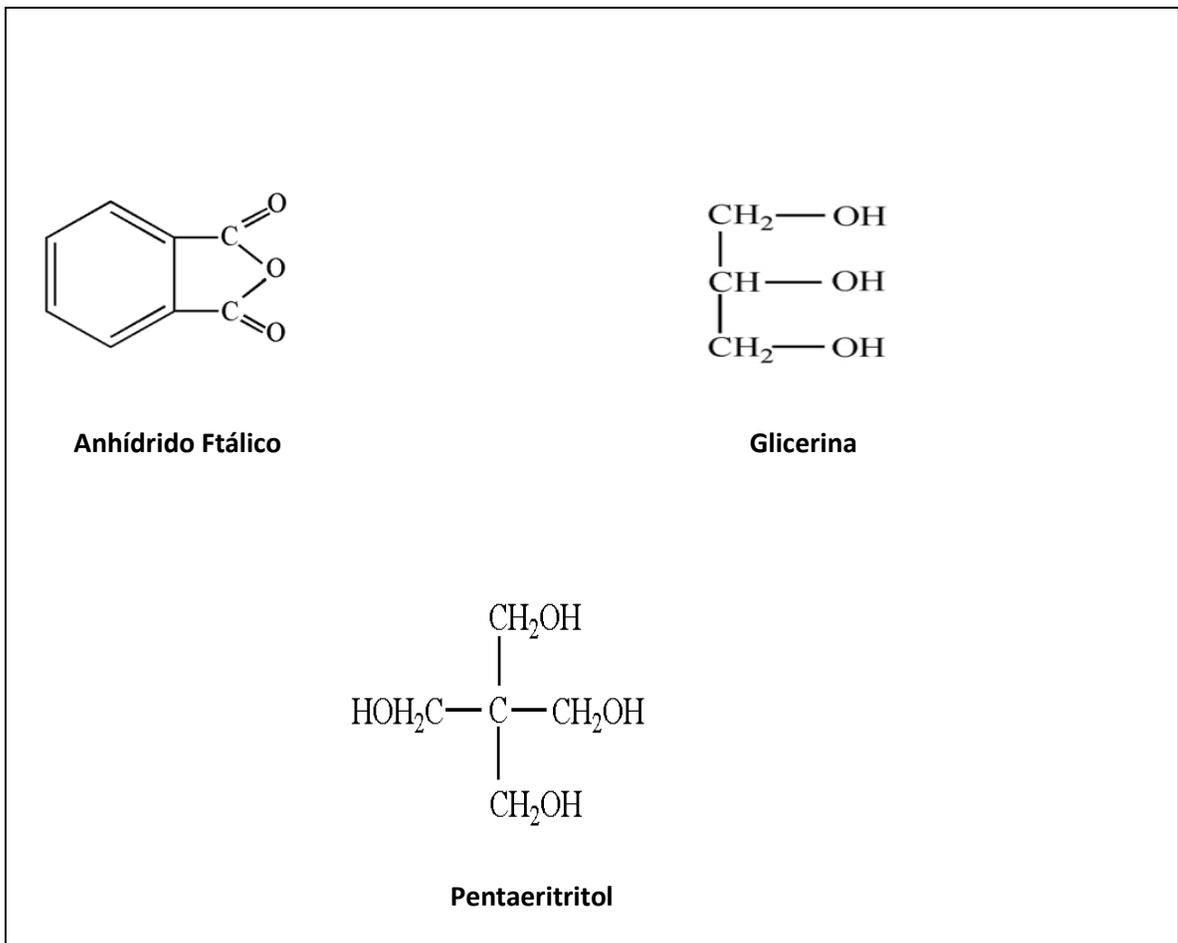


Figura 3. Materias primas que conforman la estructura poliéster de una resina alquídica pura

La glicerina no se sintetiza para la elaboración de resinas alquídicas; es un producto natural (alcohol trihidroxilado) obtenido a partir de aceites vegetales (triglicéridos). Por su parte, los alquídicos modificados tienen en su composición otros poliácidos y polioles diferentes al ftálico y glicerina y/o pentaeritritol que conforman un alquid puro; estos poliácidos y polioles se los denomina frecuentemente modificadores estructurales.

Sin embargo, alquídicos modificados también se obtienen por mezclado o por reacción para mejorar determinadas propiedades (compuestos fenólicos, derivados de la colofonia, acrílicos, etc.); en este caso, los materiales adicionados se los define como modificadores específicos del poliéster.

1.6. SOLVENTES

Los solventes y diluyentes usados en la formulación y fabricación de pinturas y recubrimientos de base no acuosa son compuestos orgánicos de bajo peso molecular. En general, los solventes deben ser volátiles bajo las condiciones particulares en que se forma la película. Sin embargo, también existen los reactivos, los que se definen como aquellos que producen una reacción química durante la formación de la película para convertirse en parte del ligante, perdiendo en consecuencia sus propiedades como solvente.

Estos materiales se pueden clasificar en compuestos hidrocarbonados y compuestos oxigenados. Los compuestos primeros incluyen tanto a los de tipo alifático como a los aromáticos; por su parte, los solventes oxigenados tienen un rango mucho más amplio en el sentido químico ya que abarcan éteres, cetonas, ésteres, éter-alcoholes y alcoholes simples.

Resulta oportuno mencionar que los hidrocarburos clorados y las parafinas nitrogenadas son menos frecuentemente empleados en la industria de la pintura y recubrimientos. El motivo del empleo de estos materiales de bajo peso molecular en pinturas líquidas está implícito en sus nombres. La influencia de los solventes en las propiedades de las pinturas y sistemas de pinturas normalmente está subestimada.

Así, un solvente solubiliza el material formador de película de una pintura o recubrimiento (material polimérico con un eventual plastificante externo) formando una verdadera solución (dispersión molecular). En cambio, los diluyentes se incorporan a las pinturas y revestimientos, entre otras cosas, para ajustar su viscosidad a los efectos de controlar la sedimentación de los pigmentos y extendedores en el envase, optimizar la posible penetración del producto en sustratos absorbentes, otorgar los requerimientos de aplicación según el método seleccionado, controlar el flujo de la pintura

húmeda sobre el sustrato para obtener un filme con adecuadas características protectoras y decorativas (satisfactorio grado de nivelación, alta resistencia al escurrimiento en sustratos verticales, elevada adhesión, etc.) y regular el tiempo de secado al tacto y duro (proceso exclusivamente físico).

1.7 ADITIVOS

Se denominan así a una cantidad de productos que representan un muy pequeño porcentaje en la formulación y que sin embargo tienen un valor importante en las propiedades físicas y/o químicas del producto terminado.

Es difícil pretender hacer una clasificación por composición química, debido a la descripción genérica de su composición, la que incluso a veces no es

conocida por los formuladores de pintura ya que no siempre es revelada por los fabricantes.

1.7.1. CLASIFICACIÓN DE LOS ADITIVOS

Los aditivos son productos químicos de acción específica que se añaden a los componentes principales de la pintura, ya citados, en pequeñas proporciones para conseguir una mejora de calidad, evitar defectos, producir efectos especiales, acelerar el endurecimiento, conferir tixotropía, matizar, etc.

Los más utilizados son:

Humectantes y Dispersantes: Empleados para facilitar la mojabilidad del pigmento por el ligante, ya que aquellos son normalmente liófilos.

Antiposos: Los pigmentos y cargas tienen mayor peso específico que el vehículo fijo y tienden a posarse. Este tipo de aditivos evita la formación de sedimentos.

Antipiel: Las pinturas a base de ligantes de secado oxidativo pueden llegar a formar piel en el envase debido a que éste normalmente no se llena totalmente.

Espesantes: Utilizados para conseguir tixotropía o falsa viscosidad, normalmente en pinturas de capa gruesa.

Mateantes: Se emplean para conseguir barnices o pinturas de aspecto mate o satinado manteniendo unas buenas propiedades mecánicas de la película.

Secantes: En las pinturas a base de ligantes de secado oxidativo se utilizan sales de cobalto, Plomo, Calcio, Zinc, Zirconio y Manganeso principalmente,

como catalizadores de la reacción para acelerar el secado y endurecimiento del film.

Fungicidas: Algunas resinas por su composición, sirven de alimento a colonias de bacterias y hongos, lo que puede ocasionar el deterioro de la pintura, pérdida de viscosidad, putrefacción en el envase, o manchas y cambios de tonalidad en el producto aplicado. Estos aditivos son venenosos para las bacterias.

Estabilizantes: Cuya misión es mantener estable la pintura en el envase hasta su utilización. Los hay de diferentes tipos como por ejemplo estabilizadores de la viscosidad, neutralizantes de la acidez del vehículo fijo, antioxidantes, etc.

Plastificantes: Como su nombre indica, actúan plastificando las películas con el fin de conseguir un buen balance de propiedades mecánicas y de resistencias a los agresivos. Intervienen en proporciones bastante altas en algunos tipos de pinturas como las fabricadas con caucho clorado o vinílicas, donde también ejercen un papel de ligante.

1.7.2. ESTABILIZACIÓN DE LOS PIGMENTOS EN SISTEMAS CON DISOLVENTES.

En pinturas o concentrados pigmentarios con disolventes orgánicos, el mecanismo principal de estabilización es el impedimento estérico, pues la carga eléctrica de los pigmentos en éstos sistemas no es muy importante. No obstante estas cargas pueden afectar la estabilidad de la mezcla de pigmentos.

La carga de los pigmentos depende tanto del pigmento como de la disolución de resina. Un mismo pigmento mezclado en distintas resinas puede mostrar cargas de signo opuesto y distintos pigmentos en una misma resina pueden mostrar cargas distintas.

Por éste motivo es importante señalar que hay aditivos defloculantes específicos que aparte de estabilizar el sistema mediante el impedimento estérico son capaces de conferir a todos los pigmentos una carga positiva y evitar de éste modo posibles inestabilidades debido a distintas cargas eléctricas.

La dosificación de los aditivos dispersantes y humectantes depende del pigmento a estabilizar y del peso molecular del aditivo. Como los aditivos se absorben en la superficie del pigmento, las cantidades de aditivo son función del área específica de éstos, por lo tanto las dosificaciones son mayores sobre los pigmentos orgánicos.

En la siguiente tabla se resume en líneas generales las dosificaciones a utilizar.

TABLA II. Dosificación de los aditivos humectantes y/o dispersantes

Tipo de aditivo humectante y/o dispersante	Dosificación		Fórmula total
	Pigmentos Inorgánicos	Pigmentos Orgánicos	
Polímeros de bajo peso molecular	0.5 – 2.0	1.0 – 5.0	1.0 – 5.0
Polímeros de alto peso molecular	1.0 – 3.0	3.0 – 9.0	3.0 – 9.0

Los aditivos dispersantes que actúan como estabilizantes mediante el impedimento estérico se caracterizan por tener uno o varios grupos “afines al pigmento” unidos a unas cadenas compatibles con el sistema.

Estos grupos de anclaje o grupos de adhesión son responsables de una adsorción fuerte y duradera del aditivo en la superficie del pigmento. Por

otro lado, las cadenas compatibles forman una capa alrededor del pigmento que no permite que las partículas estén en contacto entre sí y evita la floculación.

Estas cadenas deben extenderse lo máximo posible e introducirse en la solución de resina, de ésta forma al aumentar la interacción entre las moléculas de aditivo absorbidas y la resina es como si la capa de absorción alrededor del pigmento fuera mayor.

Este mecanismo de estabilización se encuentra principalmente en sistemas de pinturas que contienen disolventes y en sistemas acuosos que contienen resinas hidrosolubles.

CAPITULO II

2.-PROCESO DE FABRICACION DE PINTURA.

A nivel nacional, la industria de pinturas sigue el mismo esquema de procesamiento que se utiliza a nivel mundial, considerando similares etapas de proceso para ambos tipos de pinturas sean éstas pinturas en base agua (látex) ó en base a solventes (esmaltes), barnices, lacas, impermeabilizantes y anticorrosivos, pinturas marinas, automotrices, etc.

2.1. ETAPAS DE FABRICACIÓN.

Las pinturas basadas en solventes incluyen un solvente, pigmentos, resinas, sustancias secantes y agentes plastificantes. Los pasos en la elaboración de pinturas cuyo vehículo es un solvente se describen a continuación:

- ✓ Pre-dispersión o mezcla
- ✓ Dispersión o molienda
- ✓ Completado o dilución
- ✓ Ajuste de color
- ✓ Control
- ✓ Filtrado
- ✓ Envasado

2.1.1. PRE-DISPERSIÓN O MEZCLA.

Este concepto recibe estas dos denominaciones porque originalmente se llamaba mezcla, y la operación se realizaba con sistemas de amasadoras o agitadores que solamente producían dicho efecto de mezcla. Actualmente, con los agitadores de alta velocidad y con discos de diente de sierra se puede conseguir un efecto mayor, o lo que es lo mismo, se puede adelantar el siguiente paso que consiste en la dispersión propiamente dicha del pigmento en el vehículo.

La pre-dispersión consiste en la mezcla de todos los pigmentos y cargas que contiene la pintura en una pequeña cantidad de resina, añadiendo además los aditivos humectantes, sedimentantes y dispersantes que van a garantizar que las partículas que vamos a dispersar no se volverán a

conglomerar. Esta etapa se realiza en AGITADORES llamados Cowles, que son agitadores capaces de regular las revoluciones de la turbina. Normalmente, ésta es de diente de sierra y puede sustituirse fácilmente si se desea variar el diámetro.

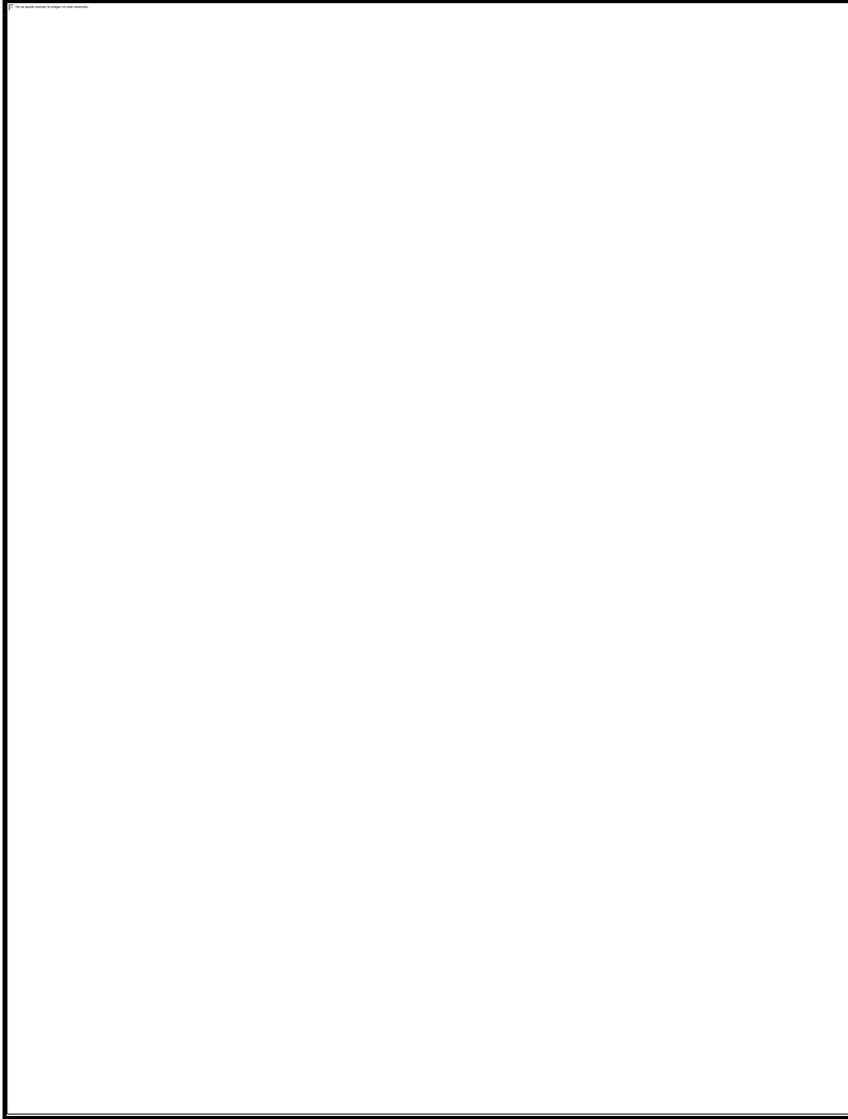


Figura 4. Cowles

Los parámetros que hay que tener en cuenta en el manejo del Cowles son:

- Potencia del cowles
- Velocidad o revoluciones
- Diámetro de la turbina
- Dimensiones del depósito
- Viscosidad de la pasta

1. Potencia del cowles

Para dispersar una determinada cantidad de pasta necesitamos una potencia determinada en el Cowles, y un recipiente con una capacidad suficiente. Es aconsejable disponer de una fijación de seguridad en el recipiente para evitar que éste se mueva y pueda provocar un grave accidente.

2. Velocidad periférica

Las revoluciones del eje y el diámetro de la turbina están relacionados entre sí por el concepto denominado velocidad periférica, que sería el producto de la longitud de la circunferencia de la turbina por el número de revoluciones. Dicha velocidad para que se consiga el máximo de eficacia debe estar entre los valores 18 y 25 m/seg.

PARÁMETROS DE COWLES

Siendo:

A = diámetro cuba	2-3 D
B = nivel en producto en reposo	2D
C = distancia disco a fondo	0,5-1,5 D
D = Disco de la turbina	

Se cumplirá:

$$\text{Velocidad Tangencial} = \frac{3,14 \times D \times \text{rpm}}{60} = 18 - 25 \text{ m / seg}$$

La relación de estos parámetros hará que consigamos una buena dispersión mediante una simple agitación.

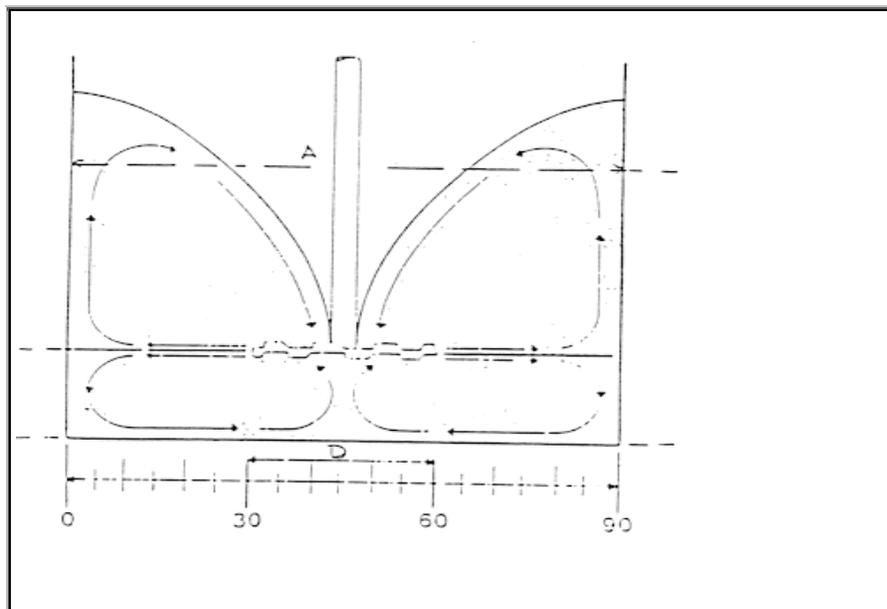


Figura 5. Cuchilla dientes de sierra

La dispersión del Cowles se lleva a cabo por el efecto de choque de los dientes de sierra de la turbina y por la fricción de los pigmentos entre sí en el seno de la pasta en movimiento. Así, tiene el mismo efecto aumentar las revoluciones del eje que aumentar el diámetro del disco; no obstante, se debe de acomodar el diámetro del disco a las dimensiones del recipiente y al rango de revoluciones con que trabaja el Cowles, que suele estar comprendido entre 500 y 1.300 r.p.m

3. Dimensiones y geometría del depósito

Por regla general, el diámetro de la turbina debe ser $1/3$ del diámetro del depósito, y se trabaja a una distancia del fondo igual a la mitad del diámetro de la misma. A su vez, la altura eficaz del depósito debe ser el doble del diámetro de la turbina. Hay que trabajar a unas revoluciones

tales que las partículas de pigmento formen en el centro de la pasta un hueco en forma de cono invertido cuyo vértice coincida con el punto en el que se encuentra la turbina.

4. Viscosidad de la pasta

Si la pasta está tan espesa que no aparece el efecto de cono deseado (como se describe en el párrafo anterior), se disminuye la viscosidad añadiendo disolvente, o se aumenta las revoluciones de la turbina si la potencia del Cowles lo permite, de modo que podamos ajustar la viscosidad para absorber toda la potencia del motor.

En pinturas blancas base agua (látex) se consigue una disgregación suficiente de pigmentos, en esta fase de la dispersión, con 20 minutos de agitación si se dimensionan bien los parámetros del Cowles (potencia, velocidad, geometría y viscosidad). En este caso, como se utilizan resinas en emulsión y éstas no suelen ser estables al cizallamiento, no se añaden a la fase de dispersión, y los pigmentos se disgregan en una parte del agua que indica la fórmula con los humectantes, dispersantes y espesantes adecuados.

En el caso de pinturas donde la exigencia de finura es más alta (esmaltes al disolvente), se debe prolongar más tiempo esta fase en función de la naturaleza de los pigmentos que hay que dispersar, utilizando recipientes provistos de refrigeración si fuera necesario para evitar el recalentamiento

de la pasta y la evaporación de los solventes. Después de lograr la finura deseada se ajusta la viscosidad de la base pigmentaria para proseguir su molturación. Es aconsejable dejar la pasta en reposo durante un tiempo para que penetre el disolvente en los agregados de pigmento aún existentes y facilitar así la siguiente fase de la dispersión.

Se ha apuntado anteriormente que la pre-dispersión consiste en mezclar todos los pigmentos en una pequeña cantidad de resinas; existe una relación de proporcionalidad entre el pigmento y la cantidad de resina que debemos emplear, que es de 1,3 a 1,5 veces la absorción de aceite del pigmento (refiriéndose a resina sin disolvente). Es decir, si deseamos dispersar dióxido de titanio al 60% en una resina alquídica al 70% en sólidos, tomaremos:

$$33 \times 60 / 100 \times 100 / 70 \times 1,3 = 24,5\% \text{ de resina al } 70\%$$

Como la absorción de aceite del dióxido de titanio es 22.

Formularemos la pasta del siguiente modo:

• Pigmento	60%
• Resina	24,5%
• Disolvente y aditivos	15,5%

Esta cantidad de resina es la justa para asegurar un recubrimiento de las partículas dispersadas y evitar que vuelvan a conglomerarse; un exceso de resina disminuye la eficacia de la dispersión.

La cantidad de disolvente no es tan crítica, pudiéndose variar en función de la viscosidad y reología de la pasta. En el caso de un pigmento azul de ftalocianina, si deseamos hacer una pasta al 10%, sabiendo que tiene un

55% de absorción de aceite, necesitaremos un 10,2% de resina al 70% de sólidos, y el resto lo añadiremos de disolvente. En este caso, necesitamos más cantidad de disolvente debido a que la pasta se hace muy tixotrópica. La naturaleza del disolvente utilizado tiene su importancia, se trata de escoger el más apropiado para una determinada resina teniendo en cuenta polaridad, evaporación, etc. Es necesario utilizar un disolvente de baja volatilidad para disminuir la evaporación en la dispersión.

Como puede deducirse, teniendo en cuenta la naturaleza de un pigmento, su absorción de aceite y la reología de las pastas formadas con él, formularemos las bases de ese pigmento a un porcentaje determinado:

Pigmento	Concentración (%)
Dióxido de titanio	60
Litopón	65
Negros de humo de alto rendimiento	6
Negros de humo de bajo rendimiento	10
Óxidos de hierro negros	50
Óxidos de hierro amarillos	35
Amarillos y naranjas de Cr y Mo	50
Amarillos orgánicos	15
Rojos de toluidina	25
Lacas de manganeso	20
Óxidos de hierro rojos	60
Azules y verdes de ftocianina	10
Azul de Prusia	20

Azules de ultramar	60
Verdes de cromo	40

2.1.2. DISPERSIÓN O MOLIENDA.

Se llama dispersión a la homogeneización de las partículas sólidas en un medio líquido en el grado granulométrico más pequeño posible. Las partículas por la acción de diversas fuerzas, tienden a agruparse y a formar aglomerados. Estos aglomerados hay que dispersarlos mediante fuerzas de cizallamiento. Además estas partículas tienen que ser mojadas en toda su superficie por el medio que las rodea.

Por lo general para conseguir una dispersión se suele hacer una pre-mezcla de los sólidos pulverulentos con la fase líquida. Para ello se suele emplear dispersadores de alta velocidad. Dichos elementos se usan también para conseguir dispersiones en algunas pinturas que no precisan, por su grado de dureza, el someterse a otros aparatos molturantes de mayor capacidad de cizallamiento.

La pre-mezcla de la masa de molienda debe de hacerse a velocidad lenta, teniendo en cuenta el siguiente orden:

- Disolvente o agua.
- Ligante.
- Modificador reológico (si los hay).
- Aditivos humectantes y antiposos.
- Cargas y pigmentos, en orden de dureza de mayor a menor.

En una pintura convencional, los pigmentos y las cargas tienen tamaños de partículas comprendidas entre 10 y 0,1 micras, pero estas partículas se presentan conglomeradas y la dispersión consiste en reducirlas al tamaño elemental. En una dispersión intervienen una serie de factores que hay que tener en cuenta y que dependerán de cada una de las fases de dicho proceso.

- **Granulometría o tamaño de partícula**

El tamaño de las partículas de las cargas y los pigmentos tiene una gran importancia ya que determina características como el poder cubriente, el brillo y la textura de una película de pintura. La granulometría determina el tamaño medio de las partículas de un sólido pulverulento. La escala para medir el tamaño de partícula es la micra (μ) = 1/1000 mm.

Ejemplos:

*	Carbonatos cálcicos	0,5-5 μ
*	Óxidos de titanio	0,2-1 μ
*	Óxidos de hierro	0,2-0,6 μ
*	Negros de humo	0,1-0,2 μ

- **Forma de las partículas sólidas**

La forma de las partículas sólidas es muy variada y nunca regular, pero siempre del mismo tipo para un producto determinado:

Esferoidales, tres dimensiones del mismo orden, como ejemplo los carbonatos.

Laminares, una dimensión pequeña respecto a las otras dos, como ejemplo la mica o los aluminios.

Aciculares, dos dimensiones pequeñas respecto a la tercera.

Amorfas, tres dimensiones diferentes entre sí.

- **Superficies específicas**

Se llama así a la relación entre la superficie/masa, está en función de la granulometría del sólido. Este factor resulta muy importante porque determina la superficie que tiene que mojarse en las dispersiones.

- **Peso específico**

Es la relación entre peso/volumen, tiene gran importancia pues nos dará la estabilidad de la dispersión; cuanto mayor sea el peso específico, mayor posibilidad de sedimentación tendrá.

- **Dureza**

Los sólidos pulverulentos tienen diferentes durezas, por lo que el orden de incorporación en la fabricación también tiene importancia. Las cargas más blandas pueden sufrir alteraciones si no están en un contacto adecuado con las duras. La escala de dureza que se suele emplear es la siguiente:

1 Talco

2 Yeso

3 Carbonato cálcico

6 Óxido de hierro

7 Arenas (sílices)

10 Diamante.

- **Viscosidad de molienda**

Determina la buena dispersión entre la carga y los pigmentos, la relación que existe es directamente proporcional entre viscosidad, cizallamiento y humectación, es decir, cuanto mayor sea la viscosidad de molienda, mayor será el cizallamiento y mayor humectación se conseguirá, con lo cual se obtendrá mejor finura o grado de dispersión y mejor homogeneidad o reparto de todos los componentes, cargas y aditivos en la dispersión.

- **Estabilidad**

Es la aptitud de conservarse a lo largo del tiempo sin sedimentar o hacer flotaciones, así como mantenerse a los cambios de temperatura, situaciones de bombeo, dilución y pH o grado de acidez.

2.1.3. COMPLETADO O DILUCIÓN.

Tanto si la pintura se fabrica a través de bases pigmentadas o molturando todos los pigmentos conjuntamente, el formulador debe asegurarse de estabilizar la pintura frente a la sedimentación de pigmentos, la floculación, los fenómenos de superficie y frente a la estabilidad química del producto final en el envase, incluyendo en la fórmula aditivos que eviten cada uno de estos fenómenos indeseados. Cada aditivo tiene un modo de empleo descrito en el método de fabricación de una fórmula determinada.

Por regla general, los aditivos dispersantes y estabilizadores de la dispersión se añaden al comienzo (en la pre-dispersión), así como los antisedimentantes. Los aditivos que modifican la tensión superficial y los estabilizadores químicos se agregan al final del proceso de fabricación, en algunos casos, incluso inmediatamente antes del filtrado y envasado por tratarse de productos muy volátiles, como es el caso del aditivo antipiel (cetoximas) en las pinturas alquídicas de secado al aire.

Se debe tener la precaución de guardar disolvente de la fabricación para limpiar todos los utensilios utilizados, para asegurarnos de que no diluiremos la pintura más de lo especificado.

Hay ocasiones en las que es necesario tomar precauciones especiales, como la de añadir ciertos aditivos con fuerte agitación, para favorecer su incorporación y evitar coagulaciones.

Debemos tener en cuenta que la estabilidad de una pintura pretende evitar las leyes físicas. Lo que se pretende es que los pigmentos, que en muchos casos tienen densidades superiores a 4 gr/cc, no sedimenten en un fluido que raramente alcanza densidades de 1 gr/cc, y no sólo eso, sino que

frecuentemente se mezclan dos reaccionantes en el mismo envase y se espera que sean estables al almacenamiento.

Trazas de ácidos, en algunos casos, o excesiva humedad, en otros, pueden aumentar la viscosidad de una pintura hasta hacerla inservible en un corto espacio de tiempo de almacenamiento, de ahí que la limpieza sea una buena costumbre en la fabricación de pinturas.

Una vez que el producto tiene ya todos los componentes, y éstos se han añadido según lo especifica el método de fabricación, la pintura está concluida, por lo que se puede iniciar el proceso de comprobación y ajuste de sus cualidades o parámetros físicos, comenzando por el ajuste de color.

2.1.4. AJUSTE DE COLOR

Este aspecto se puede considerar una característica más de la pintura, y así se entiende desde un punto de vista estrictamente técnico de formulación.

El color, como ya se ha explicado, se consigue mediante pigmentos, pero aquí hablaremos de cómo se consigue el color en la fabricación. Estos pigmentos generalmente se incluyen en la parte pigmentaria de la fórmula y mediante su dispersión se consigue su poder colorimétrico.

Unas veces por fallos mecánicos, otras por errores humanos y algunas veces, por deficiencias en las materias primas, nos encontramos con la

novedad de que una vez dispersados los pigmentos, el color resultante de la pintura no se ajusta exactamente a las características del producto final. Aquí es cuando entra el proceso de ajuste de color. Los métodos más generales para realizar el ajuste de color, también denominado fase de teñido, son:

- **MANUALMENTE.** Operarios especializados comparan una cartulina o chapa metálica pintada con el producto del tanque con un estándar que generalmente se conserva en el laboratorio y se observan las diferencias.

- **POR CONTRASTE LÍQUIDO.** Operarios especializados comparan una muestra de la pintura líquida frente a una muestra estándar.

- **POR SISTEMA FOTOSENSIBLES (ACS).** Ajustados por ordenador. Estos aparatos, mediante un lector óptico, leen las coordenadas de los pigmentos y a través de un programa informático muestran la composición pigmentaria y las diferencias con respecto al estándar.

Una vez analizado, por un sistema u otro, hay que efectuar el ajuste, que consiste en añadir unas bases concentradas de pigmentos bases en pequeñas cantidades (no se aconseja más de 1%) para no desestabilizar la fórmula. Dichas bases concentradas suelen estar ya fabricadas en sistema de resinas compatibles o polivalentes con nuestras pinturas y en una concentración de pigmento de alrededor del 30%.

2.1.5. CONTROL

Desde el inicio de la fabricación de un producto hay que tener en cuenta las especificaciones finales que ha de cumplir, de modo que sólo con unos pequeños ajustes, fáciles de realizar, pueda obtenerse el conforme final.

Antiguamente, se fabricaba la pintura y sólo al final se controlaban las características determinadas por el laboratorio. La tendencia marcada por las nuevas filosofías sobre la calidad total para los procesos productivos, nos conducen a confiar en los proveedores de materias primas, por haber pasado auditorías de calidad efectuadas por nuestra empresa y estar homologados como tales proveedores. Entonces, adquiere un gran interés el control del proceso productivo, de este modo se consigue una mayor homogeneidad de fabricaciones y se detectan los problemas en el momento en que es más fácil solucionarlos.

La calidad de los productos ha de estar definida exactamente por sus especificaciones, y tan perjudicial puede ser un exceso de meticulosidad como un defecto. Así, no es necesario filtrar a 10 micras una pintura que se va a aplicar a rodillo sobre una superficie sucia. El técnico que redacta las especificaciones de un producto debe tener en cuenta todos los detalles referentes al mismo, a su modo de aplicación, y a las cualidades finales que el cliente exige.

2.1.6. FILTRADO

Por filtración se entiende la operación mediante la cual se separan los sólidos finamente divididos de los fluidos en cuyo seno están suspendidos, utilizando para ello una superficie permeable a los fluidos.

En el caso de las pinturas, lo que se desea separar son las partículas extrañas (restos de material de molturación, partículas metálicas, etc.) respetando las partículas más pequeñas de pigmentos.

Es necesario calcular la superficie filtrante precisa para filtrar un determinado caudal. Esta superficie no es la misma si se desea retener partículas de más de 10 micras, o bien filtrar a 100 micras.

También hay que calcular la carga perdida en la filtración, ya que al tratarse de productos de alta viscosidad, es considerable. No obstante, los fabricantes de los medios filtrantes conocen todos estos parámetros y aconsejan los que conviene utilizar en cada caso.

En la filtración de pinturas, el método más versátil es el uso de bolsas filtrantes, de modo que la pintura que entra en el armazón ha de atravesar el medio filtrante y salir por el otro lado. Un manómetro indicará la presión en el interior de la cámara; y un aumento de presión aconseja cambiar de medio filtrante por estar saturado de elementos extraños que dificultan el paso de la pintura.

En ocasiones, se dispone de dos cámaras filtrantes que se utilizan alternativamente, por medio de una válvula de tres vías, a fin de no interrumpir el filtrado si se satura el filtro.

Otro tipo de filtración, común en una fábrica de pinturas, son los tamices vibratorios de telas metálicas de 50 a 150 micras. Un motor eléctrico proporciona las vibraciones a un tamiz, de modo que las partículas gruesas se mantienen en suspensión, evitándose así la obturación de la tela. Ésta ha de ser metálica para poder transmitir las vibraciones.

La filtración por vibración se usa en pinturas plásticas para la construcción o en imprimaciones, ésta puede filtrarse también por el método anterior pero colocando como material filtrante, una jaula metálica rígida con agujeros del tamaño al que se desea filtrar.

Las bombas utilizadas para recuperar la carga perdida en la filtración son de membrana, para pinturas al agua, o lobulares para el caso de esmaltes al disolvente. De esta forma se montan equipos de filtración.

Las especificaciones del producto que hay que filtrar han de indicar el tamaño del poro del medio de filtración, y en ocasiones, si está muy sucio

el producto, es necesario filtrar varias veces disminuyendo el micraje paulatinamente, hasta llegar a eliminar el tamaño de partícula deseado. No podemos filtrar una pintura a un micraje más bajo que el de su finura, y si el producto es de muy alta viscosidad (productos texturados) el tamaño del poro del medio filtrante ha de ser mucho más alto que el de su finura, puesto que la viscosidad dificulta enormemente la filtración.

El proceso de **filtración** y el de **envasado** se realizan al mismo tiempo, es decir, el producto se filtra después de haber comprobado todas sus características en el laboratorio, y normalmente el producto recién filtrado se introduce en el envase definitivo para su almacenamiento o expedición, evitando así riesgos de contaminación por materias extrañas.

2.1.7. ENVASADO

Hay tanta diversidad de líneas de envasado como envases para pinturas hay en el mercado. Podemos envasar pinturas en latas de 100 ml o en bidones de 25 litros, y la complicación o sofisticación de las líneas depende del número de envases que se llenen por partida. Si la partida consta de 4 cubetas de 25 litros, las envasaremos y cerraremos manualmente, pero si estos 100 litros se han de envasar en 1.000 latas de 100 ml, usaremos una máquina que dosifique, por peso o volumen, la alimentación de los envases, que los tape automáticamente y posiblemente que etiquete los envases, e incluso que los introduzca en cajas de cartón. Los automatismos de que disponen las líneas de envasado en el mercado actual son muchos:

- **Alimentador de envases.** Los hay para envases cónicos, tipo pail, apilables uno dentro del otro, de 5 a 25 litros, y para envases cilíndricos de 100 ml a 5 litros usados para pinturas de decoración.
- **Dosificador,** que puede ser volumétrico, por medio de un émbolo; o gravimétrico, en este caso una báscula electrónica gobierna la válvula de dosificación. En ambos casos se puede graduar el volumen variando el recorrido del émbolo, o el peso programando la báscula.
- **Máquina cerradora,** que coloca una tapa en cada envase y lo cierra por medio de aire comprimido.
- **Máquina etiquetadora,** que coloca etiquetas o graba en el envase el

número de fabricación.

- **Alimentador de palets.**
- **Apilador de envases sobre el palet.**
- **Encajadoras**, que introducen latas pequeñas en cajas de cartón.
- **Evacuadora de palets llenos**, que los deslizan por una cinta de rodillos.

Todas estas unidades estarán totalmente sincronizadas, de modo que sólo se activen en el momento preciso (mediante autómatas). El coste de una línea de envasado completa es grande y cada fabricante ha de estudiar sus necesidades para dotarse de la línea de envasado que le resulte más rentable. El coste de limpieza de la línea, en el momento de cambiar el producto que hay que envasar, es un factor muy importante que conviene tener en cuenta. La rentabilidad viene dada por el número de envases de

una determinada partida, así igual de rentable es envasar 500 litros en latas de 1/2 litro, que 25.000 litros en pails de 25 litros.

Características de los envases

Los envases han de reunir unas características que nos garanticen:

- Buena conservación del producto en el envase.
- Cierre hermético.
- El material del envase no ha de interferir químicamente con el contenido. Así, para envasar pinturas al agua se usan envases de plástico o de chapa pintada interiormente que soportan la corrosión del agua, y para envasar pinturas al disolvente no ácidas suele utilizarse chapa estañada.
- Resistencia mecánica. Ha de soportar los pequeños golpes inevitables en el transporte, sin deformarse y menos aún perforarse.

En el caso de manejar materiales inflamables es aconsejable usar envases homologados para su transporte, según las leyes vigentes. Esto nos eximirá de cualquier responsabilidad en caso de incidentes durante el transporte.

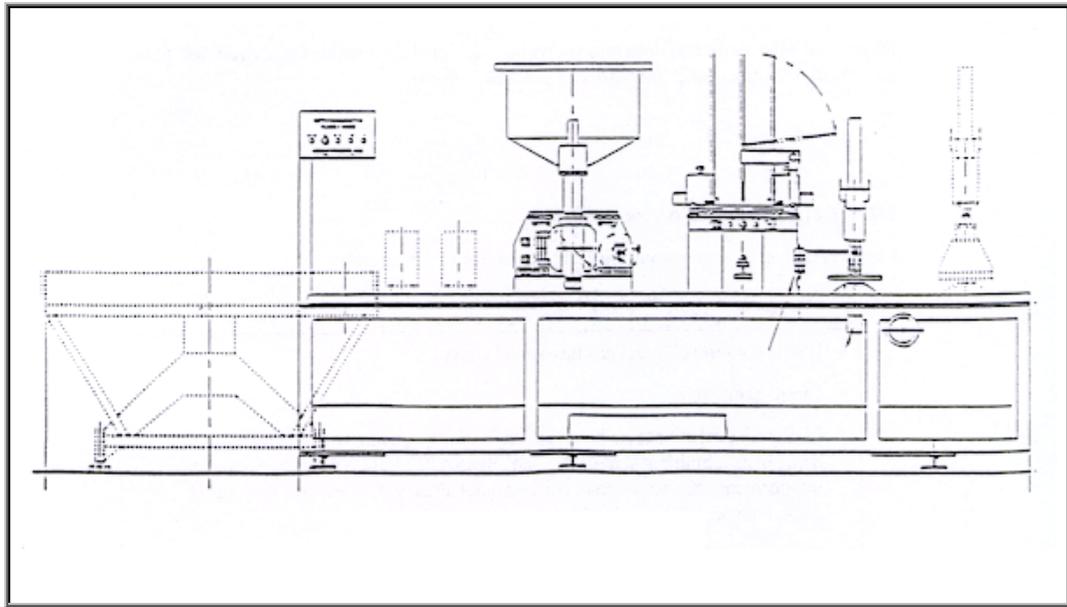


Figura 8. Equipo de envasado automático

2.2. DIAGRAMAS DEL PROCESO GENERAL.

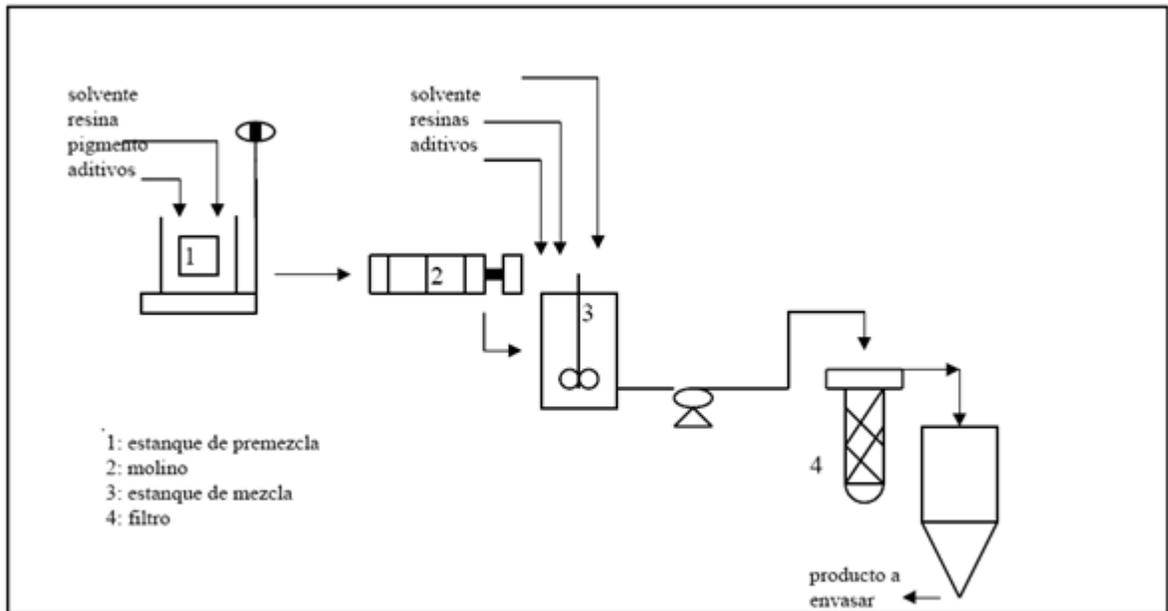


Fig. 9 Diagrama del proceso de fabricación de pintura base solvente

La Figura 9. presenta un diagrama general del proceso de fabricación de pinturas. Otros aditivos menores, usados con propósitos especiales, son las sustancias antibacterianas, estabilizantes, tensoactivos y agentes para ajuste de pH.

Dentro del proceso de producción de pinturas se pueden distinguir dos sub-procesos, en función del producto final que se quiera obtener (ver Figura 10), a saber:

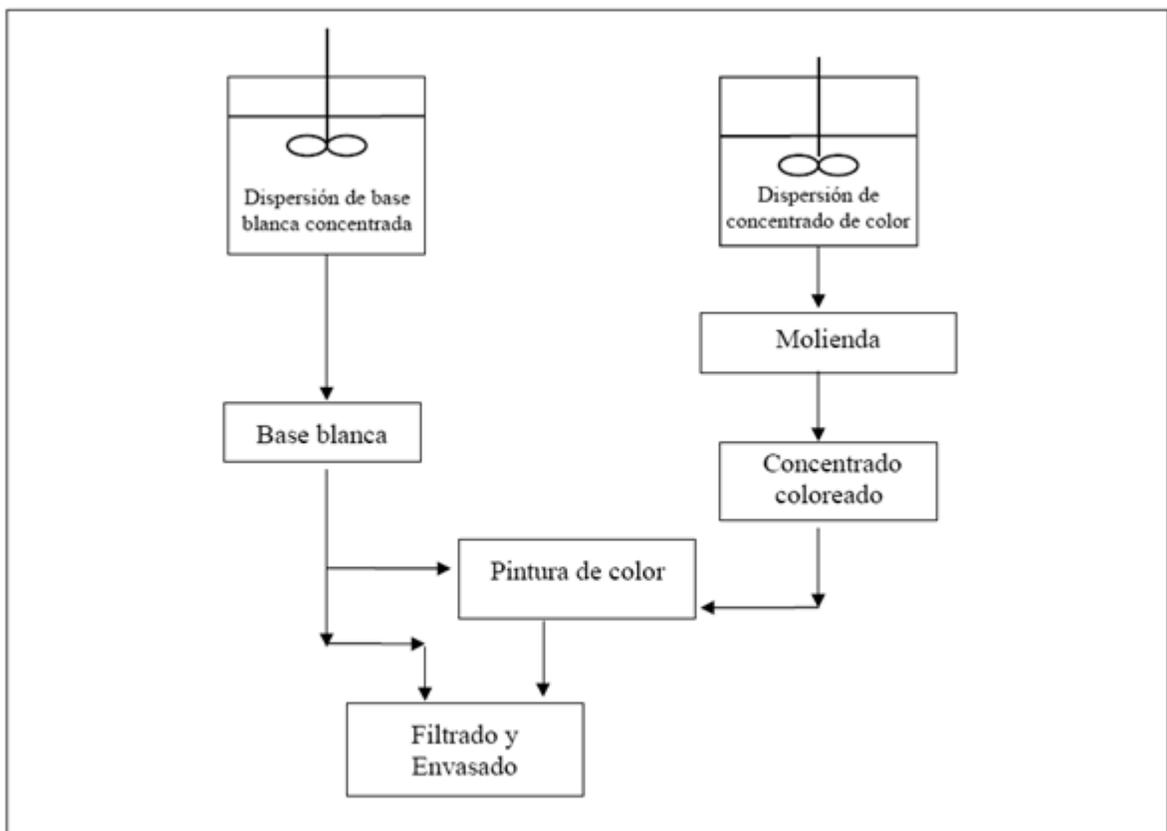


Fig. 10. Subprocesos en la fabricación de pintura

a) Sub-Proceso A: Producción de base incolora (pintura blanca)

En la elaboración de este producto, se distinguen las siguientes operaciones:

- Dispersión de la base concentrada incolora.
- Mezclado de terminación de base incolora.

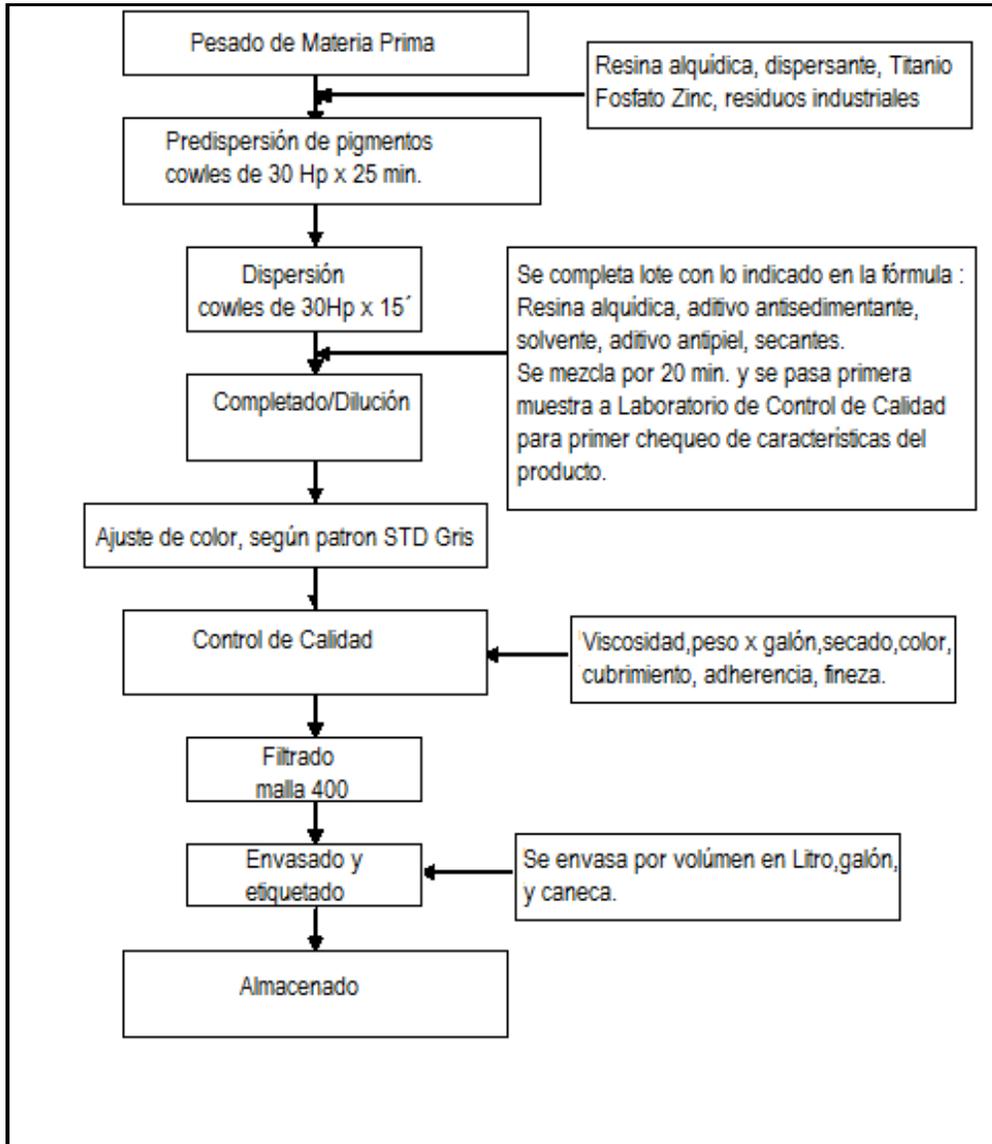
Luego de estas etapas, se obtiene la base incolora, la cual puede continuar a envasado o a completar el proceso de fabricación de pintura color.

b) Sub-Proceso B: Producción de pintura color

Este se caracteriza por las siguientes operaciones:

- Dispersión del pigmento para formar una pasta coloreada.
- Molienda de la pasta coloreada para formar empaste.
- Mezclado del empaste con resinas y solventes formando un concentrado coloreado. Una vez que se obtiene el concentrado coloreado terminado, la base incolora se mezcla con éste, obteniéndose pintura color. Por último, se envía a envasado, pasando previamente por control de calidad.

2.2.1. DIAGRAMA DE FLUJO DE ANTICORROSIVO GRIS



2.2.2. DIAGRAMA DE FLUJO DE ANTICORROSIVO NEGRO



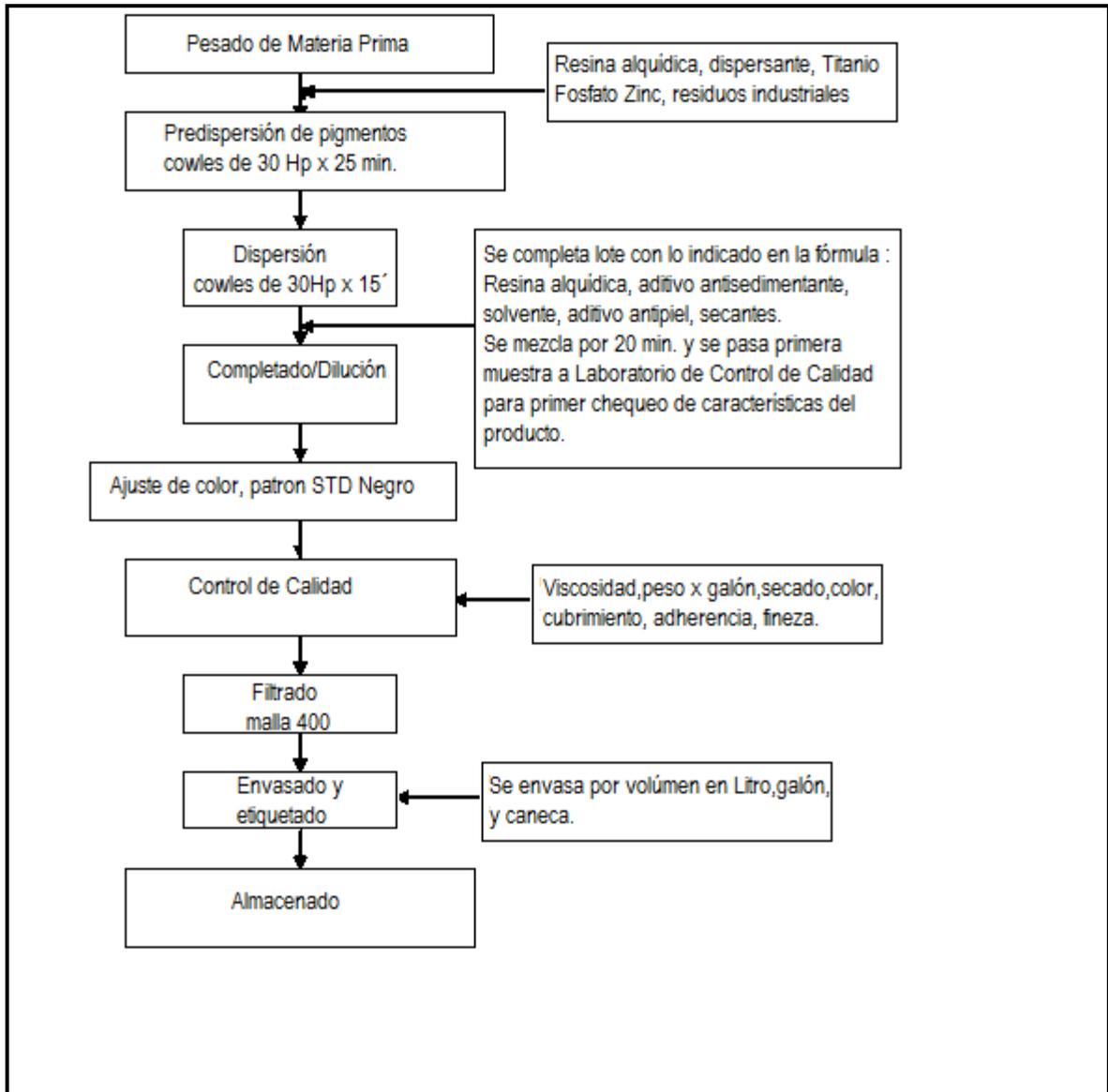


FIG. 11. DIAGRAMA DE FLUJO DE FABRICACIÓN DE ANTICORROSIVO NEGRO

2.2.3. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA RECUPERACION DE POLVOS PARA LA NUEVA PINTURA.

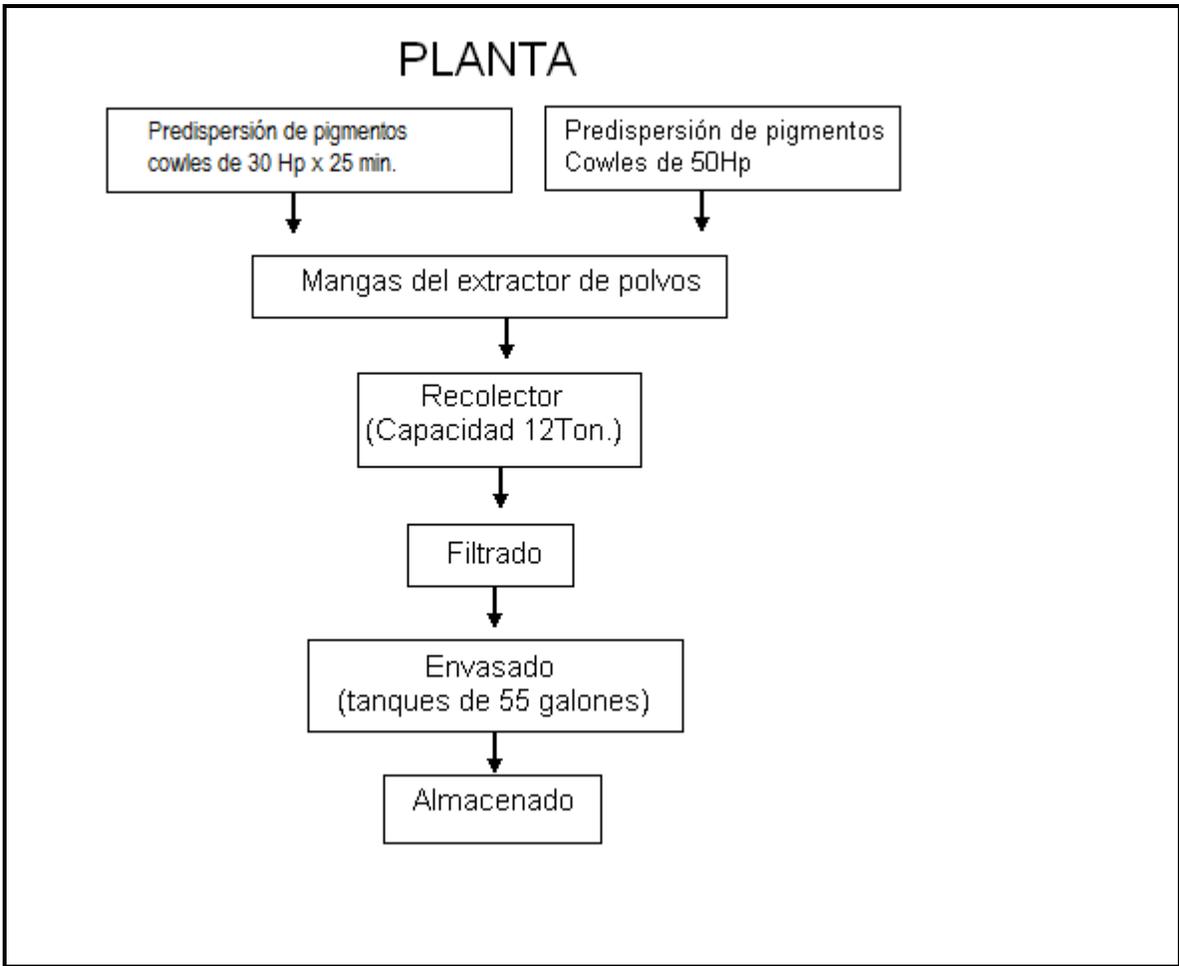




FIG. 12. DIAGRAMA DE FLUJO DE RECUPERACIÓN DE POLVOS DURANTE EL PROCESO FABRIL

2.2.4. CUANTIFICACION DEL AHORRO GENERADO.

Producción mensual de Pintura = 250000 galones de Pintura

Polvos acumulados en el extractor (residuos) = 9 toneladas/mes

Costo por disposición final de residuos= \$0.05 ctvs./Kilo

Gasto por disposición final de residuos= \$5400 dólares/anuales

Producción mensual de nueva Pintura = 30000 galones

Cantidad de residuos usados en la nueva pintura =30Kilos/100 galones

Para fabricar los 30000 galones mensuales se emplea:

30 kilos-----100 galones

x-----30000 galones

X =9000 Kilos de residuos

Costo promedio de la MP utilizada normalmente para fabricar anticorrosivos \$0.25ctv./kilo

Ahorro producido al utilizar residuos en la nueva pintura:

$9000 * 0.25 = \$2250/\text{mes}$

$2250 * 12 = \mathbf{\$27000/\text{año}}$

CAPITULO III

3.-COSTOS DE FABRICACION

El costo de fabricación representa el gasto directo de elaboración del producto. Se compone de tres conceptos: material, mano de obra directa y puesto de trabajo.

$$\mathbf{Cf = material + mod + Pt}$$

Para obtener el costo de fabricación se necesita conocer previamente el proceso de trabajo del producto, es decir, actividades, tiempos concedidos de fabricación y montaje, material empleado y cualificación profesional de la mano de obra directa.

Mano de Obra directa.

Se denomina mano de obra directa (mod) al conjunto de operarios relacionados directamente con la producción y con responsabilidad sobre un puesto de trabajo.

Existen diferentes categorías de mano de obra directa: Oficial de 1a, Oficial de 2a, Oficial de 3a, especialista. La cualificación profesional guarda relación con la tarea asignada: así, a la categoría de Oficial de 1a corresponden tareas que requieren mayor conocimiento, experiencia y confianza que a las restantes categorías.

JORNAL / HORA.

El jornal / h de la mano de obra directa se obtiene dividiendo la remuneración anual del operario entre la horas de trabajo efectivas/año, ambos conceptos de acuerdo con la legislación vigente.

Cálculos simples:

- Días reales de trabajo / año:

Días naturales----365

- Deducciones:

Domingos--- 52

Vacaciones—22

Fiestas----- 14

Enfermedad—19 (estimado)

Licencias -----7

Días Reales---- 251

- Horas de trabajo efectivas al año: Se establecen con convenio para cada sector industrial.

- Jornada efectiva / día: dividir las horas efectivas al año por los días reales de trabajo al año.
- Salario día: Es la suma de Salario base por día y plus día, según la categoría profesional.
- Paga extraordinaria: Retribución de 30 días, Se conceden dos pagas extraordinarias al año, (algunas empresas conceden 3 pagas, u otro sistema de gratificación).
- Remuneración anual: suma de 365 días de salario más 60 días de dos pagas extraordinarias con igual retribución diaria.
- jornal / hora: dividir remuneración anual por horas anuales.

Aplicación en el presupuesto industrial.

El costo de mano de obra directa representa el producto del tiempo concedido para realizar las actividades del proceso, tanto de fabricación como de montaje, por su jornal correspondiente:

$$\text{mod} = \Sigma (Tf J1) + \Sigma (Tm J2)$$

El costo de mano de obra directa aparece totalizado en el presupuesto industrial, suma de fabricación y montaje.

Los Materiales

El material o materias primas para los productos a elaborar se indican en el reporte de explosión de materiales y en las correspondientes fórmulas de producción. Para las materias primas que provienen ya elaboradas del exterior se aplica simplemente el precio de adquisición, pudiendo

incrementarlo, previendo un porcentaje por almacenamiento pérdidas y envejecimiento.

EL Puesto de Trabajo.

Los puestos de trabajo originan un costo durante su funcionamiento, es decir, durante el desarrollo de la actividad específica. Este costo varía de acuerdo con la naturaleza y características del puesto de trabajo.

Cada empresa establece los conceptos por los cuáles analiza el costo de funcionamiento, ocurriendo de hecho que aquellos gastos que no considere en este apartado, deberá hacerlo como gastos generales.

En general, los conceptos que integran el costo del puesto de trabajo son cuatro: interés de la inversión, amortización, mantenimiento, y energía consumida. Para obtener el costo de funcionamiento se recomienda actuar de esta forma:

- **Dibujar un plano de distribución en planta de la instalación.** En el cual las máquinas aparecen dibujadas esquemáticamente y numeradas en orden correlativo a su ubicación.
- **Elaborar un cuadro con la relación de maquinaria y operarios.** El cuadro expresa para cada puesto de trabajo: denominación, características, potencia consumida, calificación profesional de la mano de obra directa.
- **Elaborar el cuadro del costo de puesto de trabajo.** Cada puesto de trabajo se analiza según los apartados del cuadro del costo de puesto de trabajo: Precio de adquisición o inversión, periodo de amortización, funcionamiento horas/ año, vida prevista, interés de la inversión, amortización, mantenimiento, energía consumida y costo del puesto de trabajo.

➤ **Relación de maquinaria y operarios**

El cuadro expresa para cada puesto de trabajo: denominación, características, potencia absorbida y cualificaron profesional de la mano de obra directa.

ESTRUCTURA DE COSTOS DE FABRICA													
Producto	Explosión de productos Lts	Explosión de productos	COSTO LITROS				TOTAL COSTO FABRICACIÓN	TOTAL GASTO FABRICACIÓN	PRECIO VENTA POR LITRO PONDERADO	CONTRIBUCIÓN MARGINAL BRUTA %	TOTAL INGRESOS VENTA		
			MP	EMP	MOD	Gastos Fabrica							
PLANTA BASE SOLVENTE			\$ 1,92	\$ 82.805	\$ 21.711	\$ -	\$ 1.797	\$ 106.313	\$ 106.313				
ANTICORROSIVO GRIS	24.000	24.000	\$ 1,93	\$ 46.248,00	\$ 0,50	\$ 12.061,50	\$ -	\$ 0,042	\$ 2,47	\$ 59.308	\$ 6.740	63%	161.760,00
ANTICORROSIVO NEGRO	19.200	19.200	\$ 1,90	\$ 36.556,80	\$ 0,50	\$ 9.649,28	\$ -	\$ 0,042	\$ 2,45	\$ 47.005	\$ 6.740	64%	129.408,00
	43.200	43.200				\$ -		2,46	\$ 106.313	\$ 6,74	63%	291.168,00	
GRAN TOTAL	43.200	\$ 82.805	\$ 21.711	\$ -	\$ 1.797,1	2,46	\$ 106.313	\$ 6,74	63%	291.168			

3.1. RECETAS

Se trata de procesos en los que se opera sobre una cantidad de material a la que llamamos "batch", transformándola en sucesivas operaciones hasta obtener el producto final. Los fabricantes de la industria moderna deben cubrir una amplia gama de productos y al mismo tiempo reaccionar rápidamente ante los cambios en los requisitos del mercado. También deben cumplir estándares de seguridad muy elevados y requisitos legales de certificación.

En estos aspectos, el sistema de gestión de recetas para producción ofrece muchas ventajas porque brinda un elevado rendimiento y flexibilidad. Estos sistemas de recetas funcionan bajo Windows y utiliza la potente base de datos MS Access para gestionar de forma simple y segura grandes

cantidades de datos de materias primas, recetas y producción. Permite sustanciales ahorros de tiempo y costes.

Gestión de Recetas:

La gestión inteligente de recetas sirve para definir recetas incluso con pasos de proceso especiales, como mezcla, calefacción, refrigeración, etc., en el ya conocido entorno Windows. Asimismo, los diversos pasos de la receta pueden ejecutar complejas funciones de procesamiento por lotes ("scripts") para la sincronización de pasos de proceso.

Gestión de materiales

Permite gestionar una gran cantidad de materiales en las diversas líneas de producción. Con breves secuencias de manejo pueden consultarse los consumos de materias primas y las cantidades recetadas producidas. El sistema incorpora una supervisión automática de existencias. El seguimiento de materiales puede activarse selectivamente con tres parámetros de lotes discrecionales y un campo de fecha.

Gestión de protocolos

Al final de cada procesamiento de receta, el sistema genera protocolos de lotes y de producción. La gestión de materiales proporciona protocolos de consumos, cantidades producidas y existencias en almacén. Todos los protocolos pueden personalizarse de forma muy sencilla.

ANTICORROSIVO GRIS CON POLVO DEL EXTRACTOR

ETAPA	NOMBRE DEL COMPONENTE	Densidad	Kilos/100G	Galones
I	Resina alquídica media en aceite	0,296735	125,00	37,09
	Dispersante	0,279533	1,70	0,48
	Antisedimentante	0,150911	1,00	0,15
	Alcohol etílico industrial	0,320740	1,00	0,32
II	Pigmento inhibidor de corrosión	0,083804	11,00	0,92
	Pigmento Blanco	0,066103	15,00	0,99
III	Residuos Industriales (Polvo del Extractor)	0,096780	30,00	2,90
	Pasta Negro Especial al 15%	0,266843	0,50	0,13
	Pasta Ocre 47%	0,174373	0,62	0,11
IV	Secante Co al 12%	0,261902	0,80	0,21
	Secante Zr al 24%	0,210000	0,50	0,11
	Secante Ca al 10%	0,265200	1,50	0,40
	Secante de Manganeso	0,274320	0,03	0,01
	Antinata	0,289564	0,30	0,09
VI	Solvente Alifático	0,337913	11,38	3,85
	Emulsión con Resina media	0,275000	190,00	52,25
				100,00

ANTICORROSIVO NEGRO CON POLVO DEL EXTRACTOR

ETAPA	NOMBRE DEL COMPONENTE	Densidad	Kilos/100G	Galones
I	Resina alquídica media en aceite	0,296735	125,00	37,09
	Dispersante	0,279533	1,70	0,48
	Antisedimentante	0,150911	1,00	0,15
	Alcohol etílico industrial	0,320740	1,00	0,32
II	Pigmento inhibidor de corrosión	0,083804	11,00	0,92
	Residuos Industriales (Polvo del Extractor)	0,096780	30,00	2,90
III	Pasta Negro Especial al 15%	0,266843	4,23	1,13
	Pasta Ocre 47%	0,174373	0,62	0,11
IV	Secante Co al 12%	0,261902	0,80	0,21
	Secante Zr al 24%	0,210000	0,50	0,11
	Secante Ca al 10%	0,265200	1,50	0,40
	Secante de Manganeso	0,274320	0,03	0,01
	Antinata	0,289564	0,30	0,09
VI	Solvente Alifático	0,337913	11,38	3,85
	Emulsión con Resina media	0,275000	190,00	52,25
				100,00

3.2. CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN



<u>CAPACIDAD - PRODUCCIÓN</u>			
LITRO.MINUTO		54,00	
HORAS-DIA		8	
LITRO- DIA-NOM		432	
LITRO-DIA-REAL	85%	367	LTS-DIA
DIAS PLAN.ANUAL	240	88.128	LTS-AÑO
EFICI - %	85	88.128	LTS-AÑO

CALCULO DEL COSTO DE LA CARGA FABRIL

Variable	Prod. Litros	Electricidad				Vapor			
		Kwh	USD/ Kwh	Total Kwh	Costo USD	Kg v /Ton	Total Kg v	T. gal bun k	Costo USD
Planta Base									
Solv.	43.200	12,00	0,078	1 920	\$ 150				
Sub Total	43.200	0,081 9	0,081 9	1.920	150	-	-	-	-
Fijos	Dias	Kwh	USD/ Kwh	Total Kwh	Costo USD				
Taller	22	0,00	0,078	0	\$ -				

3.4. GASTOS ADMINISTRATIVOS

El desarrollo de estos dos productos no demanda gastos administrativos ya que es un tipo de producto similar a los ya desarrollados por la empresa, por lo que éste trabajo se toma como un incremento de la línea de producción.

GASTOS DE VENTAS

	TOTAL	AVG / MES
GTOS. VENTA -PLANTA- Base Solvente	2011	2011
1 SUELDOS	40.035	
2 HORAS EXTRAS	0	
3 DECIMOTERCER SUELDO	0	
4 DECIMOCUARTO SUELDO	0	
5 DECIMOQUINTO SUELDO	0	
6 DECIMOSEXTO SUELDO	0	
7 VACACIONES	0	

8	FONDO DE RESERVA	0	
9	COMPENSACION SALARIAL	0	
10	BONIFICACION COMPLEMENTARIA	0	
11	TRANSPORTE	0	
12	BONIFICACION VOLUNTARIA DE LA EMPRESA	0	
13	AGUINALDO NAVIDEÑO	0	
14	CAPACITACION	0	
15	1% ICC	0	
16	INDIRECT LABOR	0	
17	DIRECT LABOR	0	
18	DIRECT LABOR PACKAGE	0	
19	CL. UP LABOR PROCES	0	
20	TRAINING		
21	BIRTH, MARRIAGE, DEATH	0	
22	COLLEC. LABOR CONTRACT	0	
23	COLLEC. LABOR CONTRACT - EDIT	0	
24	GROUP INSURANCE	0	
25	PROFIT SHARING	0	
26	REPAIRS MAINTENANCE	0	
27	CONTRATED SERVICES	0	
28	CORP. INSUR. GENERAL	0	
29	SUPPL. AND PHOTOCOPIES	0	
30	TELEPHONES	1.000	83
31	OTHER TAX	0	

32	TRAVEL - DINERS- HOTEL	4.000	333
33	TRAVEL TICKETS	4.000	333
34	TRAVEL MISC	0	
35	TRAVEL - NON DEDUCTABLE	0	
TOTAL GENERAL		49.035	750

TOTAL GENERAL	\$ 49.035	\$ 750
----------------------	------------------	---------------

3.6. GASTOS DE PLANTA.

GTOS. PLANTA-PET		TOTAL 2011	AVG / MES 2011
1	SUELDOS	0	
2	HORAS EXTRAS	0	
3	DECIMOTERCER SUELDO	0	
4	DECIMOCUARTO SUELDO	0	
5	DECIMOQUINTO SUELDO	0	
6	DECIMOSEXTO SUELDO	0	
7	VACACIONES	0	
8	FONDO DE RESERVA	0	
9	COMPENSACION SALARIAL	0	
10	BONIFICACION COMPLEMENTARIA	0	

11	TRANSPORTE	0
12	BONIFICACION VOLUNTARIA DE LA EMPRESA	0
13	AGUINALDO NAVIDEÑO	0
14	CAPACITACION	0
15	1% ICC	0
16	GROUP INSURANCE	0
17	PROFIT SHARING	0
18	REPAIRS MAINTENANCE	0
19	CONTRATED SERVICES	0
20	CORP. INSUR. GENERAL	0
21	SUPPL. AND PHOTOCOPIES	0
22	TELEPHONES	0
23	OTHER TAX	0
24	TRAVEL - DINERS- HOTEL	0
25	TRAVEL TICKETS	0
26	TRAVEL MISC	0
27	TRAVEL - NON DEDUCTABLE	0
28	TRAVEL TAXIS	0
29	TRAVEL LUNCHS	0
30	AUTO FUEL, LUBR., BATT	0
31	SUNDRY	0
32	Food	0
33	ALLOCA. PACKING SSO	0
34	ALLOCA. FACT. TO COGS	0

35	REPRESENT EXPENSE	0	
36	HOLLYDAY	0	
37	SEVERANCE ALLOWANCES	0	
38	BUILDING RENT	0	
39	EQUIPMENT RENT	0	
40	ELECTRICITY	1.797	150
41	POSTAL & CURRENT	0	
TOTAL GENERAL		1.797	150

TOTAL GENERAL	\$ 1.797	\$ 150
----------------------	-----------------	---------------

3.7. NÓMINA

Nomina del Personal

#	Area	Sueldo	13ro	14to	Vacac.	Fondo Reserva	IESS		Aporte Patronal	Costo Subtotal	Costo Total	Costo Año
							11,15%					
0	Gerente General	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
0	Secretaria	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
0	Asiste Documental	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
0											\$ -	\$ -
0	Gerente de Planta	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
0	Sup.Produccion	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
0	Sup. Mantenimiento	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
0	Sup. Calidad	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
0	Obreros Opradores	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
0	Ob. Estibadores	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
0	Mecanico Turno	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
0	Mecanico linea	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
0	Electricista	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
0											\$ -	\$ -
0	Jefe Financiero	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
0	Contador	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
0	Aux Contabilidad	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
0	Asist. Computac	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
0											\$ -	\$ -
0	Gerente de Ventas	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2	Vendedores/Comp.	\$ 700	\$ 58	\$ 17	\$ 29	\$ 58	\$ 78	\$ 85	\$ 1.026	\$ 2.051	\$ 24.614	\$ 24.614
2										\$ 2.051	\$ 24.614	\$ 24.614
0	Jefe de Marketing	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1	Asist. Trade Market	\$ 880	\$ 73	\$ 17	\$ 37	\$ 73	\$ 98	\$ 107	\$ 1.285	\$ 1.285	\$ 15.420	\$ 15.420
1										\$ 1.285	\$ 15.420	\$ 15.420
0	Jefe de RRHH	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
0	Legal	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
0											\$ -	\$ -
3											\$ 3.336	\$ 40.035

3.8. INCIDENCIA DE LOS GASTOS

Análisis de la Incidencia de los Gastos

#		<u>Miles US</u>	<u>%</u>
	PERSONAS		
	<u>PROPUESTA</u>		
3	Total Recurso Humano	\$ 40.034,9	44,1%
	Gastos de Fabricación	\$ 1.797,1	2,0%
	Gastos de Ventas & Mkt	\$ 49.034,9	54,0%
	Gastos Administrativos	\$ -	0,0%
3	Total Gastos	\$ 90.866,9	100,0%

Ventas Presupuestadas Año 2011 \$ **291.168**

3.9. CONSOLIDADO DE COSTOS DE FABRICACIÓN

Consolidado de Costos de Fabricación								
	LTS-PROD	MP	ME	MOD	MOI	Gast-Fabrica	TOTAL COSTO-FABRICA	COSTO UNIT
Planta Base Solv.	44.064	\$ 82.805	\$ 21.711	-	-	1.797	106.313	\$ 2,41
Total Planta-Base Solv.	44.064	\$ 82.805	\$ 21.711	-	-	1.797	106.313	\$ 2,41
Total	\$ 44.064	\$ 82.805	\$ 21.711	\$ -	\$ -	\$ 1.797	\$ 106.313	\$ 2,41

3.10. ESTRUCTURA DE COSTO POR COLOR



RECETAS EN LITROS

CÓDIGOS	NOMBRE DEL PRODUCTO	PRECIO	TOTAL	TOTAL	ANTICOR. GRIS	ANTICOR. NEGRO
		POR LT	USD	LT	Total	TOTAL
				Incluye Merma	24.000	19.200
100001	ANTICORROSIVO GRIS	\$ 1,93	\$ 46.248	24.000	24.000	
100002	ANTICORROSIVO NEGRO	\$ 1,90	\$ 36.557	19.200		19.200
	TOTAL LTS		\$ 82.805	43.200	24.000	19.200

COSTO RECETAS

CÓDIGOS	NOMBRE DEL PRODUCTO	PRECIO	TOTAL	TOTAL	ANTICOR. GRIS	ANTICOR. NEGRO
		POR LT	USD	LT	Total	Total
						24.000
100001	ANTICORROSIVO GRIS	\$ 1,93	\$ 46.248	24.000	24.000	-
100002	ANTICORROSIVO NEGRO	\$ 1,90	\$ 36.557	19.200	-	19.200
	TOTAL		\$ 82.805	43.200	24.000	19.200
	Costo x Litro MP			1,917	\$ 1,93	\$ 1,90

EMPAQUES
UNIDADES

CÓDIGOS	TEXTO DE MATERIAL	COSTO	UNIDADES	TOTAL UND EMPAQUE	ANTICOR. GRIS	ANTICOR. NEGRO
	NUMERO DE CARTONES				Total	Total
	CANTIDAD EN UNIDADES				24.000	19.200
200001	ENVASE METALICO LITRO	\$ 0,409	43.200,00	43.200,00	24.000	19.200
200002	ETIQUETA INDUSTRIAL LITRO	\$ 0,078	43.200,00	43.200,00	24.000	19.200
200003	LAMINA CARTON 09	\$ 0,108	4.800,00	4.800,00	24.000	19.200
200004	STICKER ENVASE	\$ 0,002	43.200,00	43.200,00	24.000	19.200
200005	STICKER CAJA	\$ 0,005	4.800,00	4.800,00	24.000	19.200
200006	PLASTICO TERMOENCOG.	\$ 0,010	168,00	4.800,00	24.000	19.200

	TOTAL					
--	--------------	--	--	--	--	--

COSTO EMPAQUES						
CÓDIGOS	TEXTO DE MATERIAL	COSTO (UND)	COSTO TOTAL	TOTAL UND EMPAQUE	ANTICOR.	ANTICOR.
					GRIS	NEGRO
CÓDIGOS	NUMERO DE CARTONES				Total	Total
	CANTIDAD EN UNIDADES	24.000	19.200			
200001	ENVASE METALICO LITRO	\$ 0,409	\$ 17.664	43.200,00	9.814	7.851
200002	ETIQUETA INDUSTRIAL LITRO	\$ 0,078	\$ 3.370	43.200,00	1.872	1.498
200003	LAMINA CARTON 09	\$ 0,108	\$ 518	4.800,00	288	230
200004	STICKER ENVASE	\$ 0,002	\$ 86	43.200,00	48	38
200005	STICKER CAJA	\$ 0,005	\$ 24	4.800,00	13	11
200006	PLASTICO TERMOENCOG.	\$ 0,010	\$ 48	4.800,00	27	21
Costo total			\$ 21.711		\$ 12.062	\$ 9.649
Costo x Litro (Empaques)			\$ 0,503		\$ 0,50	\$ 0,50
<hr/>						
	MP		\$ 82.805	79,31%	\$ 1,93	\$ 1,90
	ME		\$ 21.711	20,69%	\$ 0,50	\$ 0,50
<hr/>						
	TOTAL MATERIAL		\$ 104.516	100,00%	\$ 2,43	\$ 2,41

CAPITULO IV

4.-CONTROL DE CALIDAD

Las cualidades que se le suponen a una determinada pintura deben ser comprobadas, sobre todo las que el cliente ha especificado. Como es lógico, hay ensayos largos o costosos que no siempre se considera necesario realizar. Se comprueban las primeras partidas de un determinado producto, y después, esporádicamente, se verifican otras partidas.

4.1. DETERMINACIÓN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Se denominan especificaciones técnicas o características técnicas a la información que de forma obligatoria o voluntaria tienen que ofrecer los fabricantes de equipos, maquinaria o productos industriales para que los posibles compradores puedan conocer de forma verídica las prestaciones de los mismos, a fin de poder elegir el más apropiado a sus necesidades así como poderlo comparar con el mismo producto que puedan fabricar otros

fabricantes. En una pintura hay parámetros muy rápidos y sencillos de medir que aportan información sobre sus cualidades, los más empleados son los siguientes:

4.1.1. DETERMINACIÓN DE LA FINEZA O AUSENCIA DE GRUMOS.

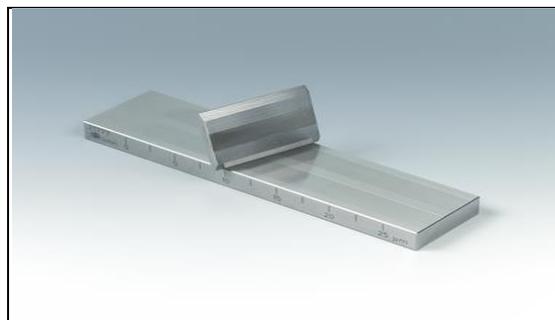


FIGURA 13. GRINDÓMETRO

En el proceso de dispersión, los componentes de un material de recubrimiento se reducen a pequeñas partículas. El grado de dispersión influye en las propiedades físicas y ópticas del recubrimiento.

El Grindómetro sirve para determinar la finura de molienda y las partículas de mayor tamaño o bien aglomerados en el proceso de dispersión. No determina el tamaño real del grano ni la distribución de los granos. Tiene una alta influencia sobre el brillo, puesto que si las partículas más grandes sobresalen de la película de pintura, matizan el aspecto.

El Grindómetro es un bloque plano de acero con dos ranuras planas cuneiformes cortadas en su superficie. Estas ranuras transcurren desde una profundidad máxima en un extremo del grindómetro uniformemente hasta el punto cero en el otro extremo del bloque de acero. La profundidad de la cuña puede leerse en la escala grabada en el lateral.

El grado de dispersión se indica en μm y en valores Hegman. La escala Hegman va de 0 a 8, siendo el número más alto de Hegman el que determine a la partícula más pequeña

COMO HACER LA PRUEBA:

El material se coloca en la parte inferior (más profunda) de la ranura y, utilizando el raspador suministrado, se esparce en la pendiente en la dirección contraria. El lugar donde hay una gran cantidad de partículas indica el tamaño de la partícula.

4.1.2. DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD.

La viscosidad es la medida de la resistencia de un líquido a fluir cuando se le aplica una fuerza, esta se debe al rozamiento entre sus moléculas que será mayor cuando mayor sea su viscosidad. La unidad común es el poise definido como la fuerza necesaria para mover un centímetro cuadrado de área sobre una superficie paralela a la velocidad de 1 cm por segundo. Las

equivalencias con el poise son Pascal·segundo, Newton·segundo/m², o bien kg/(m·s).

La viscosidad varía inversamente proporcional con la temperatura y por lo tanto la medida debe estar relacionada con esta condición de ensayo. Medirla sólo tiene sentido en líquidos con comportamiento Newtonianos que son aquellos en que los gradientes de velocidad que se producen en el interior del líquido son proporcionales al esfuerzo de cizalla.

En barnices y pinturas líquidas la medición de la viscosidad es determinante para la correcta aplicación en el sistema elegido, y en la extensibilidad y descuelgue del producto una vez aplicado. Para medir la viscosidad se utilizan básicamente dos métodos cuya elección depende del rango de viscosidad del producto y de la precisión (capacidad de un instrumento de dar el mismo resultado en mediciones) necesaria.

En productos de baja y media viscosidad se utiliza la copa Ford 4, es un sistema experimental de descarga a través de orificio cuya unidad de medida es el tiempo en segundos. El volumen de la copa es de 100 ml y el orificio de descarga de 4 mm, se utiliza para un rango de viscosidades entre 20 segundos y 120 segundos que cubre productos de aplicación a pistola, cortina y algún caso de brocha.

En productos de viscosidad media y altas se utiliza viscosímetro rotatorio tipo Brookfield que mide la resistencia en poises que ofrece un husillo al girar en el interior del fluido a medir, se selecciona la velocidad de rotación y el rotor a utilizar según la escala de medida. Con este equipo se miden productos de aplicación a rodillo, brocha y masillas de espátula.



FIGURA 14. COPA FORD # 4



FIGURA 15. BROOKFIELD K-2

4.1.3. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD.

La densidad se define como la relación entre la masa de un determinado volumen de un cuerpo y la masa del mismo volumen de agua a presión de 1 atm y a 4°C de temperatura. Se calcula como $\text{densidad} = \text{masa} / \text{volumen}$ y su unidad más común es el kg/litro aunque en pintura se expresa como Libras/galón.

Para calcular la densidad en pinturas se utiliza un instrumento denominado **Picnómetro**, éste es un cilindro con una tapa que lo cierra herméticamente, en el centro de la tapa tiene un agujero por donde se elimina el aire y el líquido sobrante cuando esta se cierra. El volumen

habitual del cilindro es de 100 ml pero también los hay de 50 ml. El método de medida consiste en pesar el cilindro y su tapa vacío y limpio, llenarlo con el producto a medir hasta el nivel máximo, cerrar la tapa, observar que salga producto sobrante por el agujero de la tapa que se deberá limpiar. En caso de que no saliera producto significa que no hemos introducido suficiente y deberemos adicionar hasta que salga. Volveremos a pesar el picnómetro con el producto en su interior, la diferencia entre el peso actual y el de su tara en vacío será el peso del producto para el volumen del cilindro utilizado, en caso de ser de 100 ml multiplicaremos el resultado por 10 y así obtendremos la densidad en unidades kg/litro, y si el volumen del picnómetro es de 50 se multiplicará por 20 para obtener el resultado en las mismas unidades.



FIGURA 16. PICNÓMETRO

4.1.4. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE SECADO.

Para los recubrimientos de secado al aire, éste se determina mediante un método manual o bien a través del uso de aparatos como el "Dry-Recorder". Para la determinación del secado por el sistema manual disponemos de unas normas internacionales, la ASTM D1640, que tiene su equivalencia en la norma ecuatoriana INEN 1011. En función de estas normas las condiciones de determinación del secado ha de realizarse a una

temperatura de $25 \pm 2,5^{\circ}\text{C}$ y con una humedad del $50 \pm 5\%$, fijándose el grosor de la película según la aplicación a la que se destine la pintura. Dicha película no deberá estar expuesta a las radiaciones solares. La aplicación se efectuará con unos aplicadores adecuados para obtener una película lo más uniforme posible, y el soporte que se utiliza es vidrio.

El "Dry-Recorder", consisten en una aguja o una bola que se desplaza con un movimiento regular sobre la superficie del recubrimiento y que, según el estado del secado en el cual se halle, dejará diferentes tipos de huellas. Cuando ha realizado todo el recorrido, podemos observar cada tipo de huella y el momento en que se ha iniciado, lo que nos indicará el secado de recubrimiento.

- En una primera etapa el recubrimiento es desplazado por la aguja o bola móvil y vuelve a recuperarse; este estado se llama tiempo de fluidez "flow-time" o también "primer secado".
- Seguidamente se observa que el recubrimiento ya no es capaz de recuperarse o fluir, sino que deja una huella que es una línea sin pintura. Se le llama secado al polvo o "segundo secado".
- A continuación, la pieza móvil ya no es capaz de llegar al vidrio o soporte pero aún deteriora y rompe el recubrimiento. Cuando finaliza este fenómeno se dice que el recubrimiento está seco pegajoso o que ha alcanzado el "tercer secado".
- Y por último, cuando deja de aparecer en la superficie del recubrimiento cualquier tipo de señal, diremos que está seco total, es el "cuarto secado".

Los estados en los que puede encontrarse la película durante el proceso del secado son los siguientes:

➤ **Seco al tacto**

Se toca la película suavemente con un dedo, sin ejercer presión. La película no deja nada adherido al dedo, aunque sí que se nota pegajosa.

➤ **Seco al polvo**

Puede deslizarse suavemente el dedo, sin ejercer presión, sobre la superficie del recubrimiento, sin llevarse nada del producto ensayado. Otra forma de determinar este punto de secado consiste en pasar un algodón deshilvanado sobre la superficie de la película hasta que los hilos no se queden adheridos al recubrimiento. También puede utilizarse un poco de polvo que hay que depositar sobre la superficie del recubrimiento a

diferentes intervalos de tiempo, cuando podemos liberar el polvo con aire se dice que la película está seca al polvo.

➤ **Seco pegajoso**

A este grado de secado hay quien le llama seco al tack. Se detecta ejerciendo una presión suave con el dedo (o con la palma de la mano) sobre el recubrimiento sin que quede ninguna señal sensible, ni se advierta pegajosidad alguna.

➤ **Seco total**

Cuando se ejerce la máxima presión con el dedo pulgar y se efectúa a la vez un giro de 90 grados, si la película no se rompe, ni se arruga, ni se deteriora, de hecho sólo se admite que adquiera un ligero lustre, se dice que el recubrimiento está seco total.

➤ **Seco para repintar**

Cuando se aplica sobre el recubrimiento una segunda capa del mismo producto sin que aparezcan irregularidades sobre su superficie, ni pierda adherencia, y el tiempo de seco total de la segunda mano no excede del tiempo máximo especificado para dicho producto, se dice que la película está seca para repintar.



FIGURA 17. MEDIDOR DE SECADO

4.1.5. DETERMINACIÓN DE LA ADHERENCIA EN SUSTRATOS METÁLICOS.

Es la fuerza de enlace existente entre una película seca y el sustrato sobre el que se encuentra aplicada. El método más común para determinar el grado de adherencia es el ensayo de corte enrejado.

Consiste en realizar, sobre la superficie seca, dos cortes cruzados y perpendiculares, con un útil que incorpora una cuchilla especial con seis filos. Se forma así un enrejado de 25 cuadros. Posteriormente, se cepilla la cuadrícula y se observa si se han producido desconchados en los ángulos. El ensayo se puede hacer aún más riguroso, recubriendo la cuadrícula con una cinta autoadhesiva y después desprendiéndola con un movimiento rápido.

Dependiendo del comportamiento de los cortes, se establece una clasificación entre 0 y 4. El "0" se asigna a cortes perfectos, sin ningún desprendimiento y el "4" a desprendimientos de película superiores al 35% del área cuadrículada.



FIGURA 18. KIT PARA MEDIR ADHERENCIA

4.1.6. DETERMINACIÓN DE LA FLEXIBILIDAD DEL RECUBRIMIENTO.

Para la determinación de éste parámetro se utiliza un instrumento que permite determinar las características de flexibilidad y adherencia de un recubrimiento de forma rápida y manual llamado **Mandril Cónico**.

Este aparato de ensayo evalúa, de forma rápida y sencilla, por medio del doblado de una chapa pintada con un mandril de diámetro conocido, la

elasticidad de los recubrimientos. Se evalúan visualmente todos los deterioros, como p.ej. las grietas o astillas.

El test de doblado con mandril cónico es una prueba mecánica para determinar la elasticidad, adhesión y alargamiento de pinturas sobre una lámina metálica. La estructura incorpora una palanca para doblar con un cilindro que pivota sobre un mandril cónico de acero que se inclina desde un diámetro de 3,1 mm hasta un diámetro de 38,1mm.

Una graduación indica el diámetro del mandril en mm. La muestra puede doblarse en una parte o en toda la superficie del mandril y los resultados (grietas) correspondientes a los diferentes diámetros de prueba pueden observarse en una sola operación.

Proceso de ensayo:

- cubrir con cuidado la muestra con un papel para evitar deterioros mecánicos en la película de pintura.

- sujetar la chapa de ensayo fuertemente con el papel en aprox. 15 seg. doblar uniformemente a 180° .
- retirar el papel y comprobar la aparición de grietas en la película de pintura.
- marcar la posición donde finaliza la formación de grietas y medir la distancia entre el final de la grieta hasta el extremo más pequeño del mandril.



FIGURA 19. MANDRIL CÓNICO

4.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA PINTURAS ANTICORROSIVAS.

En la zona latinoamericana no existe una reglamentación unificada sobre el uso de pinturas anticorrosivas, lo que sí se da es que en cada país existen diferentes organismos que se encargan de la elaboración de normas locales que regulan la fabricación y uso de éste tipo de producto.

En nuestro país existe el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), que es el ente que establece los requisitos que deben cumplir los imprimantes anticorrosivos que se utilizan como recubrimiento, pero esto es más bien una clasificación, de acuerdo con ciertas características técnicas con las cuales se hace una discriminación entre diferentes tipos de pinturas utilizadas como anticorrosivos.

Con este antecedente, el INEN puede certificar, por solicitud de los fabricantes, el cumplimiento de la norma para cada tipo de pintura que sea requerido.

A continuación la Tabla que contiene los requisitos que deben cumplir las Pinturas Anticorrosivas formuladas a base de resina alquídica, según lo indicado en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1043 PINTURAS.IMPRIMANTES ANTICORROSIVOS CON VEHÍCULO ALQUIDICO.REQUISITOS.

TABLA 1. Requisito de los imprimantes anticorrosivos con vehículo alquídico

REQUISITOS	UNIDAD	TIPO 1		TIPO 2		METODOS DE ENSAYO
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	
Finura de dispersión	U.Hegman	3	-	3	-	NTE INEN 1007
Viscosidad (25°C)	U.Krebs	70	-	70	-	NTE INEN 1013
Sólidos por masa	% (m/m)					NTE INEN 1024
-Brillante		35	-	35	-	
-Mate		40	-	40	-	
Tiempo de Secado						NTE INEN 1011
-al tacto	Horas	-	4	-	4	
-al manejo	Horas	-	8	-	8	
-para repintar	Horas	-	24	-	24	
Sólidos por Volumen	% (v/v)					NTE INEN 2092
-Brillante		25	-	25	-	
-Mate		30	-	30	-	

Adherencia, a 48 h de aplicación y espesor 25,4 - 38,1 µm	%	90	-	90	-	NTE INEN 1006
Grados de sedimentación	-	8	-	8	-	NTE INEN 1609
Temperatura de servicio en seco	°C	-	60	-	60	ASTM D 2485
Flexibilidad (mandril cónico) a 25,4 - 38,1 µm	%	26	-	26	-	NTE INEN 1002
Rendimiento a 25,4 µm de espesor de película seca.	m ² /l					**A
-Brillante		10	-	10	-	
-Mate		12	-	12	-	

* Los sólidos por volumen deben ser determinados a la viscosidad de presentación del producto.

**

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Porcentaje sólidos por volumen} \times 10}{\text{espesor seco en } \mu\text{m}}$$

4.2.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ANTICORROSIVO GRIS

A continuación se describen las especificaciones técnicas del producto que hemos desarrollado, mismo que entra dentro de la categoría Tipo II (económico), según la clasificación de la Norma INEN 1043 y la correspondiente Hoja Técnica del mismo.

REQUISITOS	UNIDAD	TIPO 2		ANTICOR. GRIS	METODOS DE ENSAYO
		Mín.	Máx.	RESULTADOS	
Finura de dispersión	U.Hegman	3	-	3	NTE INEN 1007
Viscosidad (25°C)	U.Krebs	70	-	90	NTE INEN 1013
Sólidos por masa	%(m/m)				NTE INEN 1024
-Brillante		35	-	42.84	
-Mate		40	-		
Tiempo de Secado				2	NTE INEN 1011

-al tacto	Horas	-	4	6	
-al manejo	Horas	-	8	8	
-para repintar	Horas	-	24		
Sólidos por Volumen	%(v/v)				NTE INEN 2092
-Brillante		25	-		
-Mate		30	-	32.20	
Adherencia, a 48 h de aplicación y espesor 25,4 - 38,1 µm	%	90	-	100	NTE INEN 1006
Grados de sedimentación	-	-	8	3	NTE INEN 1609
Temperatura de servicio en seco	°C	-	60	15	ASTM D 2485
Flexibilidad (mandril cónico) a 25,4 - 38,1 µm	%	26	-	75	NTE INEN 1002
Rendimiento a 25,4 µm de espesor de película seca.	m²/l				**A
-Brillante		10	-		
-Mate		12	-	13.8	

* Los sólidos por volumen deben ser determinados a la viscosidad de presentación del producto.

**

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Porcentaje sólidos por volumen} \times 10}{\text{espesor seco en } \mu\text{m}}$$

HOJA TECNICA.

Pintura Anticorrosiva Tipo Económico GRIS MATE.

REFERENCIAS Y COLORES	Gris Mate		
PRESENTACION	Caneca, Galón y ¼ de galón		
DESCRIPCIÓN	Pintura anticorrosiva alquídica con pigmentos inhibidores de la corrosión, utilizadas como fondo o base en la protección de metales.		
USOS	Para proteger ventanas, puertas, rejas, pasamanos y otros objetos metálicos en ambientes interiores o exteriores de climas fríos o templados, libres de contaminación industrial y sin contacto permanente con líquidos.		
ESPECIFICACIONES	Rendimiento práctico aproximado (2 capas)	20 – 25 m ² /galón	
	Secamiento a 25°C y Humedad relativa del 60%		
	Segundas manos	6 horas	
	Para aplicar esmalte	6 – 8 horas	
PREPARACIÓN DE SUPERFICIE	<ul style="list-style-type: none"> • El metal debe estar seco y libre de polvo mugre, grasa y pintura deteriorada. • Eliminar el óxido con rasqueta, cepillo de alambre, papel de lija o esmeriladores. • El óxido residual difícil de suprimir se trata con desoxidante ; las pinturas deterioradas se quitan con Removedor. Al aluminio, hojalata, zinc y metales lisos o pulidos, se les aplica una base adherente (tipo wash primer) para obtener óptima adherencia de la anticorrosiva. 		

APLICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Se revuelve bien la pintura con una espátula limpia para obtener su completa uniformidad. • Se deja secar ocho horas y se aplica la pintura de acabado. • Los equipos aplicadores se lavan con Thinner 	
EQUIPOS DE APLICACIÓN	Pintura Anticorrosiva	<i>Thinner Comercial</i>
Brocha	1 Galón	1/16 Galón
Rodillo	1 Galón	1/8 Galón
Pistola Airless	1 Galón	1/8 Galón

SEGURIDAD	<ul style="list-style-type: none">• Evitar todo contacto con la piel o los ojos y la inhalación de los vapores usando equipos apropiados de seguridad. Aplicar en un lugar con buena ventilación y alejado de toda fuente de calor. Mantener fuera del alcance de los niños.• En caso de contacto con la piel quitar la ropa contaminada y lavar con agua y jabón suave la zona afectada. Si el contacto es con los ojos, lavarse con abundante agua y buscar atención médica.• En caso de incendio usar espuma mecánica de alta expansión (polifuncional), extintores de polvo químico seco y CO₂; igualmente llovizna de espuma aplicada con boquilla para ella. Enfriar los recipientes al fuego con agua nebulizada o rociada (spray).• En caso de ingestión no inducir al vómito y buscar atención médica de inmediato.• Para almacenar envases con saldos de producto añadir un poco de Thinner para cubrir la pintura y sin mezclar tapar bien. Así se evita la formación de natas.• En caso de escape o derrame recoger el material en recipientes para evitar la contaminación de fuentes de agua o alcantarillados. Los envases vacíos deben ser reciclados.
INFORMACIÓN Y ASESORÍA	Para otros usos, asesoría o información se recomienda consultar previamente con el Departamento de Servicio Técnico y Teleinformación del fabricante.

GARANTÍA	Toda la información contenida en esta ficha técnica del producto se revisó y actualizó en Enero del 2011 y se da de buena fe, pero no constituye garantía expresa o implícita sobre el comportamiento del producto porque las condiciones de uso, preparación de superficie, aplicación y almacenamiento están fuera de nuestro control.
-----------------	--

4.2.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ANTICORROSIVO NEGRO

A continuación se describen las especificaciones técnicas del producto que hemos desarrollado, mismo que entra dentro de la categoría Tipo II (económico), según la clasificación de la Norma INEN 1043 y la correspondiente Hoja Técnica del mismo.

REQUISITOS	UNIDAD	TIPO 2		ANTICOR. NEGRO	METODOS DE ENSAYO
		Mín.	Máx.	RESULTADOS	
Finura de dispersión	U.Hegman	3	-	3	NTE INEN 1007
Viscosidad (25°C)	U.Krebs	70	-	90	NTE INEN 1013
Sólidos por masa	%(m/m)				NTE INEN 1024
-Brillante		35	-		
-Mate		40	-	41.53	
Tiempo de Secado					NTE INEN 1011
-al tacto	Horas	-	4	2	
-al manejo	Horas	-	8	6	
-para repintar	Horas	-	24	8	

Sólidos por Volumen	%(v/v)	25	-	31.64	NTE INEN 2092
-Brillante		30	-		
-Mate					
Adherencia, a 48 h de aplicación y espesor 25,4 - 38,1 µm	%	90	-	100	NTE INEN 1006
Grados de sedimentación	-	-	8	3	NTE INEN 1609
Temperatura de servicio en seco	°C	-	60	15	ASTM D 2485
Flexibilidad (mandril cónico) a 25,4 - 38,1 µm	%	26	-	75	NTE INEN 1002
Rendimiento a 25,4 µm de espesor de película seca.	m ² /l				**A
-Brillante		10	-	13.4	
-Mate		12	-		

* Los sólidos por volumen deben ser determinados a la viscosidad de presentación del producto.

**

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Porcentaje sólidos por volumen} \times 10}{\text{espesor seco en } \mu\text{m}}$$

HOJA TECNICA.

Pintura Anticorrosiva Tipo Económico NEGRO MATE.

REFERENCIAS Y COLORES	Negro Mate		
PRESENTACION	Caneca, Galón y ¼ de galón		
DESCRIPCIÓN	Pintura anticorrosiva alquídica con pigmentos inhibidores de la corrosión, utilizadas como fondo o base en la protección de metales.		
USOS	Para proteger ventanas, puertas, rejas, pasamanos y otros objetos metálicos en ambientes interiores o exteriores de climas fríos o templados, libres de contaminación industrial y sin contacto permanente con líquidos.		
ESPECIFICACIONES	Rendimiento práctico aproximado (2 capas)	20 – 25 m ² /galón	
	Secamiento a 25°C y Humedad relativa del 60%		
	Segundas manos	6 horas	
	Para aplicar esmalte	6 – 8 horas	
PREPARACIÓN DE SUPERFICIE	<ul style="list-style-type: none"> • El metal debe estar seco y libre de polvo mugre, grasa y pintura deteriorada. • Eliminar el óxido con rasqueta, cepillo de alambre, papel de lija o esmeriladores. • El óxido residual difícil de suprimir se trata con desoxidante ; las pinturas deterioradas se quitan con Removedor. Al aluminio, hojalata, zinc y metales lisos o pulidos, se les aplica una base adherente (tipo wash primer) para obtener óptima adherencia de la anticorrosiva. 		

APLICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Se revuelve bien la pintura con una espátula limpia para obtener su completa uniformidad. • Se deja secar ocho horas y se aplica la pintura de acabado. • Los equipos aplicadores se lavan con Thinner 	
EQUIPOS DE APLICACIÓN	Pintura Anticorrosiva	<i>Thinner Comercial</i>
Brocha	1 Galón	1/16 Galón
Rodillo	1 Galón	1/8 Galón
Pistola Airless	1 Galón	1/8 Galón

SEGURIDAD	<ul style="list-style-type: none">• Evitar todo contacto con la piel o los ojos y la inhalación de los vapores usando equipos apropiados de seguridad. Aplicar en un lugar con buena ventilación y alejado de toda fuente de calor. Mantener fuera del alcance de los niños.• En caso de contacto con la piel quitar la ropa contaminada y lavar con agua y jabón suave la zona afectada. Si el contacto es con los ojos, lavarse con abundante agua y buscar atención médica.• En caso de incendio usar espuma mecánica de alta expansión (polifuncional), extintores de polvo químico seco y CO₂; igualmente llovizna de espuma aplicada con boquilla para ella. Enfriar los recipientes al fuego con agua nebulizada o rociada (spray).• En caso de ingestión no inducir al vómito y buscar atención médica de inmediato.• Para almacenar envases con saldos de producto añadir un poco de Thinner para cubrir la pintura y sin mezclar tapar bien. Así se evita la formación de natas.• En caso de escape o derrame recoger el material en recipientes para evitar la contaminación de fuentes de agua o alcantarillados. Los envases vacíos deben ser reciclados.
INFORMACIÓN Y ASESORÍA	Para otros usos, asesoría o información se recomienda consultar previamente con el Departamento de Servicio Técnico y Teleinformación del fabricante.

GARANTÍA	Toda la información contenida en esta ficha técnica del producto se revisó y actualizó en Enero del 2011 y se da de buena fe, pero no constituye garantía expresa o implícita sobre el comportamiento del producto porque las condiciones de uso, preparación de superficie, aplicación y almacenamiento están fuera de nuestro control.
-----------------	--

4.3. OPTIMIZACIÓN DE COSTO EN FÓRMULAS

Al emplear material reciclado, cuyo costo es \$0.00, para la fabricación de estos dos productos se está haciendo un ahorro de alrededor de \$26.000,00 al año, al no utilizar materia prima nueva misma que tiene un costo de \$0.24ctv/kilo. A esto debemos sumarle el ahorro que se consigue frente a la formula actual, que en el caso del color gris representa un 21.58% (\$1.88/galón de pintura) que equivale a \$11.280,00 y para el color negro es de un 28.52% (\$2.45/galón de pintura) que equivale a \$11.760,00 al año. Esto representa un total general de \$49.040,00 dólares al año.

EL COSTEO DE LAS FORMULAS ES EL SIGUIENTE:

	COSTO ANTICORROSIVO GRIS STD	COSTO NUEVO PRODUCTO
COSTO MATERIA PRIMA	7.72	5,84
COSTO MATERIAL DE EMPAQUE	0,77	0,77
COSTO CIF+MOD	0,22	0,22
COSTO TOTAL	8.71	6,83
AHORRO	21,58%	

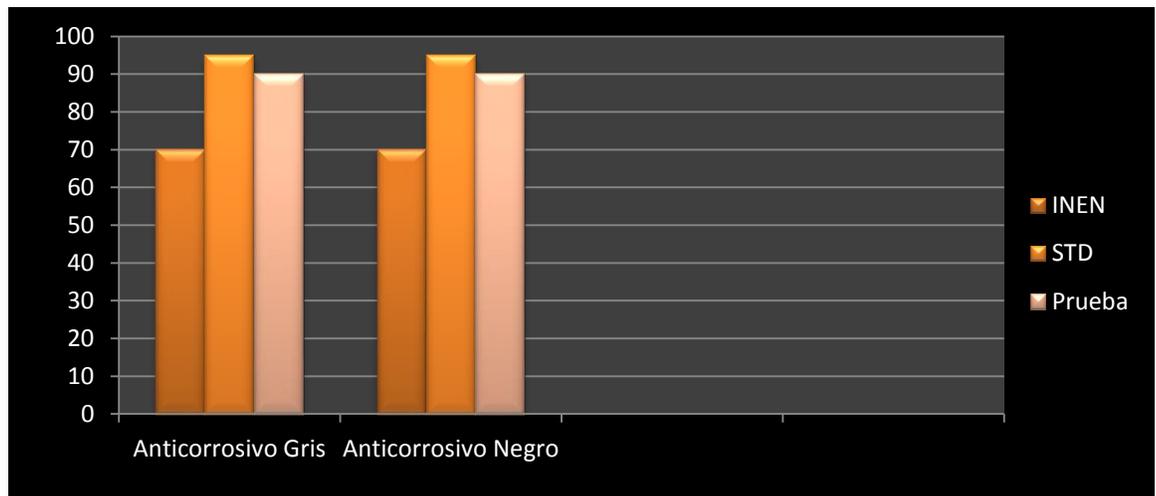
	COSTO ANTICORROSIVO	COSTO NUEVO
--	------------------------	----------------

	NEGRO STD	PRODUCTO
COSTO MATERIA PRIMA	7.60	5,15
COSTO MATERIAL DE EMPAQUE	0,77	0,77
COSTO CIF+MOD	0,22	0,22
COSTO TOTAL	8,59	6,14
AHORRO	28,52%	

4.4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- VISCOSIDAD

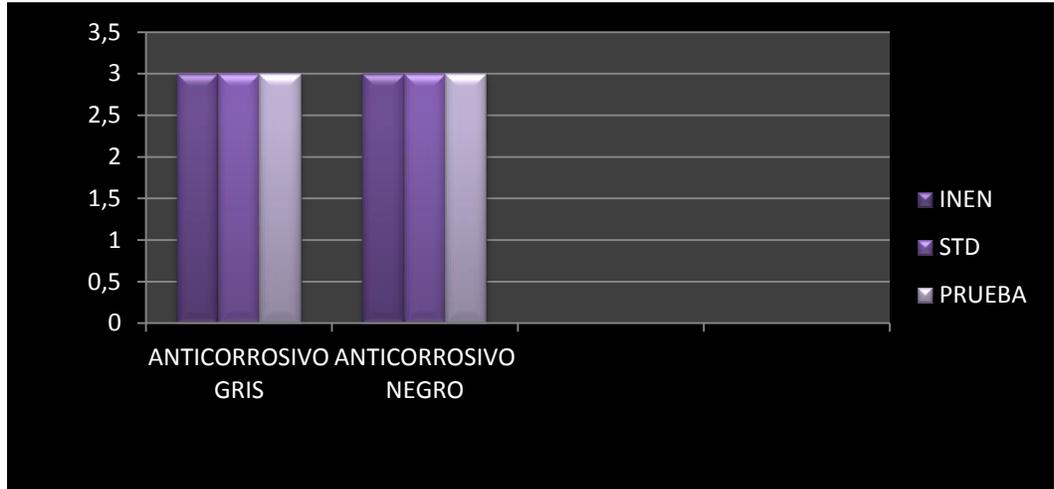
El rango de viscosidad de la muestra desarrollada está dentro de los límites establecidos para la línea anticorrosiva STD que a su vez



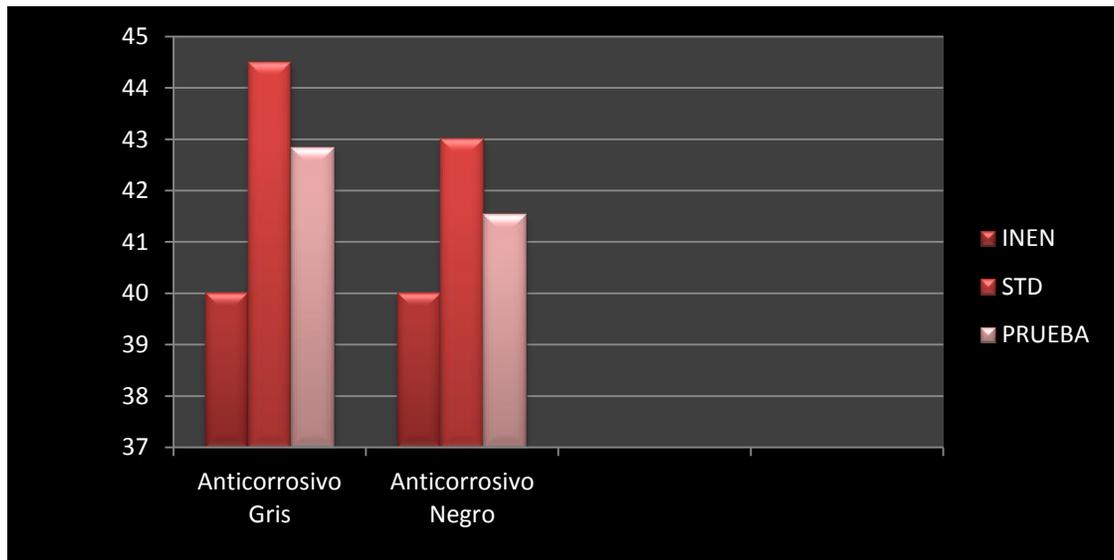
cumple con la Norma INEN 1043 para productos anticorrosivos Tipo II.

- **Finura de dispersión**

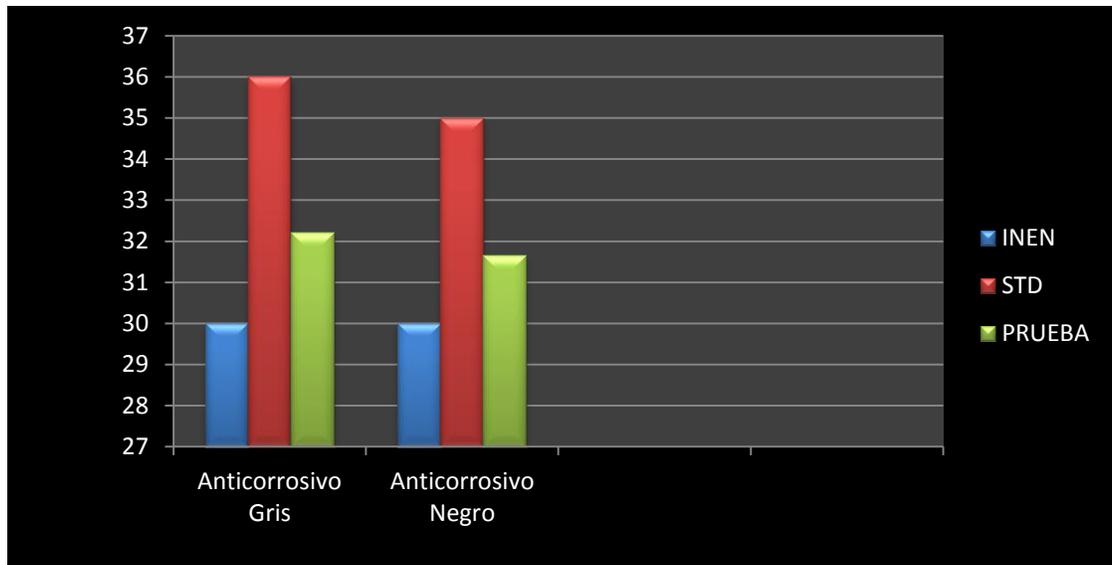
La dispersión de los pigmentos se realizó en cowles de 30 Hp durante 25 minutos, al término del cual se obtuvo un nivel de fineza de 3H, cumpliendo así como el parámetro STD y con la norma INEN 1043.



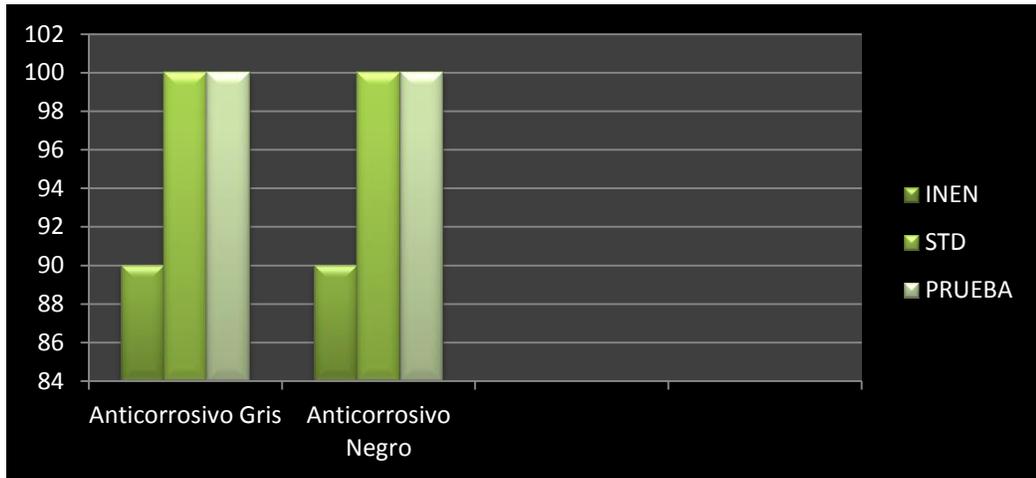
- **SOLIDOS POR PESO**



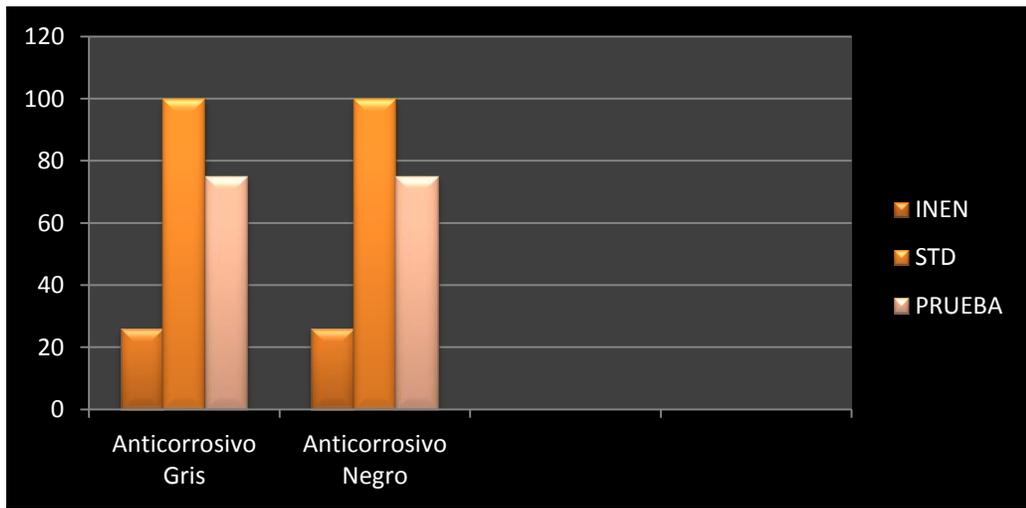
- **SOLIDOS POR VOLUMEN**



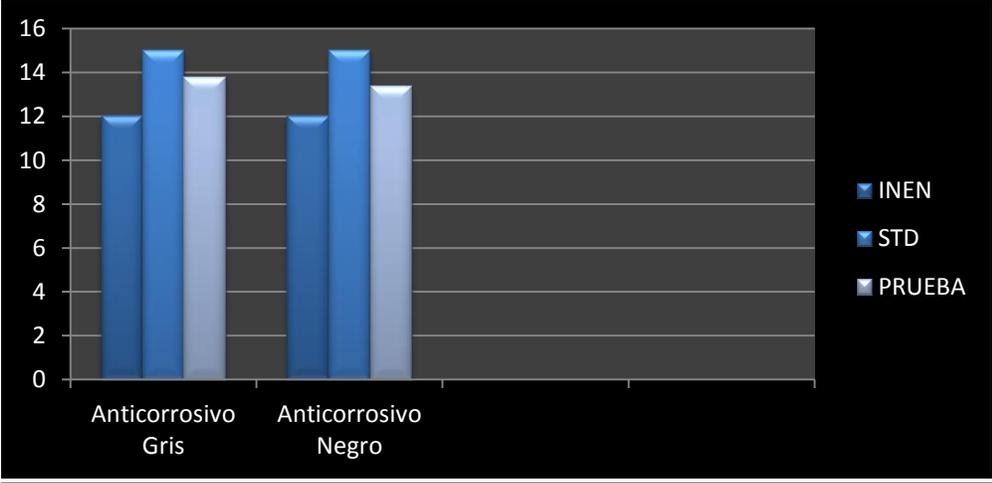
- **ADHERENCIA**



- **FLEXIBILIDAD**



- **RENDIMIENTO**



CAPITULO V

5.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

1.- Se logra reciclar los residuos del proceso normal de fabricación de pintura que hasta ahora eran recogidos por el extractor de polvos y luego dispuestos a través de un Gestor de Residuos.

2.-El reciclado de éste material particulado permite un ahorro significativo de dinero (porque la empresa ya no paga al Gestor para la eliminación de

estos desechos) y también de materia prima porque al utilizar éstos residuos se deja de emplear materia prima nueva, en la fabricación de estos nuevos productos.

3.- Las propiedades físicas y de aplicación de los productos desarrollados como son viscosidad, peso por galón, brillo, cubrimiento, adherencia, están dentro de las especificaciones establecidas en el mercado para éste tipo de producto.

5.2. RECOMENDACIONES

1.-Cambiar con mayor regularidad (máximo cada dos meses) la malla filtrante que está a la entrada del extractor de polvo para evitar la saturación de la misma lo que provoca que se formen aglomerados de polvo que pudieran llegar a molestar durante la dispersión de las cargas en el proceso de elaboración de la pintura.

2.-Al bajar el producto acumulado en el extractor debe llenarse en tanques debidamente identificados y dejar en forma visible la cantidad en kilo que tiene cada envase, esto facilita el trabajo en la planta y previene que el producto se contamine con cualquier otra materia prima durante su almacenamiento.

BIBLIOGRAFÍA.

1.-LIBROS:

- Asociación Española de Fabricantes de Pinturas y Tintas de imprimir.

Master a distancia en Tecnología de Pinturas.

Tema 2: Propiedades de las pinturas

Tema 6: Formulación de Pinturas

Tema 8: Selección y Utilidad de las Pinturas

- Comisión Nacional del Medio Ambiente-Región Metropolitana S. de Chile: Guía para el control y prevención de la contaminación industrial. 1998. pp. 1 – 89.
- Garay Rubén. Teoría y Práctica en la fabricación de Pinturas. Argentina: Sociedad Argentina de Tecnólogos en Recubrimiento. 2000. pp. 7 0-86
- Carlos A.Giudice/Andrea M. Pereyra. Control de Calidad de películas de Pinturas. Argentina 2008. pp. 1 – 43.
- Hess Manfred. Defectos de las capas de pintura-causas y remedios. Barcelona 1973. Pp. 35-57.
- Mulle, C.M. Tecnología de Pinturas y recubrimientos Orgánicos. España: Les Eures 2000. pp. 23 – 158.

- Samaniego, J.L. Componentes principales de Pinturas.

España: Les Eures, 2001. pp. 5 – 57.

2.-REVISTAS:

- REC-Recubrimientos. Publicación Técnica de SATER. Diciembre 2007
- REC-Recubrimientos. Publicación Técnica de SATER . Nuevos Pigmentos Inhibidores. Agosto 2009
- IMPRA-Latina. Protección de superficies y control de Corrosión.

Junio 2008.

- IMPRA-Latina. El desafío de las Pinturas “ambientales” Octubre 2009
- Journal of Coatings Technology and Research. Diciembre 2007
- JCT-Coatings Tech. Progress in Paint Application Technology. Julio 2008.

- JCT-Coatings Tech. Novel Rheology Control Agents. Noviembre 2009

3.-INTERNET:

<http://www.ingenieroambiental.com/4014/dif-pinturas.pdf>

www.mopasa.com/blog/?p=429

www.inpralatina.com.

[www.asimet.cl/normas asimet pint anticorrosivas.htm](http://www.asimet.cl/normas_asimet_pint_anticorrosivas.htm)

[es.wikipedia.org/wiki/Pintura anticorrosiva](http://es.wikipedia.org/wiki/Pintura_anticorrosiva)

www.monografias.com/.../costos/costos.shtml

ANEXOS

Anexo 1. Leneta aplicada a 3 mils de espesor húmedo del Anticorrosivo Gris desarrollado comparado frente a un Gris de la línea Professional que sirve de referencia para observar grado de cubrimiento.

Date Applied 21/07/2009 Time 15:50 PM

Fórmula Anticariesivo Professional Gnis Applicator

Batch No 00591 0.3mls

Notes NE9-744 L.187.09

FORM 9B - OPACITY-DISPLAY



Anexo 2. Leneta aplicada a 3 mils de espesor húmedo del Anticorrosivo Negro desarrollado comparado frente al Negro de la línea Professional que sirve de referencia para observar grado de cubrimiento

Date Applied 21/07/2009 Time 16:05 PM

Fórmula Esmalte Anticorrosivo Negro Applicator
Batch No. 00592 0.3 mils
Notes TE9-085 L.187.09

FORM 9B - OPACITY-DISPLAY



Anexo 3. Resultados de Pruebas de salinidad para verificar resistencia a la corrosión. (Ver muestra de Anticorrosivo Gris) frente a los colores Caterpillar, Verde y Blanco de la línea Professional.



Anexo 4. Resultados de Pruebas de salinidad para verificar resistencia a la corrosión. (Ver muestra de Anticorrosivo Negro desarrollado con material reciclado) frente al Anticorrosivo Negro Professional.

